



T.C.

SAĞLIK BAKANLIĞI

SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ

KAYSERİ ŞEHİR HASTANESİ

GÖZ HASTALIKLARI KLİNİĞİ

**KATARAKT CERRAHİSİNDE İMPLANTE EDİLEN
SİNÜZOİDAL TASARIMLI GÖZ İÇİ MERCEKLERİN
MONOFOKAL UZATILMIŞ ODAK DERİNLİĞİ OLAN
GÖZ İÇİ MERCEKLER İLE SUBJEKTİF VE OBJEKTİF
KRİTERLER İLE KARŞILAŞTIRILMASI**

TIPTA UZMANLIK TEZİ

Dr. Mahmut Erkam ARSLAN

KAYSERİ – 2020



T.C.

SAĞLIK BAKANLIĞI

SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ

KAYSERİ ŞEHİR HASTANESİ

GÖZ HASTALIKLARI KLİNİĞİ

**KATARAKT CERRAHİSİNDE İMPLANTE EDİLEN
SİNÜZOİDAL TASARIMLI GÖZ İÇİ MERCEKLERİN
MONOFOKAL UZATILMIŞ ODAK DERİNLİĞİ OLAN
GÖZ İÇİ MERCEKLER İLE SUBJEKTİF VE OBJEKTİF
KRİTERLER İLE KARŞILAŞTIRILMASI**

TIPTA UZMANLIK TEZİ

Dr. Mahmut Erkam ARSLAN

Danışman

Doç. Dr. Necati DURU

KAYSERİ – 2020

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim ve tezimin oluşturulması süresince bilgi ve deneyimleriyle bana yol gösteren, kongre ve bilimsel toplantılara katılımımızı sağlamak için hiçbir fedakarlıktan kaçınmayan tez danışmanım sayın hocam Doç. Dr. Necati Duru'ya sevgi, saygı ve minnet duyguları ile teşekkür etmeyi borç bilirim.

İhtisasım süresince iyi bir göz hekimi olmam için gayretini ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, çalışma aşkı ve disiplini ile bizlere yeni ufuklar çizen sayın hocam Doç.Dr.Mustafa ATAŞ'a ve eğitimime büyük katkı sağlamış, bilgi ve tecrübelerini bizlerle her fırsatta paylaşan Doç. Dr. Sertan GÖKTAŞ'a en içten teşekkürlerimle sonsuz minnet ve saygılarımı sunarım.

Okuloplasti alanında teorik ve cerrahi anlamda özveriyle bilgilerini paylaşan ve eğitimime katkıda bulunmuş olan Op. Dr. Bedirhan ALABAY'a ,Op.Dr.Deniz KILIÇ'a; Retina alanında eğitimime katkıda bulunan Op. Dr. Ender SIRAKAYA, Op.Dr.Bekir KÜÇÜK, Op. Dr. Emine PANGAL ve Op.Dr.Cemal ÖZSAYGILI'ya; şaşılık konusunda derin bilgi ve tecrübesini her fırsatta paylaşan Op. Dr. Abdülkerim DURUKAN, Op. Dr. Soner GÜVEN'e; Kornea ve Kontakt Lens Biriminde katkılarından dolayı Op. Dr. Döndü Melek ULUSOY'a;Glokom Biriminde glokom hastasına yaklaşımı öğreten Op. Dr. Atılım Armağan DEMİRTAŞ, Op. Dr. Zeynep DURU, Op. Dr. Medine GÜNDOĞAN'a; Üvea Biriminde fedakarlık ve özverileriyle eğitimde önemli katkıları bulunan Op. Dr. Mustafa HEPOKUR, Op. Dr. Hatice ERGÜN'e şükranlarımı borç bilirim.

Uzmanlık eğitimi boyunca acı tatlı birçok günü paylaştığım, birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum ve artık bir ailenin parçası haline geldiğimiz asistan arkadaşlarıma; klinik hemşire ve personelimize içten sevgilerimi sunarım.

Tezimin her aşamasında yanımda olan canım eşim Dr.Şehide ARSLAN'a ve bugünlere gelmemde en büyük emeğe sahip maddi ve manevi desteklerini her zaman yanımda hissettiğim canım annem Ayşegül ARSLAN ve babam Turhan ARSLAN'a en içten teşekkürlerimle sevgilerimi ve saygılarımı sunmayı borç bilirim.

Dr.Mahmut Erkam ARSLAN

KAYSERİ,2020

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
KISALTMALAR	iv
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
TABLO LİSTESİ	vi
GRAFİK LİSTESİ	viii
ÖZET.....	ix
ABSTRACT	xi
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Lens Anatomisi	3
2.2. Göz ve Lens Embriyolojisi	4
2.3. Lens Fizyolojisi.....	5
2.4. Katarakt	6
2.4.1. Katarakt Epidemiyolojisi	7
2.4.2. Katarakt Cerrahisi Tarihçesi	7
2.4.3. Tarihçe; İntraoküler Göz İçi Mercekleri	9
2.4.4. Katarakt Cerrahisi Çeşitleri.....	10
2.4.4.1. İntrakapsüler Katarakt Ekstraksiyonu	10
2.4.4.2. Ekstrakapsüler Katarakt Ekstraksiyonu	10
2.4.4.3. Fakoemulsifikasyon	10
2.4.5. Psödoakomodasyon.....	11
2.4.6. Presbiyopi.....	11
2.4.7. Monovizyon	12
2.4.8. Yeni Nesil Göz İçi Mercekleri	13
2.4.8.1. Akomodatif Göz İçi Mercekleri	13
2.4.8.2. Çok Odaklı Göz İçi Mercekleri.....	16
2.4.8.2.1. Refraktif Çok Odaklı Göziçi Mercekleri.....	16
2.4.8.2.2. Difraktif Çok Odaklı Göziçi Mercekleri	17
2.4.8.2.3. Refratif, Difraktif, Asferik Bifokal Gim	19
2.4.8.2.4. Trifokal Göziçi Mercekleri	20

2.4.8.2.5. Uzatılmış Odak Derinliği (Edof).....	23
2.4.9. Nöral Adaptasyon.....	24
2.4.10. Posterior Kapsül Opasifikasyonu.....	25
2.5.Pentacam -HR (Oculus Inc, Wetzlar, Almanya).....	27
2.6. Kontrast Duyarlılık.....	28
2.7. Aberasyon	29
2.8. Amerikan Ulusal Göz Enstitüsü Görme İşlevi Ölçeği Anketi 25 (NEI-VFQ 25).....	32
2.9. Kappa Açısı.....	34
3. GEREÇ ve YÖNTEM.....	36
4. BULGULAR.....	43
4.1.Otorefraktometre değerleri.....	43
4.2.Görme keskinlikleri.....	46
4.2.1.Uzak Mesafe Görme Keskinliği.....	50
4.2.2.Ara Mesafe Görme Keskinliği	51
4.2.3.Yakın Mesafe Görme Keskinliği	52
4.3.Kontrast duyarlılık	54
4.4.Aberasyonlar	54
4.5. Fotik Fenomenler (Görsel Optik Semptomlar)	56
4.6.Hasta memnuniyeti.....	57
4.7.Posterior kapsül opasifikasyonu.....	60
4.8.Kappa açısı	60
5. TARTIŞMA	61
6. SONUÇLAR	73
7. KAYNAKLAR	76

KISALTMALAR

CDVA	: Düzeltilmiş uzak mesafe görme keskinliği
CİVA	: Düzeltilmiş ara mesafe görme keskinliği
CNVA	: Düzeltilmiş yakın mesafe görme keskinliği
D	: Dioptri
EDOF	: Uzatılmış odak derinliği
Fako	: Fakoemülsifikasyon
GİB	: Göz içi basıncı
GİM	: Göz içi merceği
İOL	: İntraoküler lens
LogMAR	: Logarithm of the minimal angle of resolution
MmHg	: Milimetre civa
pco	: posterior kapsül opasifikasyonu
SS	: Standart sapma
UDVA	: Düzeltilmemiş uzak mesafe görme keskinliği
UİVA	: Düzeltilmemiş ara mesafe görme keskinliği
UNVA	: Düzeltilmemiş yakın mesafe görme keskinliği

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.	Lens anatomisi.....	3
Şekil 2.	Lensin embriyolojik gelişimi.....	5
Şekil 3.	“mil çekme” ya da Fransızca “coucher” işlemi	8
Şekil 4.	Crystalens akomodatif göziçi merceği	14
Şekil 5.	Tetraflex akomodatif göziçi merceği.....	14
Şekil 6.	Synchrony çift optikli akomodatif göziçi merceği	15
Şekil 7.	NuLens akomodatif göziçi merceği.....	15
Şekil 8.	ReZoom (Abbott Medical Optics) göz içi merceği	17
Şekil 9.	Işığın dalga şeklinde yayılması ve difraksiyon şeması.....	17
Şekil 10.	Göziçi merceklerinde difraktif halkaların görünümü	18
Şekil 11.	ReSTOR apodize difraktif göz içi merceği	19
Şekil 12.	Acri.LİSA göz içi merceği	19
Şekil 13.	Acriva Reviol göz içi merceği.....	20
Şekil 14.	PanOptix trifokal göz içi merceği.....	21
Şekil 15.	Finevision trifokal göz içi merceği.....	21
Şekil 16.	AT Lisa Tri 839MP trifokal göz içi merceği.....	22
Şekil 17.	Acriva Trinova difraktif halkaların görünümü	22
Şekil 18.	Uzatılmış odak derinliği teknolojisinde ışığın dağılımı	23
Şekil 19.	Sturm konoidi	26
Şekil 20.	Pentacam(Oculus) cihazı korneal topografi haritası	27
Şekil 21.	Wavefront prensibi	29
Şekil 22.	Zernike Piramidi. Yüksek sıralı aberasyonlar 3.seviyeden itibaren gösterilmektedir.	30
Şekil 23.	Sferik aberasyonun görünümü.....	31
Şekil 24.	Zernike katsayılarını gösteren kliniğimizde kullandığımız wavefront aberrometre çıktısının görüntüsü	32
Şekil 25.	Reichart ClearChart2 cihazı ekranı ve kumandası	39
Şekil 26.	Katarakt cerrahisinde Acriva Trinova implante edilirken görüntüsü	41
Şekil 27.	Eyhance lensinin dizaynı	42

TABLO LİSTESİ

Tablo 1.	Presbiyopinin düzeltilmesinde kullanılan cerrahi yöntemlerin anatomik olarak sınıflandırılması gösterilmiştir	12
Tablo 2.	Anket sorularının puanlanması ve altgrupların kategorizasyonu.....	34
Tablo 3.	Acriva Trinova göz içi merceğinin tasarımı ve özellikleri.....	40
Tablo 4.	Tecnis Eyhance göz içi merceğinin tasarımı ve özellikleri.....	41
Tablo 5.	Çalışmaya katılan hastaların demografik bilgileri ve preoperatif temel karakteristik özellikleri. Kısaltma: SS, Standart Sapma.	43
Tablo 6.	Çalışmaya dahil edilmiş gözlerin postoperatif 3. ay refraktif değerleri ve grupların karşılaştırılması.....	44
Tablo 7.	Ameliyat sonrası 3 aylık dönemdeki muayenelerde sferik eşdeğerlerin değişimi.....	44
Tablo 8.	Her iki grubun ameliyat sonrası 3. Ay muayenelerinde düzeltilmiş ve düzeltilmemiş uzak mesafe,ara mesafe ve yakın mesafe görme keskinlikleri dağılımları,ortalamaları ve karşılaştırılması.....	46
Tablo 9.	Her iki çalışma grubu için preoperatif ve postoperatif takiplerde düzeltilmiş ve düzeltilmemiş uzak mesafe görme keskinliği değişimi	50
Tablo 10.	Her iki çalışma grubu için preoperatif ve postoperatif takiplerde düzeltilmiş ve düzeltilmemiş ara mesafe görme keskinliği değişimi.....	51
Tablo 11.	Her iki çalışma grubu için preoperatif ve postoperatif takiplerde düzeltilmiş ve düzeltilmemiş yakın mesafe görme keskinliği değişimi.....	52
Tablo 12.	Çift göz veya tek göz ameliyat edilme durumu ile gözlük bağımlılığı arasındaki ilişki tablosu.....	53
Tablo 13.	Kontrast duyarlılık testi sonuçlarının karşılaştırılması	54
Tablo 14.	Postoperatif 3.ay idesign wavefront aberasyonların karşılaştırma tablosu. (μ): RMS (Root Mean Square, Karekök ortalaması) cinsinden değeri.....	55
Tablo 15.	Oculus Pentacam cihazı ile preoperatif aberasyonların karşılaştırma tablosu. (μ): RMS (Root Mean Square, Karekök ortalaması) cinsinden değeri.....	56
Tablo 16.	Hastaların görsel optik şikayetlerinin grupları arası dağılımı ve karşılaştırılması	57

Tablo 17. Hastalara 3. ayda uygulanmış olan NEI-VFQ-25 Görme İşlevi Ölçeği anketi sonuçları ve altgrup analizleri	57
Tablo 18. Anketin ameliyat öncesi ve 3 ay sonrası toplam skorları.....	58
Tablo 19. Posterior kapsül opasifikasyonu olan gözlerin grup içi dağılımları.....	60



GRAFİK LİSTESİ

Grafik 1. Hastaların postoperatif 3. ay düzeltilmemiş yakın görme keskinliklerinin dağılımı	47
Grafik 2. Hastaların postoperatif 3. ay düzeltilmemiş ara mesafe görme keskinliklerinin dağılımı	48
Grafik 3. Hastaların postoperatif 3. ay düzeltilmemiş uzak görme keskinliklerinin dağılımı.....	49
Grafik 4. Tek göz veya çift göz ameliyat olma durumu ile gözlük bağımlılığı arası ilişki	53
Grafik 5. Gazete yazılarını okuma ile ilgili anket sorusuna verilen cevapların dağılımı.....	59

ÖZET

Amaç: Sinüzoidal trifokal dizayn (Acriva Trinova(VSY Biyoteknoloji)) ve monofokal uzatılmış odak derinliği (EDOF) teknolojisinin (Tecnis Eyhance ICB00 (Johnson & Johnson Vision Care, Inc.)) klinik sonuçlarının objektif ve sübjektif kriterler ile değerlendirilmesi ve karşılaştırılması

Gereç ve yöntem: Ocak 2019 ile Ağustos 2020 tarihleri arasında katarakt cerrahisi uygulanan sinüzoidal trifokal tasarımı göz içi merceği (65 hastanın 98 gözü) ve uzatılmış odak derinliği (EDOF) tekonojili monofokal göz içi merceği(53 hastanın 79 gözü) implantasyonu gerçekleştirilmiş hastaların retrospektif olarak cerrahi öncesi ve sonrası yapılan rutin muayenelerinin verileri değerlendirildi. Düzeltilmemiş uzak (UDVA), ara (67cm) (UIVA) ve yakın (35cm) (UNVA) görme keskinlikleri, düzeltilmiş uzak (CDVA), ara (CIVA) ve yakın (CNVA) görme keskinlikleri, gözlük bağımlılıkları, halo ve kamaşma şikayetleri, oküler aberasyonlar (iDesign,Oculus Pentacam), kontrast duyarlılıkları (ClearChart 2 Digital Acuity System (Reichert Technologies)) incelendi. Ayrıca hastaların Amerikan Ulusal Göz Enstitüsü Görme İşlevi Ölçeği anketi (NEI-VFQ 25) sonuçları analiz edildi.

Bulgular: Postoperatif 3.ay UDVA ortalamaları Trinova grubunda $0,08 \pm 0,07$ (medyan: 0,1) logmar, Eyhance grubunda $0,08 \pm 0,08$ (medyan: 0,1) logmar'dır. UIVA ortalaması Trinova grubunda $0,16 \pm 0,10$ (medyan: 0,2) logmar, Eyhance grubunun ortalaması $0,14 \pm 0,10$ (medyan: 0,1) logmar bulunmuştur. UDVA ve UIVA açısından gruplar arası fark bulunmamaktadır. UNVA ortalamaları Trinova grubunda $0,09 \pm 0,08$ (medyan: 0,1) logmar, Eyhance grubunda $0,25 \pm 0,11$ (medyan: 0,2) logmar olup; Trinova grubunda istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde yakın görme daha iyi saptanmıştır ($p<0,001$). Eyhance grubunda her iki gözü ameliyat olmuş 50 gözden 38 gözde yakın için gözlük ihtiyacı yokken, tek gözden ameliyat olan 25 hastanın 11 'inin gözlük bağımsız olduğu saptanmıştır. Bu grupta çift göz ameliyat olanlarda gözlük bağımlılığı oranlarının daha düşük izlendiği tespit edilmiştir ($p<0,05$). Kontrast duyarlılık testi sonuçlarının Trinova grubu için tüm uzaysal frekanslarda Eyhance grubuna göre daha düşük olduğu saptanmıştır ($p<0,05$). Sadece 6 gözde halo şikayeti belirtilmiştir ve bunların tamamı Trinova grubundadır(%6,9). Trinova grubunda (15(%17,2) gözde) kamaşma şikayeti Eyhance grubuna (4(%5,3) gözde) göre daha

fazla izlenmiştir ($p<0,001$). Anketin (NEI-VFQ 25) toplam skorları açısından iki grup arası fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Yakın görme ile ilgili aktivite skorları Trinova grubunda daha yüksek fakat uzak görme ile ilgili aktivite skorları ve görme özelliğine özgü araba sürme skorları Eyhance grubunda daha yüksek saptanmıştır ($p<0,05$).

Sonuç: Her iki lensin uzak mesafe ve ara mesafe görmelerinin tatminkar düzeyde olduğu ve yüksek oranda hasta memnuniyetlerinin olduğu gösterilmiştir. Trinova lensinde yakın mesafe görmenin üstün düzeyde olduğu, diğer difraktif lenslerin klinik sonuçları göz önüne alındığında fotik fenomenlerin beklenenden daha az olduğu izlenmiştir. Buna rağmen çalışma verilerine dayanarak geceleri görme ile ilgili rahatsızlıklar, halo, kamaşma şikayetleri olabileceği ve nöral adaptasyonun bir süreç olduğu belirtilmelidir. Eyhance grubundaki hastaların çok azında subjektif görsel şikayetler bildirilmiştir. Mükemmel ara mesafe görmeye ek olarak özellikle iki gözden ameliyat olan hastalarda mikromonovizyon hedeflenmesi ile gözlük ihtiyacının oldukça düşük olduğu gözlemlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Sinüzoidal dizayn, trifokal, EDOF, katarakt, difraktif, kontrast duyarlılık, aberasyon, fotik fenomenler, gözlük bağımlılığı

ABSTRACT

Purpose: to evaluate and compare clinical results of sinusoidal trifocal design (Acriva Trinova (VSY Biotechnology)) and monofocal extended depth of focus (EDOF) technology (Tecnis Eyhance ICB00 (Johnson & Johnson Vision Care, Inc.)) with objective and subjective criteria

Materials and methods: Preoperative and postoperative examinations of cataract patients who underwent between July 2019 and August 2020, implanted sinusoidal trifocal intraocular lens (98 eyes of 65 patients) and monofocal intraocular lens with EDOF technology (79 eyes of 53 patients) were reviewed, retrospectively. Uncorrected distance (UDVA), intermediate (67 cm) (UIVA), near (35cm) visual acuity, corrected distance (CDVA), intermediate (CIVA), near (CNVA) visual acuity, spectacle dependency, halo and glare, ocular aberrations (iDesign, Oculus Pentacam), contrast sensitivity (Clear Chart 2 Digital Acuity System (Reichert Technologies)) were assessed. In addition, The National Eye Institute 25-Item Visual Function Questionnaire (NEI-VFQ 25) results of patients were analyzed.

Results: 3 month postoperatively, the mean UDVA was 0.08 ± 0.07 (median: 0.1) logmar in the Trinova group, and 0.08 ± 0.08 (median: 0.1) logmar in the Eyhance group. The mean UIVA was 0.16 ± 0.10 (median: 0.2) logmar in the Trinova group, and the mean UIVA of the Eyhance group was 0.14 ± 0.10 (median: 0.1) logmar. There were no differences between the groups in terms of UDVA and UIVA. Near vision was found to be statistically significantly better for the Trinova group compared with the Eyhance group, the mean UNVA were 0.09 ± 0.08 (median: 0.1) logmar and 0.25 ± 0.11 (median: 0.2) logmar, respectively. In the Eyhance group, spectacle independency rates were 11/25 eyes and 38/50 eyes for patients who underwent cataract surgery in one eye or both eye, respectively. In this group, having two-eye surgery was associated with lower spectacle dependency rates ($p < 0.05$). Contrast sensitivity test results were found to be lower for the Trinova group at all spatial frequencies than the Eyhance group ($p < 0.05$). Halo perception was reported for only 6 eyes, and all of them were in the Trinova group (6.9%). Glare perception was found to be more common in the Trinova group (15 eyes (17.2%)) compared with the Eyhance group (4 eyes (5.3%)). Regarding composite score of questionnaire (NEI-VFQ 25), no statistically significant difference

was found between the two groups. Near activities score was higher in the Trinova group, but distance activities and driving scores were higher in the Eyhance group ($p < 0,05$).

Conclusions: Both lenses have been shown to have satisfactory levels of distance and intermediate vision, with high levels of patient satisfaction. It was observed that near vision with Trinova intraocular lens was excellent, and photic phenomena were less than expected considering the clinical results of other diffractive lenses. Nevertheless, based on our study data, it should be noted that nighttime visual disturbances and halo, glare perception may occur and that neural adaptation is a process. Subjective visual complaints were reported by few patients in the Eyhance group. In addition to excellent intermediate vision, it was observed that the need for spectacles was very low, especially with the aim of micromonovision in patients who had two-eye surgery.

Key words: sinusoidal design, trifocal, EDOF, cataract, diffractive, contrast sensitivity, aberration, photic phenomena, spectacle dependency

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Katarakt yaşa bağlı değişikliklerle veya travma, inflamasyon, metabolik bozukluklar, beslenme bozuklukları, radyasyon gibi nedenlerle lenste meydana gelen opasifikasyondur[1]. Görme kalitesindeki azalmanın tedavisinde uygulanan katarakt cerrahisi günümüzde en sık uygulanan cerrahilerdendir. Uzun yıllardır birçok farklı yöntemle katarakt cerrahisi uygulanmakta iken günümüzde küçük kesili ve sütürsüz fakoemülsifikasyon cerrahisi tercih edilmektedir.

Cerrahi teknikler ve teknolojinin ilerlemesi sayesinde ameliyat sonrası daha hızlı iyileşme dönemi ve daha az komplikasyon gözlenmektedir. Kapsüloreksisin körvilineer olması, katlanabilir göz içi mercekleri , fakoemülsifikasyon teknolojisinde ilerlemeler bu gelişmelere örnek olarak verilebilir. Sonuçların da tahmin edilebilirliğinin artmasıyla birlikte gözlük bağımsız bir hayat gibi hastaların beklentileri de artmıştır.

Uzun yıllardır uygulanmakta olan tek odaklı göz içi mercek implantasyonu sonrası hastalarda yeterli uzak görme keskinliğine ulaşılmaktadır. Yakın görme için gözlük ihtiyacına ek olarak uzak görme için de gözlük tashihi bazen gerekmektedir. Yakın görmede gözlüğe bağımlılık durumu hastaların yaşam kalitesini ve memnuniyet durumunu etkilemektedir .Bu nedenle yeni göz içi mercekleri geliştirilmiştir. Bu mercekler refraktif, difraktif veya her ikisini de içerecek şekilde farklı dizaynlarda oluşturulmuştur. Ayrıca akomodatif göz içi mercekleri ve başka birtakım teknolojiler geliştirilmiştir. Bu merceklerde ilk hedef her mesafede hastalara gözlük bağımsız bir yaşam sağlamaktır. Fakat hastalarda haloların görülmesi, kamaşma(glare) şikayetleri ve kontrast duyarlılıkta azalma gibi dezavantajları bulunmaktadır[2].

Refraktif multifokal göz içi merceklerde(GİM) optik olarak farklı refraktif zonlar oluşturulmuş ve böylece ışığın bölünerek farklı odaklara toplanması sağlanmıştır.[3]. Işığın bu şekilde dağılarak bölünmesi nedeniyle tüm multifokal GİM'lerde olduğu gibi kontrast duyarlılığında azalma gerçekleşir. Ayrıca pupil çapı ile ışık dağılımının değişmesi ve de disfotoptik şikayetler yönünden dezavantajlar içerirler[4].

Difraksiyon teknolojisinde basamaklı konstantrik halkalar ile pupil çapından bağımsız şekilde ışığı farklı mesafelere odaklamak amaçlanmıştır. Apodizasyon teknolojisi ile ışınların yarattığı halo etkisi en aza indirgenmiş ve kontrast duyarlılık arttırılmıştır[3].

Yakın zamanda geliştirilmiş olan sinüzoidal dizaynlı göz içi mercekleri, diğer trifokal göz içi merceklerinin dizaynlarındaki gibi basamaklı geçişlerin aksine basamaksız dalgalarla tasarlanmış yeni nesil bir trifokal göz içi merceğidir. Optik yüzeyde bulunan 12 adet sinüzoidal dalga pupil çapı değişimlerinden etkilenmeden retinaya yüksek ışık transferi, geniş odak derinliği ve optimum ışık dağılımı sağladığı düşünülmektedir. Bu şekilde hastaların hem kromatik aberasyonlar hem de fotopsi şikayetlerinin daha az olması amaçlanmaktadır.

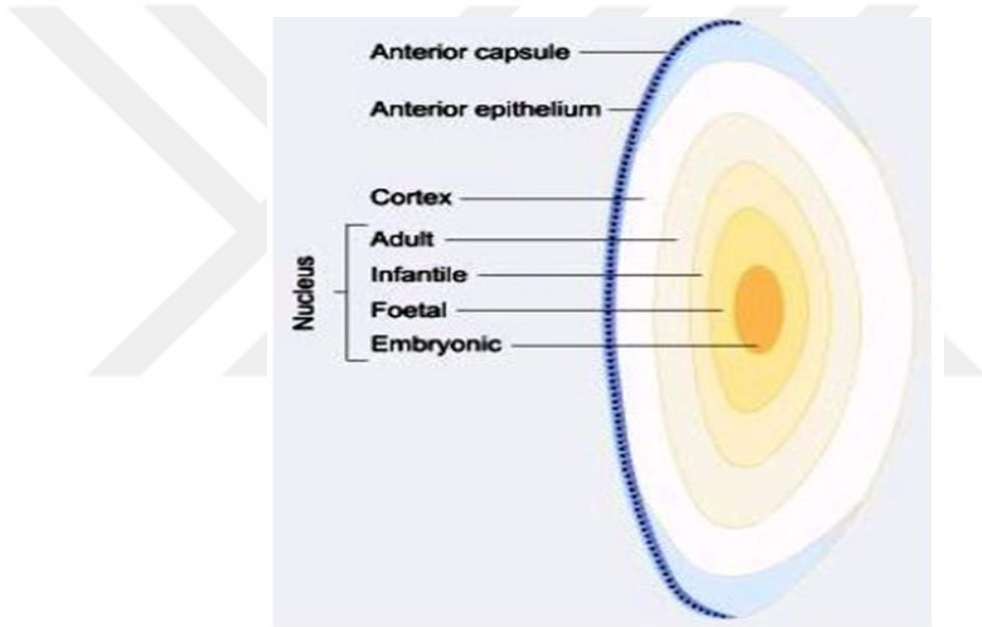
Yeni geliştirilmiş olan teknolojilerden birisi de tek odaklı fakat uzatılmış odak derinliği içeren göz içi merceklerdir. Bu uzatılmış odak derinliği (EDOF) konsepti 3 temel prensibe dayanmaktadır. Bunlar odak zonu şeklinde genişletilmiş odak noktası, asferisite ve iğne deliği (pinhole) optiğidir. Böylelikle sadece kaliteli bir uzak görme değil belirli bir mesafeye kadar ara mesafe görme düzeyleri de sağlanmış olmaktadır. Ayrıca çok odaklı merceklerin dezavantajları olan halo ve kamaşma (glare) şikayetleri monofokal merceklerdeki gibi minimal düzeyde olduğu düşünülmektedir. [5]EDOF teknolojisinin diffraktif lenslerle birleştirilmiş formları da olmasına rağmen Tecnis Eyhance lensi tek odaklı mercek tasarımındadır.

Bildiğimiz kadarıyla sinüzoidal dizaynlı mercekler ile ilgili klinik sonuçlarının değerlendirildiği ulusal ve uluslararası düzeyde bir çalışma bulunmamaktadır. Ayrıca bu çalışmamızda hastaların wavefront aberasyonları kıyaslanabilecek ve Amerikan Ulusal Göz Enstitüsü Görme işlevi Anketi 25 ve diğer klinik sonuçların birbiriyle olan ilişkileri de değerlendirilmiştir. Buna ilaveten, tek odaklı uzatılmış odak derinliği(EDOF) içeren göz içi mercekleri ile ilgili de klinik çalışma çok az sayıdadır. Bu çalışmada katarakt cerrahisi gerçekleştirilmiş hastalardan sinüzoidal dizaynın avantajları ve dezavantajları, tek odaklı uzatılmış odak derinliği(EDOF) içeren göz içi merceklerin kliniği değerlendirilmiş olup sonuçlarının başka klinik çalışmalara da öncü olacağı kanaatindeyiz.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Lens Anatomisi

Doğumda ağırlığı 65 mgr olan lens yaşla birlikte büyümekte, 10 yaşında 160 mgr olan lens daha sonra ise yavaş bir şekilde 90 lı yaşlarda 250 mgr'a ulaşmaktadır. Erişkin lensinin ekvatorunda çapı 9 mm, ön arka çapı 5 mm dir[6]. Lens tip 4 kollojenden oluşan bir kapsülle çevrilidir. Lens için bir bariyer görevi ile akomodasyon sırasında lensin şeklini koruma görevi vardır. Posterior polde en ince iken ekvatorunda zonullerin bağlandığı bölgelerde en kalındır[7]



Şekil 1. Lens anatomisi

Ön kapsül altında tek sıra halinde dizilmiş hegzogonal hücreler lens epiteli tabakasını oluşturmaktadır. Lensin merkezindeki hücreler sabit olmalarına karşın ekvatorunda bulunanlar epitel hücresi üretirler. İntrauterin hayatta çoğalmaya başlayan lens epiteli yüzeyel ektoderm kökenli olduğu için apikal kısmı içe tabanı dışa dönük şekilde dizilmişlerdir. Bunlar poligonal uzantılı mikrofilyamanlardır. Yan duvara tutunurlar ve uyum sırasında yapının düzenini sağlarlar. Hücre yan duvarları girintili ve çıkıntılıdır. Aralarında çapraz bağ veya tıkaç yoktur, desmozomlarla tutunurlar. Bu özellikleri ile küçük molekülü metabolit ve iyon alışverişi sağlanmaktadır [8].

Lens korteksi, hücre çekirdekleri bulunan birbirine zayıf olarak bağlanmış fibrillerden oluşmaktadır. Nükleus ise sıkışmış fibrillerden oluşur ve bu fibrillerin her biri diğerine kuvvetli girintilerle bağlanmıştır. Merkezdeki sert kısımda hücre çekirdeği bulunmamaktadır. Düzenli bir organizasyon mevcut değildir. Bununla beraber yüzeyel korteksten derin nükleusa geçiş derece derece olduğundan, lens fibrillerinin lameller yapısının korunduğu ve bazı hücrelerde çekirdek bulunan bir ara bölge vardır. Lensin yüzeyel korteksi yumuşak olan ve aspire edilebilen kısmıdır. Epinükleus ise yarı yumuşak materyalden oluşmaktadır. Derin nükleus ise sert materyalden oluşan ve doğurtulabilen veya parçalanabilen ancak aspire edilemeyen kısımdır.

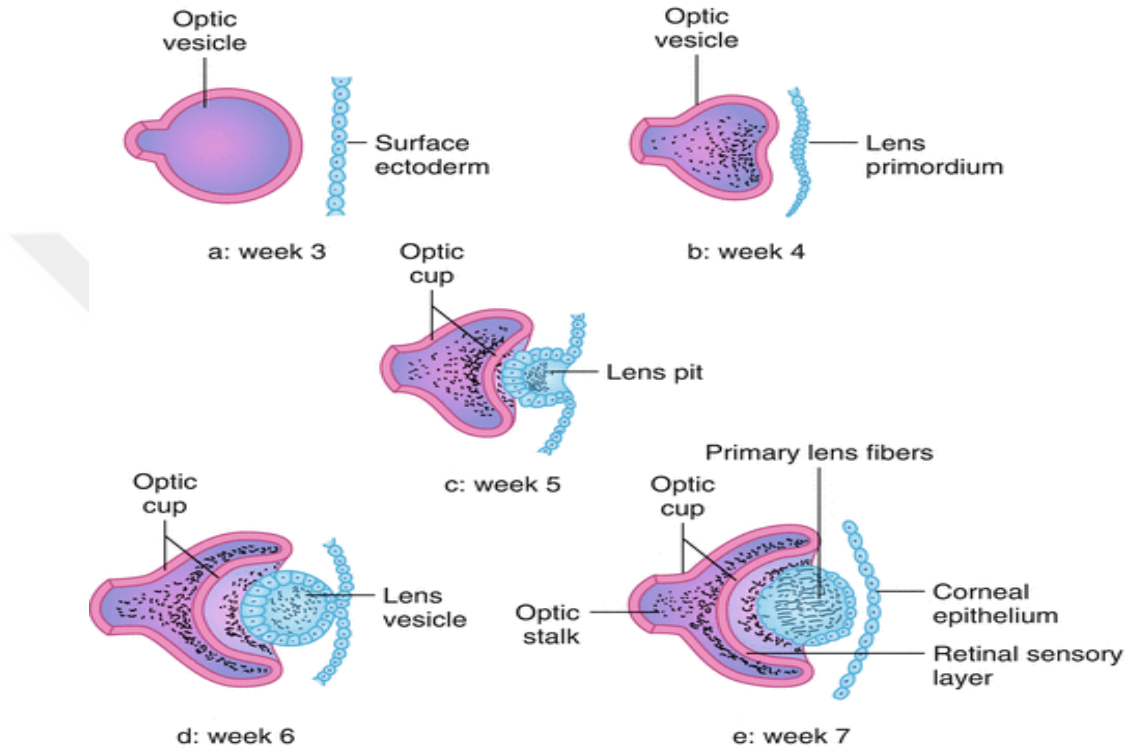
Yaşla beraber suda çözünemeyen protein parçacıklarının artışı sonucu kırıcılık indeksi azalmaktadır. Sonuç olarak göz bu zıt değişiklikler nedeniyle daha hipermetropik ya da miyopik hale gelmektedir [8].

2.2. Göz ve Lens Embriyolojisi

İnsan gözünün embriyonal ve fetal gelişimini 3 dönemde inceleyebiliriz. İlk döneme embriyogenezis denmekte ve 3. haftada hala açık olan nöral katlantıların genişlemiş kranial ucunda orta çizginin her iki tarafında optik sulkusun görünümü ile sonlanmaktadır. İkinci dönem organogenezis olarak bilinmekte ve 8. haftaya kadar devam etmektedir. Üçüncü dönemde de primitif organların çoğu kısmen veya tam olarak organlara dönüşürler.[9]

4. haftada nöral kanalın anterioru kapanır ve sonrasında lateral duvarı optik vezikülü meydana getirir. Optik vezikülün alt nazal duvarının invajinasyonu ile de “optik kap” oluşur ve lens plağı , retinal disk ve embriyonik fissürün oluşumu başlar. Embriyonik fissür uzayarak optik vezikülün kavitesi ile nöral kanalın kavitesini birbirine bağlar ve hyaloid arter bu yolla optik kap’a penetre olur. 5. hafta boyunca, optik kap sonuçlandırılır ve dış tabakasının hücreleri, perioküler mezenşimdeki kılcal damarlarla temas sonucunda pigmentasyon kazanır. Bu kılcal damarlar birbirleriyle anastomoz yaparlar ve anuler damarları oluştururlar. Lens plağı lens çukuruna dönüşür ve sonrasında yüzey ektoderminden ayrılacak olan lens vezikülüne dönüşür. Optik kapta hyaloid damarlar posterior tunika vasculosa lentis'in kılcal damarlarını oluşturur. Primer vitreus oluşur ve lens vezikülü üzerindeki yüzey ektodermi kornea epiteline farklılaşır. 6. haftada ise optik kapın iç yüzeyi sensoryel retinaya farklılaşır , sekonder vitreus

oluşur, lens veziküllerinin posterior hücreleri primer lens fibrillerine dönüşür. Primer lens fibrilleri vezikülü doldurur ve embriyonel nukleus oluşturulur. 8. haftadan sonra da epitel hücreleri ekvatoryal alanda lens fibrillerine dönüşür. Bu fibriller daha önce oluşanları merkeze iter. Böylece fetal nukleus oluşur. Ekvatordaki lens fibril üretimi bu şekilde devam eder. Erişkin lense böylece oluşmuş olur.[9], [10]



Şekil 2. Lensin embriyolojik gelişimi

2.3. Lens Fizyolojisi

Merkezde 1.4 , periferde 1.36 refraktif indeksi bulunmakta ve toplamda yaklaşık 20 D olarak fonksiyon göstermektedir. Yaklaşık olarak da 16 D akomodasyon yeteneği mevcuttur. Lensin %33'ünü oluşturan proteinlerin ve hücrelerin düzenli dizilişi ve avasküler olması transparans ve refraktif özelliğini sağlamaktadır. Difüzyon yoluyla beslenen lensin epiteli metabolik olarak aktiftir. İyon ve metabolik homeostazda temel rolü epitel üstlenmektedir. “Pompa - sızma sistemi” ile ön kamaradaki sıvıdan lens içerisine sodyum, potasyum, kalsiyum ve amino asitlerin aktif transportu sağlanır ve arka kapsülden pasif difüzyon ile metabolik denge sağlanır. İyonik ve metabolik homeostazı sayesinde ışık geçirgenlik özelliklerini, geometrisini ve refraktif indeksini korumaktadır. Örneğin yaşla birlikte lensteki su miktarı azalır , suda çözünemeyen

protein miktarı artar ve lens sertleşir. Böylece akomodasyon ve lensin saydamlığı bozulur[11], [12].

Lens , kapsülü sayesinde diğer dokulardan izole olur[13]. Bu anatomik izolasyona ek olarak damarsal ve sinirsel yapıların olmaması lense birçok patolojik durumdan korumaktadır. Örneğin; lense özgü primer inflamatuvar hastalıklar veya lense özgü primer neoplazmlar bu mekanizma sayesinde izlenmemektedir.[14]

2.4. Katarakt

Katarakt terimi şelale yada demir parmaklık anlamına gelen latince “cataracta” ve yunanca “katarraktes” kelimelerinden kaynaklanmıştır. .Lenste yaşa bağlı değişikliklerle veya travma, inflamasyon, metabolik bozukluklar ve beslenme bozuklukları, radyasyon gibi nedenlerle meydana gelen opasitesiye katarakt denir[1].

Deneyssel kataraktlarda en erken elektromikroskopik düzeydeki değişiklik, epitelyal yüzeyel kortikal hücrelerin vakuolizasyonudur. Başlangıçta lens liflerinin şişmesiyle su içeriğinde artış olur ve katarakt matür hale gelinceye kadar su içeriği azalır. Hücre membranındaki iyon pompasının bozulması sonucu potasyum kaybı olur, kalsiyum içeriği artar, oksijen tüketimi ve askorbik asit miktarı azalır, glutatyon miktarı sıfıra düşer. Sonuç olarak, özellikle çözünabilir protein miktarında azalma olur ve bu duruma albüminoidlerdeki artış eşlik eder. Bu mekanizmanın en iyi örneği nükleer sklerotik kataraktır [15].

Kataraktlar nükleer, kortikal ve subkapsüler olmak üzere üç grupta incelenebilir.

Nükleer kataraktlarda yaş ile birlikte lens nükleusu sertleşir , pigmentasyonu artar. Biomikroskopide nükleusun lameller yapısını kaybettiği ve kahverengi renk almaya başladığı görülür. Kırıcılık indeksinin artmasıyla hastada miyopik kırma kusuru gelişebilir. Lensteki pigmentasyon arttıkça lens daha opak hale gelir.

Kortikal kataraktlar tek başlarına ya da nükleer katarakt ile birlikte görülebilirler. Başlangıçta vakuoller izlenir ve kortikal lameller arasında şeffaf alanlar bulunur. Bu alanlar zamanla bulanıklaşır ve su çekerek büyürler. Kesiflik daha çok periferden başlar. Kapsülden nükleusa kadar tüm korteks tutulduğunda bu duruma, matür katarakt denir.

Subkapsüler katarakta ise kesiflik sıklıkla arka subkapsüler bazen de ön subkapsüler yerleşim gösterir. Diabetiklerde ve uzun süreli steroid kullananlarda görülebilir. Biomikroskopide retroillüminasyon ile iyi görülür ve kapsülün altında sadece ince parlak bir plak gibi tabaka oluşturur. Lensin kalan kısmı şeffaf olabileceği gibi, nükleer katarakt da bulunabilir [16].

2.4.1. Katarakt Epidemiyolojisi

Dünya Sağlık Örgütü(WHO) verilerine göre tüm dünyada yardımsız yürüyemeyecek seviyede görme kaybı olan 40-45 milyon kişi bulunmaktadır ve bunların yüzde 46'sı katarakt nedeniyledir[17]. Popülasyonun yaşlanmasıyla birlikte dünya genelinde körlük sıklığı artmaktadır. Katarakt hastalığı ise genellikle yaş ile ilişkili bir hastalık olduğundan dolayı prevalansı 2020 yılına kadar iki katına çıkacağı tahmin edilmektedir[18].

Yaş ile ilişkili katarakt için tek bir derecelendirme sistemi olmaması veya görme kaybını tanımlamadaki farklılıklar prevalans çalışmalarını değerlendirmeyi zorlaştırmaktadır. Fakat çok geniş prevalans çalışmaları bütün bu kısıtlılıklara rağmen yapılmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü'ne göre 2014 yılında yaklaşık 95 milyon katarakt hastası bulunmaktadır[19].

Gelişen teknikler ve cerrahi alandaki teknolojiler sayesinde her yıl katarakt cerrahisi artmaktadır. 2020 yılında yıllık yaklaşık 30 milyon kişinin katarakt cerrahisi geçireceği tahmin edilmektedir[20].

2.4.2. Katarakt Cerrahisi Tarihçesi

Kataraktın cerrahi tarihçesi 3000 yıl geriye gitmektedir. MÖ. 1000 yıllarında Mısırlılar lens patolojisini tanımış ve tedavi amacıyla farklı metodlar uygulamışlardır. MÖ. 800 yılında Hintli Susruta Circa' nın açılan sklerotomiden sivri bir cisimle ön kamaraya girerek lensi vitreus kavitesine atma yöntemi yazıtlarda geçmektedir. İbni Sina da bu yöntemi uygulamıştır.Bu işlemin adı tarih kaynaklarında "mil çekme" yada Fransızca "coucher" olarak geçmektedir(11).



Şekil 3.”mil çekme” ya da Fransızca “coucher” işlemi

1600'lerde lens anatomisi ile ilgili bilgi düzeyinin artmasıyla birlikte kataraktlı lensin kesi aracılığıyla dışarı çıkarılması yöntemleri geliştirilmeye başlanmıştır. 1668 'de Stephan Blaukaart korneal kesi ile ön kamaraya giriyordu. 1752'de Fransa'da Jacques Daviel ise gözün alt yarısında limbustan yaptığı kesiyi makasla genişletiyor, ön kamaraya bu şekilde giriyor ve lens kapsülünü çizerek bası ile nukleusu göz dışına çıkarıyordu. Jacques Daviel'in bu yöntemi ekstrakapsüler katarakt ekstraksiyonu olarak isimlendirilmektedir.[21].

1753'te Samuel Sharp İngiltere'de ilk intrakapsüler tekniği uygulamıştır. Bu yöntemle lensin tamamı kapsülüyle beraber geniş bir limbal insizyondan dışarı alınmaktadır. Kataraktlı lensin doğurulmasında başparmağını kullanmaktaydı ve zonullerin ayrışmasını sağlamak cerrahinin önemli bir parçasıydı. 1957 'de Joaquin Barraquer zonullerin ayrışması için alfa kemoripsin enzimini kullanmıştır. Lens ve lens kapsülü birlikte çıkarıldığı için bu yöntemle vitreusun ön kameraya prolabe olma ihtimali artmakta ve retina dekolmanı, makuler ödem gibi komplikasyonlara daha sık neden olmaktadır. [16], [22]

Cerrahi aletlerde ve anestezi alanındaki gelişmelere ek olarak 1970'li yıllarda oftalmik viskoelastik maddelerin kullanımı ile katarakt cerrahisi daha güvenli ve pratik hale geldi. Kornea endotelinin travmalara bağlı hasarı gibi birçok komplikasyonu azalmıştır [23].

İlk kez 1967 yılında Charles Kelman ekstrakapsüler katarakt ekstraksiyonuna alternatif olarak fakoemulsifikasyon tekniğini sunmuştur[24]. İlk başlarda bilim dünyası tarafından dirençle karşılaştı da daha küçük insizyonla şu anda en güvenli yöntem olarak kabul edilmektedir[24].

1993 yılında Fichman ise katarakt ameliyatının sadece topikal anestezi ile yapılabilirliğini göstermiştir[25].

2.4.3.Tarihçe; İntraoküler Göz İçi Mercekleri

Birinci Dünya Savaşı sırasında İngiliz savaş pilotlarında göz içine giren pleksiglass maddesinin herhangi bir reaksiyon vermemesinden yola çıkılarak ilk kez Ridley tarafından göz içine akrilik lens olarak da bilinen PMMA lens yerleştirildi.Postoperatif glokom, uveit gibi komplikasyonlardan dolayı ilk başlarda çok desteklenmese de Ridley günümüzün katarakt cerrahisinin en önemli kısımlarından birini ortaya koymuştur[26].

Göz içi lens implantasyonu bulunduğu zamanda intrakapsüler katarakt ekstraksiyonu temel yöntem kabul edilmekteydi. Lens ve lens kapsülü birlikte çıkarıldığından dolayı lensler ön kamaraya yerleştirilirdi veya irise fikse edilirdi. Dolayısıyla endotelyal yetmezlik veya uveit-glokom-hifema sendromu gibi nedenlerle uzun dönemde güvenli değillerdi[26].

İntrakapsüler lens ekstraksiyonu tekniğinin daha az tercih edilmesi ile birlikte arka kamara lenslerine olan ilgi de artmıştır. Steven Shering 1970 'li yıllarda arka kamarada santralize şekilde durabilecek ilk lens dizaynını geliştirmiştir.1975'te ise Pearce ilk kez arka kamaraya göz içi lensi implante etmiştir. Klasik olarak optiği PMMA (polimetilmetakrilat), haptikleri ise polipropilen J bacaklı lensler Shering, Kratz-Sinsky ve Simcoe lensleridir. İlk arka kamara lensi 1975'te Pearce tarafından göziçine implante edilmiştir[27].

1980 'li yıllarda ilk katlanabilir göz içi lensi üretildi. 1992 yılında ise Shimizu tarafından astigmatı azaltmak için kullanılan torik göz içi lensleri kullanıma girdi[28], [29]. Shimizu'nun ürettiği bu lens 3 parçalı katlanamaz PMMA dan üretilmiş bir lensdi. 5.7 mm insizyon gerektirmekte ve sadece 2.0 D veya 3.0 D silindirik gücü mevcuttu[29].

2.4.4. Katarakt Cerrahisi Çeşitleri

2.4.4.1. İntrakapsüler Katarakt Ekstraksiyonu

Ön kamaraya geniş bir insizyonla girilerek kataraktlı lens lens kapsülü ile bir bütün olarak forceps veya kriyo yardımıyla ekstrakte edilir.Cerrahinin en önemli aşamalarından birisi zonul diyalizidir[30].

2.4.4.2. Ekstrakapsüler Katarakt Ekstraksiyonu

Ekstrakapsüler cerrahide superior limbal peritomi sonrası ön kapsül “can opener” veya “kapsüloreksis” tekniğiyle açılır. Lens, kapsül içinden dışarı çıkarılır. Korteks materyali irigasyon aspirasyon ile daha sonra alınır. Ardından göz içi merceği kapsuler bag içine yerleştirilir. Cerrahi, kesinin suture edilmesi ile birlikte sonuçlandırılır. Arka kapsülün intakt olması sayesinde vitreusun proabe olması ile ilişkili komplikasyonlar daha az izlenir[31].

2.4.4.3. Fakoemulsifikasyon

Bu yöntem ekstrakapsüler katarakt ekstraksiyonu aşamalarına benzerdir. En önemli avantajlarından birisi insizyonun daha küçük olmasıdır. Skleral tünel veya “clear corneal” kesi yapılabilir. Ön kamarayı stabil tutmak ve korneal endotel hasarını minimize etmek için viskoelastik madde verilir. Sonrasında “kontinius körvilineer kapsüloreksis” gerçekleştirilir. Lens ile kapsülünün arasındaki bağları gevşetmek amacıyla sıvı verilir. Bu aşamaya “hidrodiseksiyon” denilir. Lens ultrasonik enerji ile paraçalanır ve aspire edilir. “Hidrodelineasyon” ise lensin kendi içindeki tabakaların ayrışmasını sağlar. Fakoemulsifikasyon ile lens temizlendikten sonra kalan korteks parçaları “irigasyon-aspirasyon” ile temizlenir. Kapsuler bag içine göz içi mercek yerleştirildikten sonra intrakamaral antibiyotik ile operasyona son verilir[32].

2.4.5.Psödoakomodasyon

Bu kavram, gözün tüm optik sisteminin gücünü değiştirerek veya bu sistemin kısmen çalışma şeklini değiştirerek bir şekilde yakın görme işlevini artıran herhangi bir yöntemi ifade eder.Yakın mesafede görme fonksiyonu aşağıdaki mekanizmalarla gerçekleştirilebilir[33];

Göz içi merceklerinde aksiyel uzunlukta değişiklik dolayısıyla gözün toplam refraktif üçünde değişiklik

-Multifokalite: korneada(presbiLASİK) veya intraoküler mercekte

-Artmış odak derinliği:pinhole etkisi gibi farklı metodlarla gerçekleştirilir. Psödoakomodasyonun en önemli faktörlerinden biridir. Nakazawa ve arkadaşları psödoakomodasyon miktarının, monofokal göz içi mercekleri implante edilen gözlerde hesaplanan odak derinliği ile yüksek derecede korelasyon gösterdiğini göstermiştir[34]. Fakat uzak görme keskinliği ile odak derinliği arasında ters ilişki saptanmıştır[35]. Bu etki pupil çapı, astigmat miktarı ve özelliği, korneal aberasyonlarla değişmektedir.[36]

2.4.6. Presbiyopi

Presbiyopi, beşinci dekatta başlayan akomodasyonda azalma nedeniyle görülen fizyolojik bir yetersizliktir. Günlük aktivitelerinde yakın görme ihtiyacı fazla olan bireylerin presbiyopi ile ilgili şikayetleri daha erken olmaktadır. Yakına göre uzakta daha iyi görmeleri olan presbiyopi hastaları inceledikleri nesneleri veya okudukları yazıları sürekli olarak uzaklaştırma ihtiyacı hissederler. Zaman içerisinde bulanık görme, alın ve şakak kısımlarından ağrı gibi sorunlarla karşılaşır. Yakın mesafede dikkat gerektiren işler ile ilgilenirken odaklanmakta ve dikkatlerini toparlamakta zorluk çekerler[37].

Presbiyopinin fizyolojisi tam olarak anlaşılmış değildir. İleri sürülmüş birkaç teori mevcuttur. Başlıcaları:

1-Helmholtz'a göre akomodasyon, lensin elastik özellikleri ve lensin genişlemesine izin veren vitreus sayesinde refraktif gücünün artmasıyla gerçekleşmektedir. Akomodasyon sırasında siliyer kaslar kasılır, zonuller gevşer, lensin elastik özelliğiyle gerginliği azalır ve yuvarlak hale gelir[38]. İlerleyen yaşla birlikte sklerotik lensin akomodasyon gücündeki azalma bu teoriyle açıklanmıştır.

2- Schachar ise akomodasyonda siliyer kasın longitudinal liflerinin kasılmasının temel mekanizma olduğunu öne sürmüştür. Farklı olarak siliyer kasların kasılmasına bağlı zonullerin gerginleştiği ve böylece lensin ön yüzünün kûrvatürünün arttığını öne sürmüştür. Bu teoriye göre presbiyopi, yaşlanan lenslerdeki ekvatoryal çapın artmış olması ile ilişkilidir. Lensin periferal hacmi azalır fakat santral hacmi artar. Kasılmaya

bağlı genişlemesi beklenen lensin ekvatoryal çapı belli bir büyüklükte olduğu için akomodasyon izlenmemektedir.[39]

3. Coleman’a göre zonüler lifler bir asma köprünün destek direkleri gibi işlev görür ve lensin doğal eğriliğini belirler. Coleman, bu eğriliğin hüner aköz ve vitreus arasında basınç değışiklikleri ile belirlendiğini ve akomodasyonda bu dengenin rol aldığını iddia etmiştir. Vitrektomi sonrası akomodasyon amplitüdünün düşmesi bu düşüneyi desteklemektedir[40]

Presbiyopinin düzeltilmesinde birçok yöntem kullanılmaktadır. Noninvaziv yöntemler olan multifokal veya bifokal progresif gözlükler veya kontak lensler ile uzak ve yakın yeterli görme sağlanmasına rağmen tam anlamıyla gerçek akomodasyonun yerini almaz. Cerrahi riskleri taşımadığından en sık kullanılan yöntemlerdir.

Presbiyopinin düzeltilmesinde kullanılan cerrahi yöntemlerin anatomik olarak sınıflandırılması tablo 1 de gösterilmiştir [37]

Tablo 1. Presbiyopinin düzeltilmesinde kullanılan cerrahi yöntemlerin anatomik olarak sınıflandırılması gösterilmiştir

KORNEAL PROSEDÜRLER	LENS PROSEDÜRLERİ	SKLERAL PROSEDÜRLER
a)Lasik ve yüzey ablasyonları(PRK ,LASEK , epi-Lasik) -monovizyon -multifokal presbiyopik prosedür b) İntrakor(femtosaniye lazer) c)korneal inlay	a) Tek odaklı göz içi mercek implantasyonu(monovizyon) b) Çok odaklı göz içi mercekleri c) Akomodatif göz içi mercekleri	a)Anterior siliyer sklerotomi -temel yöntem - Skleral ekspansiyon bantları ile - Yag lazer ile

2.4.7. Monovizyon

Presbiyopi tashihi için tek odaklı göz içi mercekleri ile “monovizyon” metodu uzun yıllardır kullanılan popüler bir yöntemdir.Tek gözde myopi oluşturularak yakın ve ara mesafe görme düzeylerinde artış sağlanmaktadır. Dominant göz emetropi oalcak şekilde ayarlanır. Bu yöntemin kısıtlılıkları derinlik algısında bozulma, anizokoni ve

anizometri gibi şikayetlerdir. Hastaların bu merceklerle toleransını test etmek için ameliyat öncesinde nondominant göze kontakt lens denemesi yapılabilir.[41]

2.4.8. Yeni Nesil Göz İçi Mercekleri

2.4.8.1. Akomodatif Göz İçi Mercekleri

Günümüzde akomodatif göz içi mercekleri 3 mekanizma ile fonksiyon göstermektedir:

1-Aksiyel pozisyonda değişiklik(tek veya ikili(“dual) optik)

2-Şekil veya kurvatürde değişiklik

3-Refraktif indeks veya güçte değişiklik

Akomodatif lenslerin çoğunluğunun mekanizması tek odaklı standart merceklerin aksiyel pozisyonda değişiklik esasına dayanmaktadır. Teorik olarak mercekler kapsüler бага yerleştirildikten sonra ön kapsül fibroze olur, merceğe basınç uygulanmış olur ve mercek posteriora doğru eğilmiş olur. Siliyer kas kasıldığında vitreus kavitesi basıncı artar ve mercek öne doğru ilerler. 1mm yer değişikliği yaklaşık 2 D güce denk gelmektedir[33].

Piyasaya sunulan İlk akomodatif göz içi merceği BioComFold 43A (Morchner GmbH, Stuttgart, Almanya) FDA onayı almamıştır.

Crystalens(Bausch & Lomb, Rochester, New York, USA) , TetraFlex(KH3500; Lenstec, St. Petersburg, Florida, USA) , Synchrony (Visiogen, Inc. Irvine, California) , NuLens ve WGİL-CF Lens en çok bilinen akomodatif göz içi merceklerindendir.

Crystalens (Bausch & Lomb, Rochester, New York, USA) tek optikli tasarıma ait GİM’lerdendir.3 parçalı yapısı olan Crystalens, kapsüler kesede fiksasyonu sağlayan haptiklere asılı menteşelere sahiptir. Bu mercekte öne sürülen mekanizma akomodasyonun hidrolik süspansiyon teorisine dayanmaktadır[40].Akomodasyon ile GİM öne doğru hareket eder. Cumming JS ve arkadaşlarının yaptığı geniş çaplı analizlere göre uzak mesafede 6/12 den daha iyi gören yakın mesafede J3 den daha iyi gören hastaların oranı tek gözde Crystalens olanlarda % 78.8 iken bilateral Crystalens implante edilmiş hastalarda %96.7 ‘dir. Ayrıca bu çalışmaya göre kontrast duyarlılıkta azalma ve kamaşma şikayetlerinde artış izlenmemiştir.[42]. Crystalens ile Restor +3 D

multifokal GİM'leri karşılaştıran başka bir çalışmaya göre ise uzak mesafe düzeltilmiş yakın görmede daha kötü sonuçlar (sırasıyla ortalama LogMAR: 0.360,-0.042) bildirilmiş, düzeltilmiş ara mesafe görme keskinliğinde ise biraz daha iyi sonuçlar (ortalama logMAR: 0.186) bildirilmiştir.[43]



Şekil 4. Crystalens akomodatif göziçi merceği

Robert Kellan tarafınca dizayn edilen TetraFlex(KH3500; Lenstec, St. Petersburg, Florida, USA) tek parçalı, HEMA (hidroksietilmetakrilat) materyali içeren tek optik tasarımlı bir GİM'dir. HEMA materyali %26 su içeriğiyle oldukça esnek bir yapı sağlar. Haptikleri Helmholtz teorisine göre akomodasyon sırasında GİM'nin hareket avantajını sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Menteşe prensibine dayanmayan bu tasarımda göz içi merceğinin kapsüler kese ile birlikte öne doğru hareket etmesi planlanmıştır. Wolffsohn ve arkadaşlarının yaptığı çalışmaya göre Tetraflex in yakın görme fonksiyonunu artırdığı fakat göz içinde rölatif olarak sabit pozisyonda kaldığı gösterilmiştir. Buna göre yakın görme fonksiyonunun planlandığı gibi GİM'in kapsüler kese içinde öne doğru hareketinden ziyade bükülebilirliğine bağlı olarak optik aberasyonlarda oluşan değişikliklere bağlı olabileceği düşünülmektedir[44]. Başka bir çalışmada ise yakın ve ara mesafe görmede tek odaklı merceklerle monovizyon ve Crystalens arasında anlamlı farklar gözlenmemiştir[45].



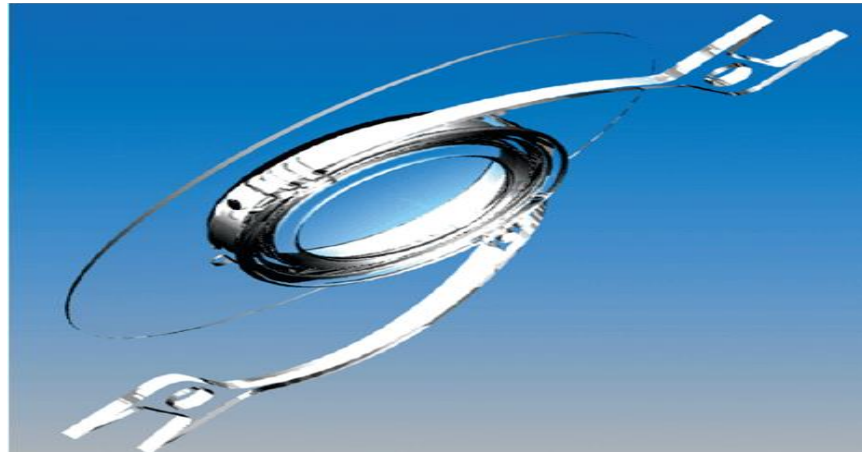
Şekil 5. Tetraflex akomodatif göziçi merceği

Synchrony çift optikli akomodatif GİM'lerdendir. Ön optik +32 D iken arka optik negatif güçtedir ve değişkendir. Slikon materyalinden üretilmiş bu mercek kapsüler keseyi tamamen kaplar. Akomodasyonda siliyer kasın kasılmasıyla birlikte zonuller gevşer ve kese gerilimi azalır ve iki optik arası mesafe artar ve öne doğru hareket etmiş olur. Yaklaşık +3.2 D lik bir akomodasyon sağlanmış olur.[46] Bu mercek ile ilgili uzun dönemde klinik durumunu gösteren çalışmalar sınırlı sayıdadır.[47]



Şekil 6. Synchrony çift optikli akomodatif göziçi merceği

NuLens akomodatif göziçi merceği (NuLens, Ltd., Herzliya Pituah, Israel) şekil ve kurvatur değişikliği prensibine dayanan akomodatif GİM'lere örnektir. Ön ve arka olmak üzere iki farklı sert tabakadan ve arasında esnek slikon bir jelden oluşur. Ön tabaka merkezinde bir delik bulunur. PMMA haptikleri ile sulkusa yerleşmiştir. Akomodasyon sırasında arka tabaka piston özelliği gösterir, slikon jelde bu deliğe doğru şişme olur böylece kırma gücü artar.[48]



Şekil 7. NuLens akomodatif göziçi merceği

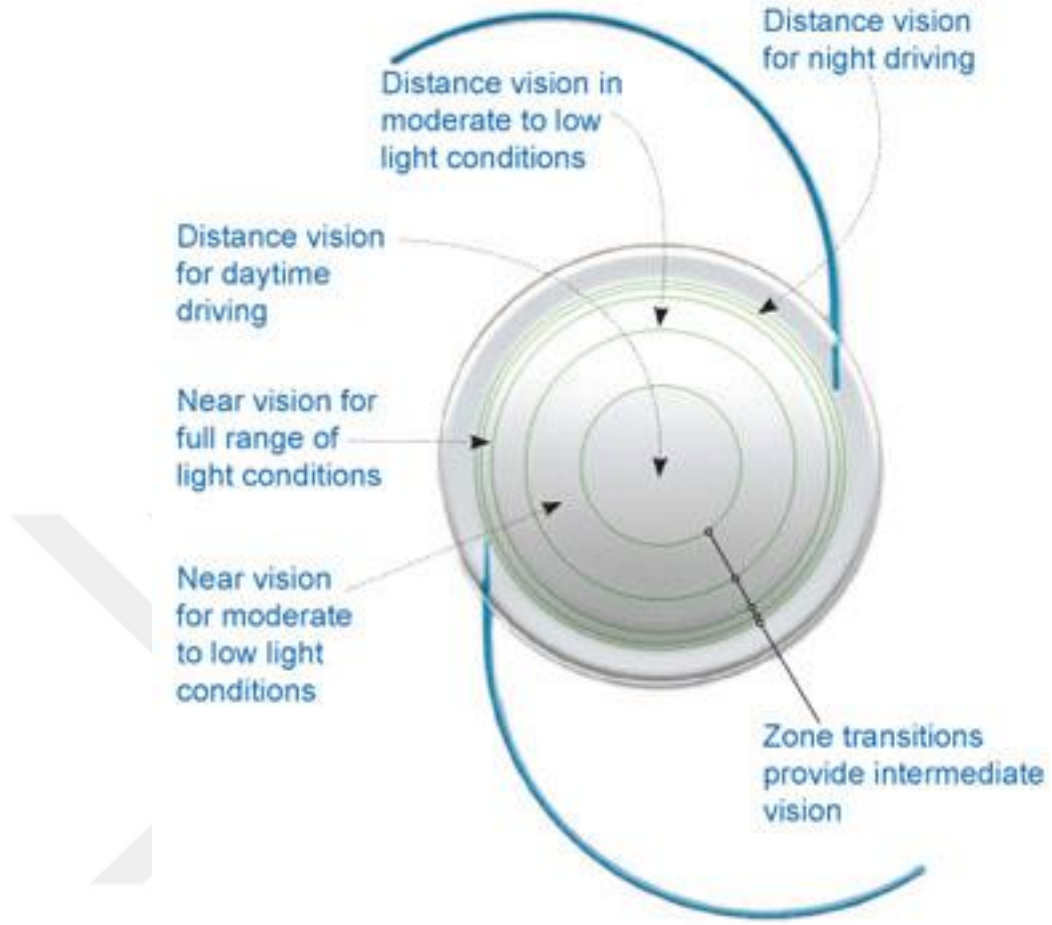
2.4.8.2. Çok Odaklı Göz İçi Mercekleri

Uzak mesafeye ek olarak ara mesafe ve yakın mesafe için de olan birden fazla odak içermektedirler. Bu göz içi mercekleri gerçek bir akomodasyon gerçekleştirmeden farklı optik özellikleri ile yakın ve ara mesafe görme sağlamaktadırlar. Bu çok odaklılığı sağlamada temelde iki model kullanılmıştır. Bunlar refraksiyon ve difraksiyondur[41]. Bifokal ve trifokal olmak üzere iki grup halinde de incelenebilir. Birçok odaktan oluşan bu görüntülerin simultane persepsiyonu cerrahi sonrası ilk zamanlarda hastalar için rahatsız edici olabilir ve bu durum aylarca sürebilir[49].

2.4.8.2.1. Refraktif Çok Odaklı Göziçi Mercekleri

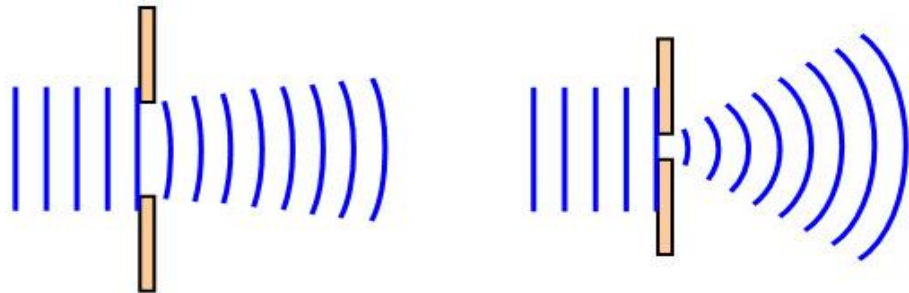
Refraksiyon, ışığın yoğunluğu farklı bir ortamdan başka bir ortama geçerken yön değiştirmesidir. Bu mercekler lensin ön yüzeyinde konstantrik zonlar içerir ve her zon birbirinden ayrı tek bir odak içerir. Merkezinde en yüksek dioptrik güç olacak şekilde dizayn edilmişlerdir. Bu dizaynın amacı yakın refleksinde gelişen miyozis ile birlikte yüksek dioptrik gücün etkin hale gelmesidir. Işığın yaklaşık %50-60'ı uzak, %22-38'i yakın, %15-18'i ara mesafe görme için kullanılır. Kontrast duyarlılık ışık bölünmesi nedeniyle azalmaktadır. Pupil bağımlı bir mekanizmadır. Ayrıca lensin desantralizasyonuna olan toleransı daha düşüktür[50].

Bu gruba örnek olarak ReZoom (Abbott Medical Optics) lensini verebiliriz. FDA onayı almış ilk çok odaklı mercek olan Array mercekleri üzerine geliştirilmiştir. Hidrofobik akrilik materyal içeren ReZoom optik çapı 6.0 mm olan 3 parçalı bir mercektir. ReZoom merceklerinde 5 konsantrik halka mevcuttur. Bu zonlardan en merkezde olanı uzak dominanttır. Merkezden periferiye doğru bir zon uzak dominant bir zon yakın dominant olacak şekilde dizayn edilmişlerdir. Array merceklerinden farklı olarak daha iyi uzak görme ve daha az kamaşma ve halo olması amacıyla zonların büyüklükleri değiştirilmiştir. Yakın için +3,5 D adisyon içermektedir. İn vitro ve in vivo değerlendirmelerde iyi bir uzak görme sağlanırken aydınlık ortamda yakın görmenin mezopik şartlara göre düşük olduğu izlenmiştir. Pupil çapından fazlaca etkilenmesi ve halo şikayetleri nedeniyle günümüzde tercih edilmemektedir. [51], [52]



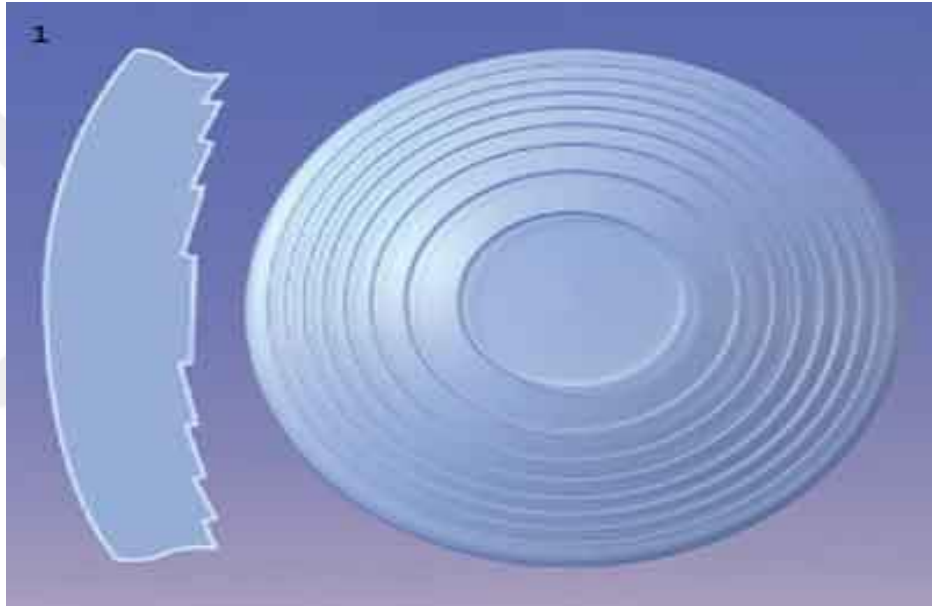
Şekil 8. ReZoom (Abbott Medical Optics) göz içi merceği

2.4.8.2.2. Difraktif Çok Odaklı Göziçi Mercekleri



Şekil 9. Işığın dalga şeklinde yayılması ve difraksiyon şeması

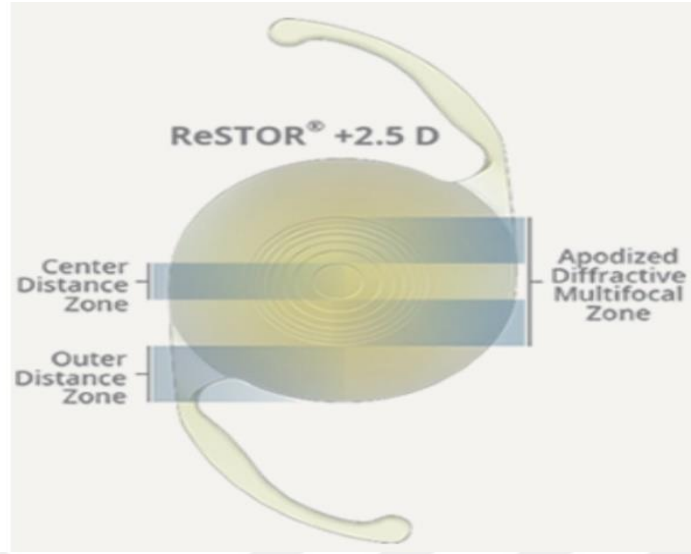
Difraksiyon, ışığın bir engel ya da açıklıktan geçerken bükülerek farklı bir odak noktasına yönelmesi demektir. Merceğin posterior yüzeyinde bulunan konsantrik difraktif halkalardan oluşmaktadır. Bu halkalar sayesinde ışık kırınımı sonucu birden fazla odakta birleşebilir. Böylece uzak görmeye ek olarak yakın görme de sağlanır. Refraktif merceklerden farklı olarak pupil bağımlılığı daha azdır. Desantralizasyona ve kapa açısına toleransı daha fazladır. Işığın dağılımından dolayı enerji kaybı mevcuttur.[53]



Şekil 10. Göziçi merceklerinde difraktif halkaların görünümü

Apodizasyon Teknolojisi

Bu teknoloji halo görme şikayetlerini en aza indirmek ve kontrast sensitivitesindeki azalmayı indirmek amaçlı geliştirilmiştir. Difraktif basamakların geçişleri yumuşatılmıştır. Örnek; Acrysof ReStor (Alcon, FortWorth, TX). Bu merceğin optik çapı 6.0 mm'dir. Ön yüzeyde apodize difraktif bir yapısı olan tek parçalı hidrofobik akrilik bir GİM'dir. +4.0 D lik bir adisyon mevcuttur bu da gözlük planında 3.2 D 'ye denk gelmektedir. Difraktif basamakların yükseklikleri azalarak gitmektedir ve 12 konsantrik halkadan oluşmaktadır. Periferde uzak dominant refraktif bir zon vardır.



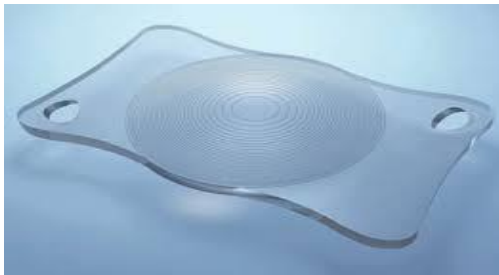
Şekil 11. ReSTOR apodize difraktif göz içi merceği

Asferik Difraktif Bifokal Gim

Tecnis Multifocal (ZM001 ve ZM900=ZM9000) merceğini bu gruba örnek olarak verebiliriz. Slikon materyale sahip bu GİM'in ön yüzeyi modifiye prolate iken arka yüzeyinde 32 adet konsantrik halka mevcuttur. Ön yüzeyi ile sferik aberasyonda azalma amaçlanmıştır. Optik çapı 6.0 mm'dir. Pupil çapından bağımsız olması ve karanlık şartlarda görme seviyesinin iyi olmasına rağmen halo şikayetleri nedeniyle tercih edilmemektedir.[54]

2.4.8.2.3. Refratif, Difraktif, Asferik Bifokal Gim

Acri.LISA (Acri.Tech, Berlin, Ger.) bu gruba örnek bir GİM'dir. Hidrofobik yüzeyi olan hidrofilik (%25 su) bifokal asferik bir tasarıma sahiptir. 6.0 mm çaplı optik ve plate haptik yapısındadır. Arka kapsül opasifikasyonu riskini azaltmak amacıyla "kare kenarlı" dizayn edilmişlerdir. Yakın adisyonu 3.75 D 'dir.[55]



Şekil 12. Acri.LISA göz içi merceği



Şekil 13. Acriva Reviol göz içi merceği

Acriva Reviol MFM 611 IOL (VSY) da aynı şekilde asferik bifokal hidrofobik yüzeyli hidrofilik(%25 su) tasarıma sahiptir.6.0 mm çaplı optik ve plate haptik yapısı ve 3.75 adisyonu Acri.LİSA lensi ile ortak özellikleridir. 360 derece keskin kare kenarı mevcuttur.

2.4.8.2.4. Trifokal Göziçi Mercekleri

İlk geliştirilen bifokal GİM'lerin hastaların yaşam kalitesini etkileyen bilgisayar , telefon kullanımı gibi ara mesafedeki işlevler için yeterli olmadığı belirtilmiştir. Ara mesafeyi net görememe problemini çözmek için ek odak noktası olan üç odaklı trifokal GİM'ler geliştirilmiştir.[56]. Fakat yapılan çoğu çalışmada kontrast duyarlılık, gözlük bağımlılığı, halo ve kamaşma şikayetleri açısından bifokal GİM'lere belirgin üstünlüğü izlenmemiştir[56], [57].

Trifokal GİM'lerin teorik prensibi iki farklı difraktif yapının kombine edilmesine dayanmaktadır. Asimetrik bir şekilde ışık 3 farklı odağa dağılır fakat bifokal merceklerle göre %15 ışık kaybı yaşanmaktadır.[58]

a)PanOptics (Alcon) trifokal GİM

6 mm çaplı optik zonun 4.5 mm santralinde 15 difraktif halka içerir. Periferinde de refraktif bir zon mevcuttur. Görece olarak küçük difraktif zonlu ile ışıktan daha çok yararlanma ve dilate pupilde de iyi bir görme amaçlanmaktadır. Ön yüzeyinin negatif sferik aberasyonu (-0.10 micrometre) ile aberasyonları minimize etmek amaçlanmıştır[59]. Yakın odak 40 cm ,ara odak 60 cm şeklindedir[60].Lee ve arkadaşları PanOptics ile ReSTOR lenslerinin optik özelliklerini karşılaştırmışlardır. Bu laboratuvar çalışmasına göre PanOptics grubunda uzak ve yakın mesafede benzer sonuçlar alınmasına rağmen simule araba far ışığında oluşabilecek haloler daha fazla izlenmiştir. Bu durum PanOptics lensinin non-apodize olması ile açıklanmıştır[61].



Şekil 14.PanOptix trifokal göz içi merceği

b) Finevision(PhysIOL SA ,Liege,Belçika) Trifokal Göz İçi Merceği

“Tetraloop” tasarımı 3.5 D yakın adisyonu ve 1.75 D ara mesafe adisyonu mevcut olan bu lens %25 su içerikli hidrofilik akrilik materyale sahiptir. Asferik (-11 mikrometre) ,apodize optik dizaynlıdır. 5 derece açılı 4 haptik içerir[62].

Bilgisayar temelli oluşturulan difraktif basamakları ışığın en uygun şekilde dağılacağı şekilde dizayn edilmiştir. Bu tasarım uzak ve yakın görmede olumsuz bir etki oluşturmadan ara mesafe görme kalitesini artırmıştır. Difraktif ön yüzeyi kıvrımlı şekildedir. Difraktif basamaklar pupil çapına göre ayarlanmıştır.3 mm lik pupil açıklığında ışık enerjisinin %43’ü uzak görmeye %28’i yakın görmeye %15’i ise ara mesafe görmeye dağılmaktadır.Kalan %14 ise kayıp ışıktır.[63]

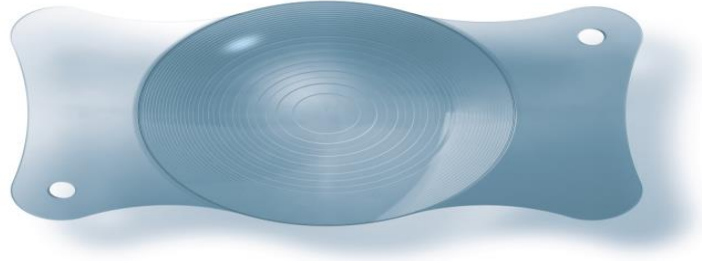


Şekil 15. Finevision trifokal göz içi merceği

c) AT Lisa Tri 839 MP (Carl Zeiss Meditec AG, Almanya)Trifokal Göz İçi Merceği

Hidrofobik yüzeyli (%25 su) hidrofilik materyale sahip bu merceğin optik çapı 6.0 mm iken toplam çapı 11.0 mmdir. Plate tasarımı haptik açısı 0 derecedir. Asferik(-0.18 mikrometre) non apodize optik dizaynı vardır. Yakın adisyonu 3.33 D (40 cm), ara

mesafe adisyonu 1.66 D (76 cm)'dır. Santral 4.3 mm trifokal iken periferi bifokal özelliktedir. Ara mesafeye düşen ışık enerjisi pupil açıklığına göre değişmemektedir.



Şekil 16. AT Lisa Tri 839MP trifokal göz içi merceği

d)Acriva Trinova(VSY Biyoteknoloji)

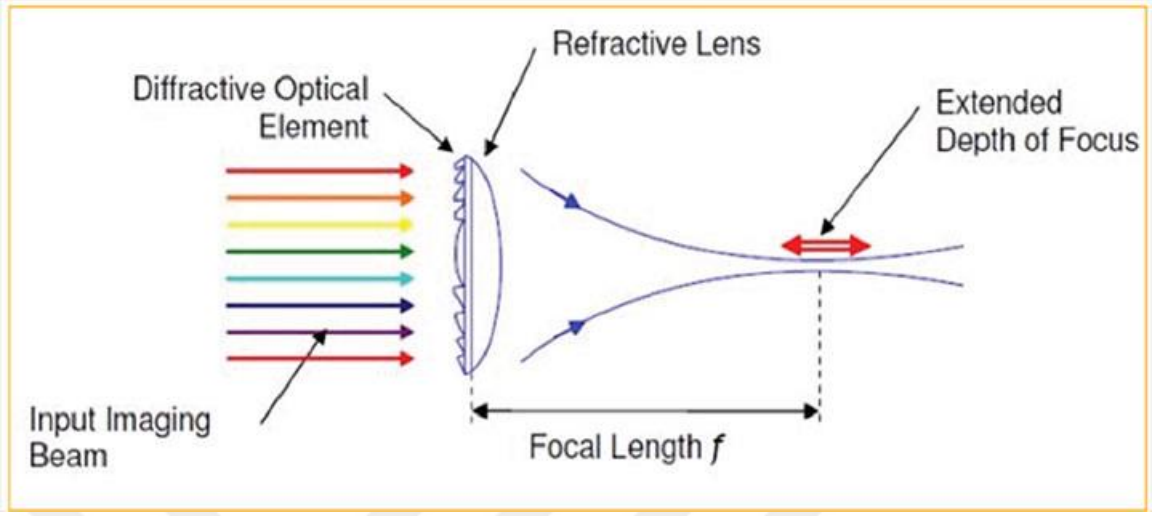
Asferik, akromatik, hidrofobik yüzeyli trifokal bir GİM'dir. 6.00 mm optik çapı ve 11 mm toplam çapı vardır. Plate haptik dizaynında haptic açısı 0 derecedir. 360 derece geliştirilmiş keskin kenarı ile arka kapsül opasifikasyonu riskinin azaltılması amaçlanmıştır. 1.5 D ara mesafe adisyonu 3.00 D yakın adisyonu mevcuttur.

Diğer trifokal göz içi lenslerin dizaynlarındaki gibi basamaklı geçişlerden farklı olarak, basamaksız dalgalarla tasarlanmış yeni nesil bir trifokal göz içi lensidir. 12 adet sinüzoidal dalga, pupil çap değişimlerinden etkilenmeden retinaya yüksek ışık transferi, geniş odak derinliği ve optimum ışık dağılımı sağladığı düşünülmektedir. Bu şekilde hastanın hem kromatik aberasyonlar hem de fotopsi ve halo şikayetlerinin daha az olması amaçlanmaktadır.[64]



Şekil 17. Acriva Trinova difraktif halkaların görünümü

2.4.8.2.5. Uzatılmış Odak Derinliği (Edof)



Şekil 18.Uzatılmış odak derinliği teknolojisinde ışığın dağılımı

Bu teknoloji, farklı yeni bir odak yerine uzatılmış bir odak sağlar. İlginç olarak monofokal sferik bir GİM 'de de sferik aberasyonlar sayesinde genişlemiş bir odak derinliği mevcuttur[41]. Uzatılmış odak derinliği(EDOF) konsepti 3 temel prensibe dayanmaktadır. Bunlar ;odak zonu şeklinde genişletilmiş odak noktası, asferisite ve iğne deliği(pinhole)optiğidir. Böylelikle sadece uzak görme değil bilgisayar, telefon kullanımı gibi belirli bir mesafeye kadar ara mesafe görme düzeyleri de sağlanmış olmaktadır. Ayrıca çok odaklı merceklerin dezavantajları olan halolar görme ve ışık saçılmaları şikayetleri monofokal mercekler kadar nadir gözlenmektedir[5].

EDOF teknolojisi olan lensleri saf EDOF lensler ve hibrit multifocal-EDOF lensler şeklinde 2 grupta inceleyebiliriz.Multifokal hibrit lenslerden bazıları Tecnis Symphony (Johnson and Johnson Vision), AT LARA 829 (Zeiss), Precizon Aspheric Presbyopic IOL (Ophtec), Lentis Comfort (Oculentis), IC-8 (AcuFocus) lensleridir. Saf EDOF lensler grubunda Mini WELL Ready (Sifi MedTech) ve Tecnis Eyhance ICB00 lenslerini örnek olarak verebiliriz.

a)TECNIS Symphony GİM (Abbott Medical Optics, Inc. of Santa Ana, California)

EDOF teknolojisi ile üretilmiş FDA onayı alan ilk GİM'dir. Bikonveks yapısı olan bu GİM wavefront tasarımlı asferik ön yüzey ve difraktif arka yüzeyden oluşmaktadır. Echelette dizaynı ile geniş bir odak derinliği sağlanmıştır. Akromatik yapısı ile de

kromatik aberasyonlar azaltılmıştır. Difraktif bir GİM olmasına rağmen ışık kaybı minimaldir. Gözlük bağımlılığını azaltsa da hastalarda kamaşma ve halo şikayetleri olması bu GİM'nin kısıtlılıklarındandır[59]. Monofokal ve multifokal GİM'leri ile karşılaştırıldığına uzak görme keskinlikleri benzer olmasına rağmen ara mesafe düzeltilmemiş görme keskinliğinde daha iyi olduğu gözlenmiştir. Yakın görme ise multifokal GİM'lerden daha düşük izlenmiştir.[59], [65], [66]

b) Tecnis Eyhance ICB00 IOL (Johnson & Johnson Vision, Santa Ana, CA, USA)

Tek parça, asferik ,bikonveks tasarımı bir GİM'dir. Modifiye asferik(-0.27 μ m) ön yüzeyi ile aberasyonlar minimize edilmiştir. Monofokal tek odaklı bir mercek olmasına rağmen genişletilmiş odak derinliği ile ara mesafe görme düzeyi artırılmıştır. Optik çapı 6,0 mm dir ve Tri-Fix dizaynındadır. Posterior kapsül opasifikasyonu riskini azaltmak amacıyla 360 derece posterior kare kenar yapısında oluşturulmuştur. Tamamen hidrofobik materyali de kapsül opasifikasyon riskini minimize etmiştir. Difraktif bir tasarımı olmaması sayesinde sübjektif görsel şikayetlerin çok daha az olacağı öngörülmektedir.

2.4.9. Nöral Adaptasyon

Işığın bölünmesi ile birlikte farklı odakların oluşması sayesinde beyinde aynı anda farklı mesafelerde farklı görüntüler oluşturulur. Bu görüntüleri seçmeyi öğrenmek için görsel bir nöroadaptasyon süreci gereklidir. Eğer nöroadaptasyonda başarısızlık meydana gelirse bu durum kamaşma, konfüzyon, distorsiyon şikayetlerine ve zayıf görmeye neden olur[49].

Görsel nöroadaptasyon süreci optik dizayna ve kişisel özelliklere göre değişiklik göstermektedir. Bunlardan önde gelen faktörlerden birisi yaştır. Genç hastaların daha hızlı adapte oldukları düşünülmektedir. Ayrıca bazı araştırmacılar cerrahi sonrası yapılan görsel egzersizlerin de bu süreci hızlandırdığını öne sürmüşlerdir. Fakat hangi egzersizlerin faydalı olduğuna dair kesin kanıtlanmış bilgiler henüz mevcut değildir[67].

Multifokal GİM implantasyonu sonrası nöroadaptasyon süreci yaklaşık olarak en az 3 ayda tamamlanırken bu süreç 1 yıla kadar sürebilir[68].

2.4.10. Posterior Kapsül Opasifikasyonu

Göz içi merceklerin uzun dönemde en sık görülen komplikasyonları posterior kapsül opasifikasyonudur[69].Cochrane derlemesine göre hidrojel GİM implantasyonu sonrası diğer materyallere göre belirgin bir şekilde daha fazla kapsül opasifikasyonları izlenmiştir. Keskin optik kenar, yuvarlak optik kenara göre daha düşük oranlarda kapsül opasifikasyonuna sebep olmaktadır[70]. Ayrıca kasüloksis çapı ile opasifikasyon riski doğru orantılı izlenmektedir. Lensin tek parçalı ya da 3 parçalı olması arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir.[57]

Çok odaklı GİM’lerde kapsül opasifikasyonu nedeniyle YAG kapsülotomi oranları birçok çalışmada karşılaştırılmıştır.Gauthier ve ark. Hidofilik olan ReStor ile AcriLisa lenslerini karşılaştırmıştır.Cerrahi sonrası 24 aylık süreçte kapsülotomi oranları hidofilik grupta %37.2 iken hidrofobik grupta %8.8 izlenmiş($p<0,0001$).Ayrıca 63.5 yaş altındaki hastalarda YAG kapsülotomi ihtiyacı daha yüksek ihtimalle gerekmektedir.[71]

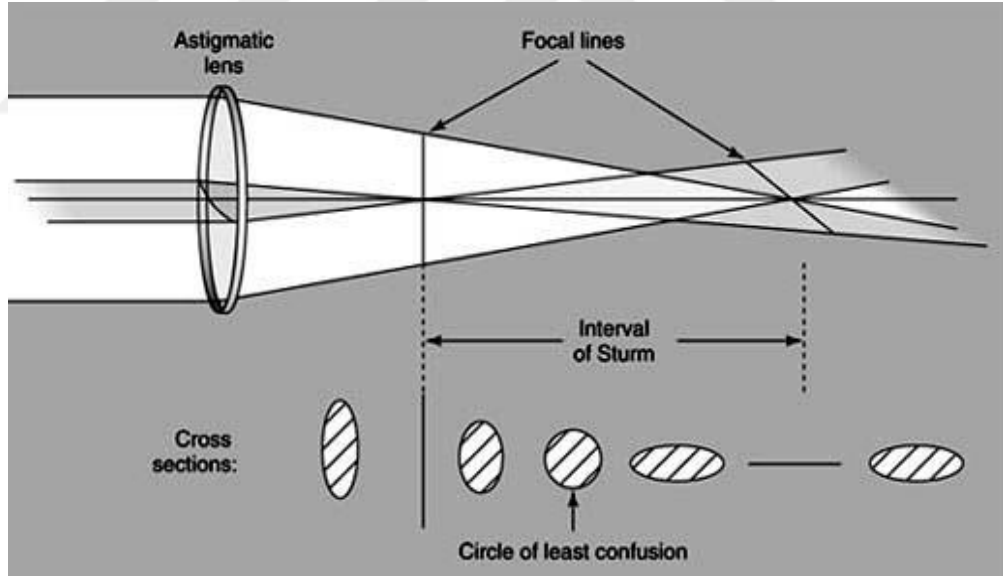
Optik çapın boyutu ile ilgili olarak,Meacock ve ark. yaptığı çalışmada 6 mm optik çaplı merceklerde 5.5 mm çaplı merceklerle göre daha az posterior kapsül opasifikasyonu geliştiğini rapor etmişlerdir.[72]

2.4.11. Astigmatizma

Gözün akslarının kırıcılığı arasında fark olması astigmata neden olmaktadır. Genellikle birbirine dik iki ayrı kırıcı eksen bulunur. Buna “*düzenli astigmatizm*” denir. Eksenler arası farklılık gözün her bölgesinde değişkenlik gösteriyorsa buna “*düzensiz astigmatizm*” denir. Düzenli astigmatizmde daha kırıcı olan eksen vertikal ise *kurala uygun*, horizontal ise *kurala aykırı* astigmatizma olarak adlandırılır. Bu eksenler 20-160 derece ve 70-110 derece sınırlarının dışında ise *oblik astigmatizm* denmektedir.

Normalde kornea vertikal çapı horizontal çaptan daha kısadır ve buna bağlı olarak birmiktar kurala uygun astigmatizma mevcuttur. Korneanın posterior yüzeyi ve lens ile bu astigmat kompanse edilir. Total olarak değerlendirildiğinde astigmat gözleniyorsa görüntülerin bir kısmını net bir kısmını bulanık görme şeklinde bulgu verebilir. Genç yetişkinlerde kurala uygun astigmat daha sık gözlenirken ilerleyen yaşlarda kurala aykırı astigmat ve oblik astigmat oranı korneal kurvaturun değişmesine bağlı olarak daha sık gözlenmektedir[73].

Göze paralel olarak ulaşan ışın demeti “Sturm Konoidi” formunda iki fokal çizgide odaklanır. Astigmatizma ne kadar büyükse konoidin ön odak ve arka odak çizgileri arasındaki mesafe o kadar büyüktür. Astigmatizma düzeltilirken silindirik camlarla bu iki fokal çizgi birbiri üzerine getirilerek konoidin tek bir nokta şeklinde olması amaçlanır. Sturm Konoidinin iki fokal çizgisi arasında ardarda vertikal kesitler alındığında, bu kesitlerin eliptoid olduğu ve tam ortasında horizontal ve vertikal çaplarının eşitlenmesiyle halka şeklini aldığı görülür. Bu halkaya minimal konfüzyon halkası adı verilir. Bu halka iki fokal çizginin ortalaması dioptrik değerdeki sferik düzeltme sonucunda retinada oluşacak görüntüyü göstermektedir ve bu ortalama değer sferik ekivalan (sferik eşdeğer) olarak adlandırılır ($\text{Sferik Ekivalan} = \text{Sferik Dioptri} + \text{Silindirik Dioptri}/2$). Sturm konoidinin ön veya arka fokal çizgilerinden birisi retina üzerinde ise “basit astigmatizma”, ikisi de retinanın önünde ve arkasında ise “kompose astigmatizma”, birisi önünde birisi de arkasında ise “miks astigmatizma” olarak adlandırılır. [74]



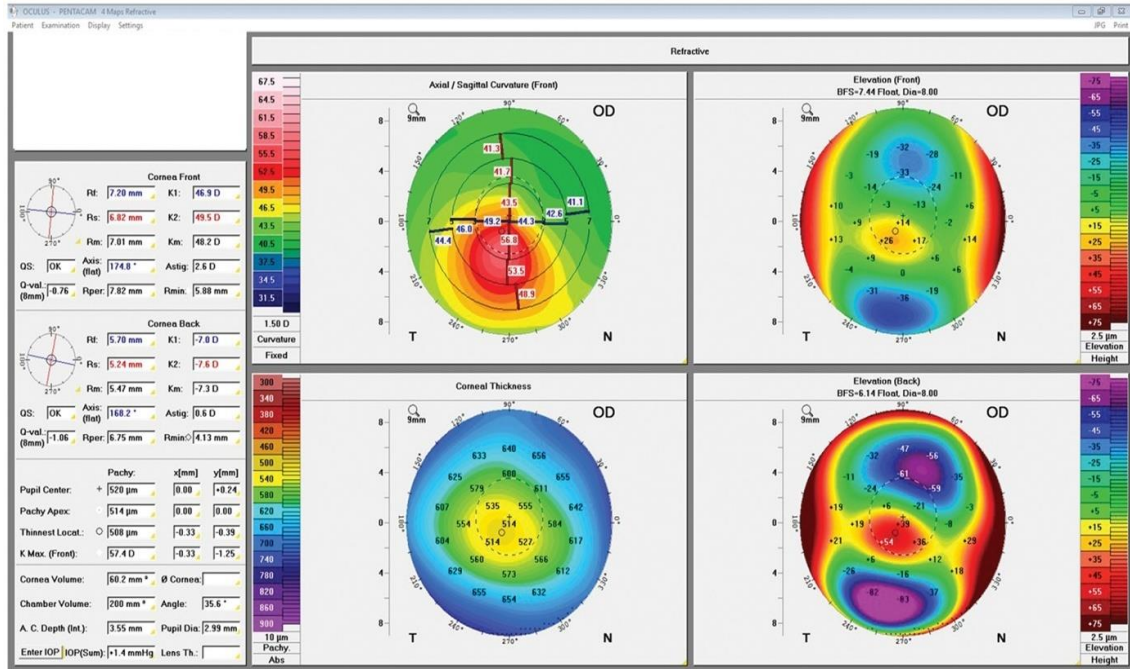
Şekil 19. Sturm konoidi

Katarakt cerrahisinde korneal insizyon bölgesi düzleşirken santral bölgede dikleşir. Bunun sonucunda korneal kûrvatürün değişmesi astigmatı indüklenmektedir[75]. İnsizyonun boyutları ve insizyonun kornea santraline uzaklığı astigmatın derecesini etkilemektedir[76], [77].

2.5.Pentacam -HR (Oculus Inc, Wetzlar, Almanya)

Pentacam-HR (Oculus Inc, Wetzlar, Almanya) rotasyonel bir Scheimpflug kamera sistemi ve slit ışık kaynağından (475 nm dalga boyu) oluşmaktadır. Başta ön ve arka korneanın topografisi ve kalınlıkları olmak üzere birçok ön segment yapısının değerlendirilmesi için dizayn edilmiş bu cihaz kontakt olmayan optik bir sistemdir. Bu kamera sistemi ile 2 saniye içerisinde frontal düzlemde 50 ön segment slit görüntüsü ve 500 ölçüm alınabilmektedir. İki kamera sistemi mevcuttur. Birisinin temel görevi pupil ölçümü ve gözün fiksasyon takibi iken, diğer kameranın görevi ön segment yapılarının optik kesitlerini almaktır.

Gözün hareketlerine bağlı artefaktları azaltmak amacıyla fiksasyon etrafında 360° rotasyon yaparak görüntü alınmaktadır. Pentacam cihazı bu parçalı görüntüleri birleştirerek 3 boyutlu şekilde haritalar şeklinde sunar. Bu haritalar ön ve arka kornea yüzeyinin eğim ve elevasyon haritaları, sagittal eğim haritasları, tanjansiyel eğim haritaları, refraktif güç haritaları, kornea kalınlık haritaları ve wavefront haritalarıdır.[78] Şekil 20’de gösterilmiştir.



Şekil 20. Pentacam(Oculus) cihazı korneal topografi haritası

2.6. Kontrast Duyarlılık

Kontrast, bir nesnenin görüntüsünün diğer nesnelere veya arka plana göre olan aydınlanma farkıdır. Görme uyarınının maximum ve minimum şiddetlerine göre hesaplanmaktadır. Luminans değişiklikleri oluşturularak “grating”ler ile ölçümü yapılmaktadır. En popüler formüllerden birisi Michelson formülüdür. Buna göre;

$$\text{Kontrast} = (\text{maximum luminans} - \text{minimum luminans}) / (\text{maximum kuminans} + \text{minimum luminans})$$

Kontrast en düşük %0 iken en yüksek %100 şeklinde ifade edilir. Minimum luminans 0 iken kontrast düzeyi %100’dür. Bir kişinin belli bir hedefi görmesi için gerekli kontrast miktarına kontrast eşik değeri denir. Kontrast duyarlılık ise kontrast eşik değerinin tersi olarak kabul edilmektedir. Logaritmik olarak ifade edilir. Örneğin; 0,01 kontrast eşik değeri -2 olarak ifade edilirken kontrast duyarlılık değeri ise 100 olmasına rağmen +2 olarak ifade edilmektedir.

Uzaysal kontrast duyarlılık ile görme keskinliği bazen karıştırılmaktadır. Görme keskinliği ölçümünde yüksek kontrast seviyelerinde büyüklükleri değişen görüntüleri seçebilme özelliği değerlendirilirken kontrast duyarlılık testlerinde ise test boyunca kontrast seviyeleri değişmektedir[79]. Kontrast duyarlılık seviyelerinin çeşitli uzaysal frekanslara karşı grafik şeklinde gösterilmesi ile uzaysal frekanslı kontrast duyarlılık fonksiyonu elde edilir. Buna uzaysal modülasyon transfer fonksiyonu da denir.[79]

Klinikte kontrast duyarlılık fonksiyonu testleri dikey sinüzoidal-dalga şeklinde grating’ler ile yapılmaktadır. Bu vertikal çubukların luminansı sinüzoidal olarak değişkenlik göstermektedir yani ani değişiklikler göstermemektedir. Pratikte ölçümlerde ise değişen frekanslar ve değişen kontrast düzeyleri kullanılmaktadır. Elde edilen sonuçlara göre oluşan eğriden sapmalar, kontrast duyarlılıkta azalma anlamına gelmektedir. Bu eğriye göre, insan görme sisteminin kontrastlara maksimum duyarlılığı, retinada oluşan 4-6 döngü/derece’ye (cpd) yakın imaj büyüklüklerinde olmaktadır. Bu ise 2/10 Snellen görme keskinliği sırasında bulunan optotip büyüklüğüne karşılık gelmektedir. Bu nedenle kontrast duyarlılık seviyelerinde değişiklik ile Snellen levhasında görme muayenesi değişkenlik göstermektedir. Daha yüksek ve daha düşük frekanslarda kontrast duyarlılık giderek azalır. Çok daha yüksek uzaysal frekanslarda

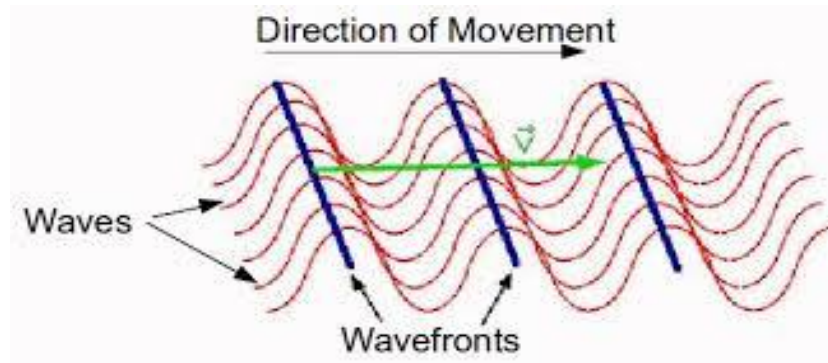
ise grating %100 kontrasta sahipse, obje beyaz zemin üzerinde siyahsa görülebilir. Modülasyon transfer fonksiyonunda bu nokta 10/10 görme keskinliği ile aynıdır.[80]

Kornea patolojileri, pupilla çapı, lens patolojileri, retina patolojileri kontrast duyarlılık fonksiyonlarını etkilemektedir. Pupil çapının fazla küçük olması difraksiyon nedeniyle kontrastı azaltırken çok büyük olması ise optik aberasyonlar neticesinde azaltmaktadır[81]. Ayrıca 50-60 yaş üzerinde kontrast duyarlılık değerlerinde bir azalma olmaktadır. Yaşla birlikte ortaya çıkan bu duyarlılık azalmasından bir takım nöral komponentler sorumlu tutulmaktadır. Santral retinada kontrast duyarlılık perifer retinaya göre daha fazladır.[82]

Görme keskinlikleri iyi olmasına rağmen bazı hastalar katarakt nedeniyle akşamları araba kullanırken veya gün ışığında insan yüzlerini ayırt etmede zorlandıklarını belirtirler. Bu durum kontrast duyarlılıklarında azalma ile açıklanmaktadır. Bütün katarakt tiplerinde ışığın dağılımına bağlı olarak kontrast duyarlılığında azalma meydana gelmektedir.[83]

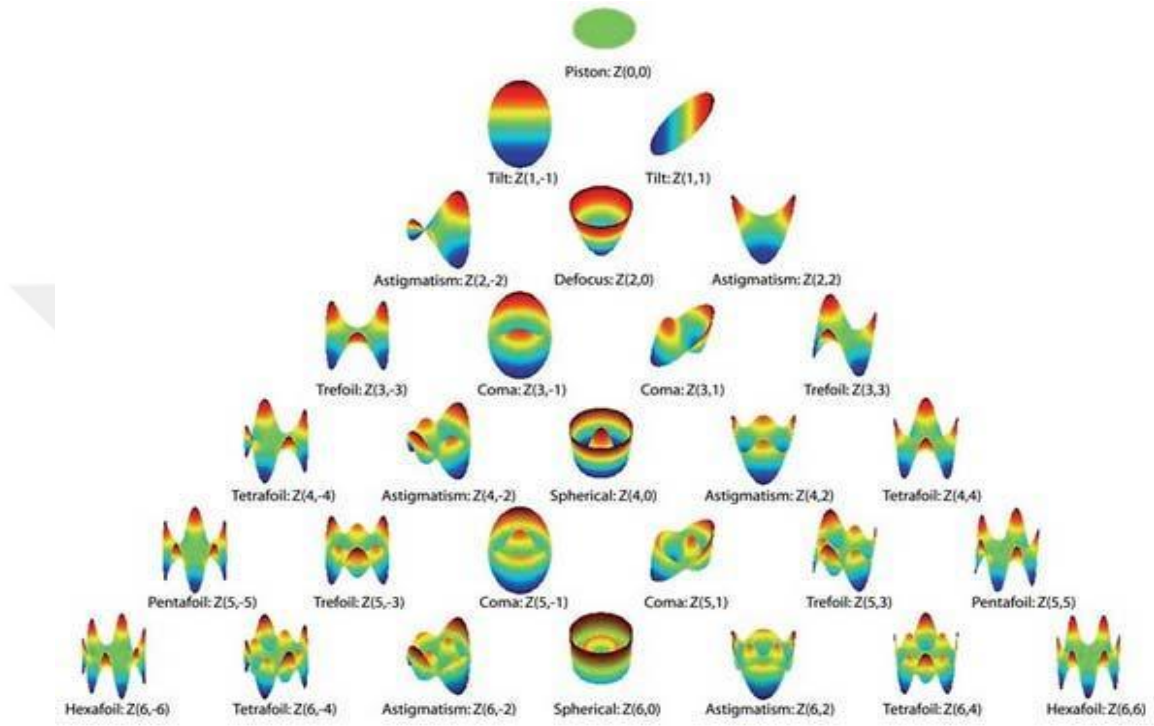
2.7. Aberasyon

Kusursuz bir yüzey varsayıldığında sonsuzdan gelen ışık ışınları “sinüzoidal salınım” olarak adlandırılan bir paternde tek bir odakta toplanacak şekilde hareket etmektedirler. Bu paterne göre ışık ışınları birbirine paralel ve gelen ışın yönüne dik olarak düzlemsel “wavefrontu” meydana getirmiş olur. Bu sinüzoidal dalgaların aynı fazlarındaki noktaların toplam kümesine “wavefront” denilmektedir. Işık ışınlarının geçtiği ve dağıldığı gerçek yüzeylerde ise bu paternde sapmalar oluşur ve “aberrasyonlar” olarak adlandırılır. [84]



Şekil 21. Wavefront prensibi

Aberasyonlar Fourier'in analizine göre Fritz Zernike tarafından semboller ile ifade edilmişlerdir. Böylece oküler refraktif yüzeyler açısıl(m) ve radyal(n) yönlerde belirli bir denkleme göre daire polinomlarında gösterilmiştir. Buna "zernike analizi" denilmektedir. Bu şekilde aberasyonlar alt gruplarına ayrılmıştır.



Şekil 22. Zernike Piramidi. Yüksek sıralı aberasyonlar 3.seviyeden itibaren gösterilmektedir.

Aberasyonlar düşük sıralı ve yüksek sıralı olmak üzere kabaca ikiye ayrılmaktadır. Bütün aberasyonların %85'i düşük sıralı aberasyonlar iken %15'i de yüksek sıralı aberasyonlardır.

Düşük sıralı aberasyonlara astigmatik aberasyonlar, tilt ve defokus aberasyonlar örnek verilebilir. 0.1. ve 2. Sıralarda gösterilirler. Bu aberasyonlar sferosilindirik kırma kusurlarının tashihi ile düzeltilebilmektedirler.

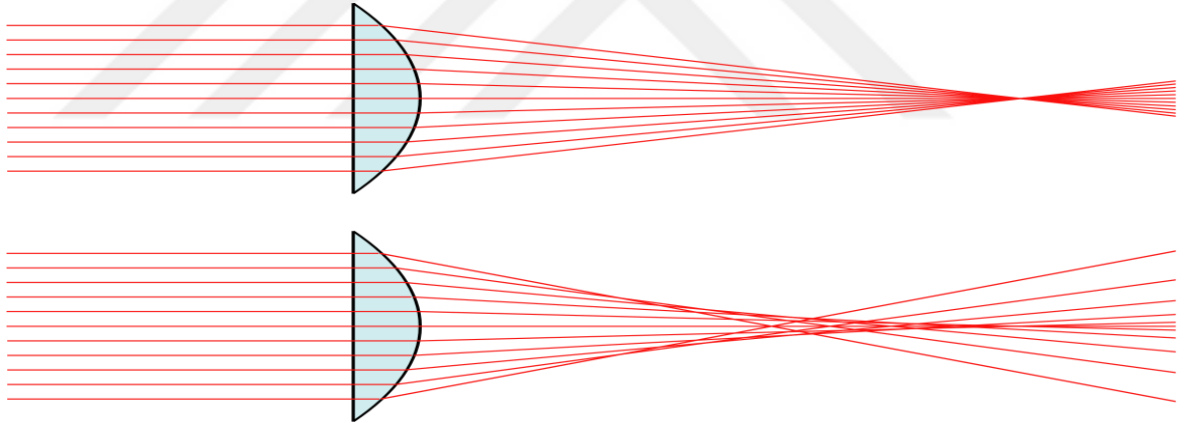
Yüksek sıralı aberasyonlar sferosilindirik kırma kusurlarının tashihi ile düzeltilemeyen sapmalardır. Gözün refraktif içeriklerinde herhangi bir yüzeyde olan sapmalar düzensizlikler nedeniyle oluşur. Korneada oluşan skar veya lenste meydana gelen opasiteler bunlara örnek olarak verilebilir. Başlıca yüksek sıralı aberasyonlar koma,

trefoil ve sferik aberasyonlardır.3 veya daha yüksek sıralarda gösterilirler. Görme üzerine etkisi sıra arttıkça azalmaktadır. [85]

Koma:Üçüncü sıralı bir aberasyondur. Aynı pupil alanı içinde kırma gücünün farklı olması ile virgül şeklinde bir paterne neden olmaktadır. Zernike polinomunda koma vertikal veya horizontal olmak üzere iki farklı şekildedir.

Trefoil: Zernike polinomunda 3.sırada bulunan trefoil yüksek sıralı aberasyonlardandır. Ayrıca kuadrofoil ve pentafoil gibi sıra ilerledikçe değişen formları mevcuttur.

Sferik aberasyon: Kornea ön yüzeyinin santrali ile periferi arasındaki refraktif kusurların farklı olması ve bazı durumlarda düzensiz olmasından kaynaklanır.Dolayısıyla pupil çapı genişledikçe görüntü bozulmaktadır.Cisimlerin etrafında halolar görme şikayeti ile ilişkilidir. Ayrıca Kuroda ve ark. tarafınca sferik aberasyonun kontrast duyarlılığı ve derinlik hissi ile olan ilişkisi de saptanmıştır [86].



Şekil 23. Sferik aberasyonun görünümü

Katarakt cerrahisinin oküler aberasyonlara etkisi özellikle korneal kesi ve intraoküler lens ile ilişkilidir. Cerrahi kesinin daha küçük olması aberasyonların daha az olmasını sağlamaktadır.[87]

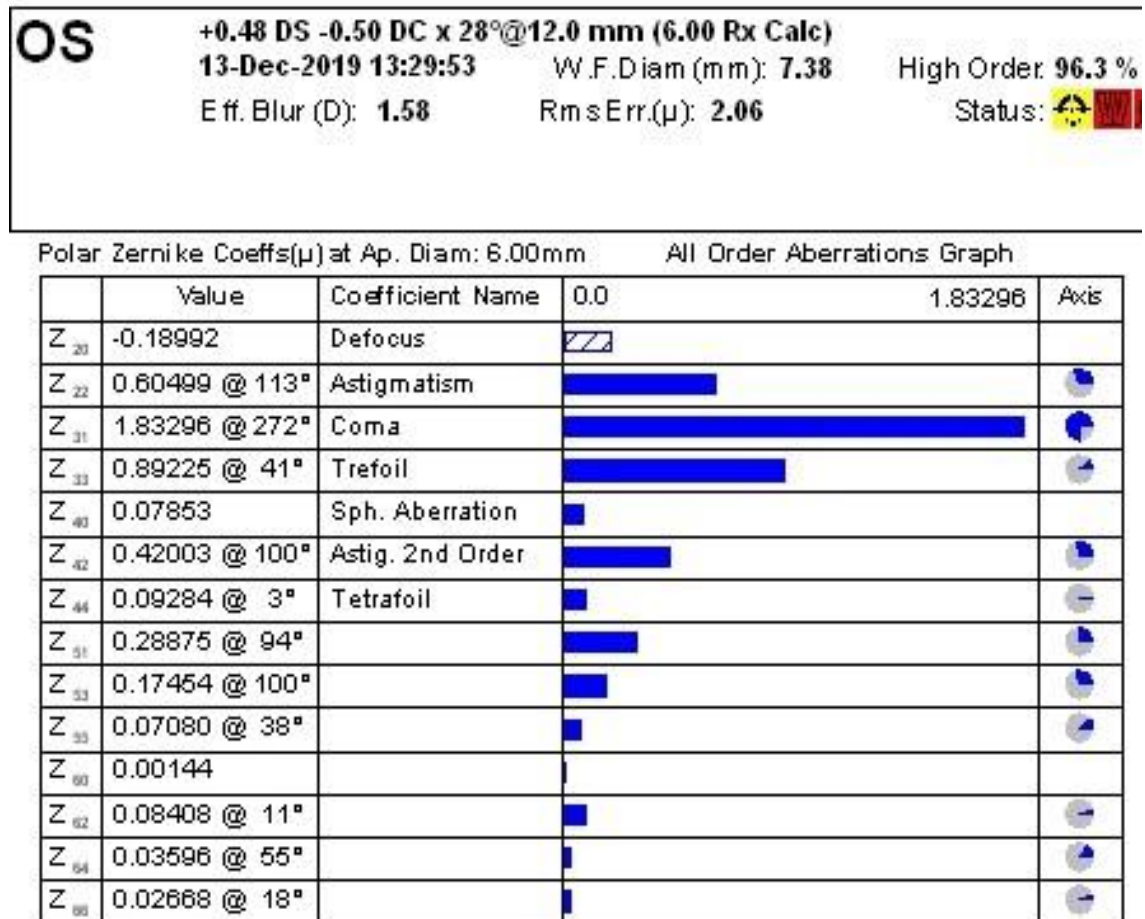
Aberasyon kantitatif olarak karekök ortalama (RMS, Root Mean Square) ,nokta saçılım fonksiyonu (PSF, Point Spread Function), Strehl oranı, modülasyon transfer fonksiyonu (MTF) ve Zernike katsayıları ile değerlendirilebilir.

RMS: Aberasyonların farklı gözler arasında ve farklı durumlar arasındaki karşılaştırmasını yapar.Değerlendirilen gözün oralamadan ne kadar saptığını tespit eder.

Normal gözlerde çoğunlukla ortalama RMS değeri 0,3 μ değerinden daha düşük izlenmektedir. Hem düşük sıralı aberasyonlar hem de yüksek sıralı aberasyonların ayrı ayrı da RMS değerleri elde edilebilir.

Zernike katsayıları: Optik aberasyonları gruplandırmak ve tanımlamak için en sık kullanılan yöntemlerden birisi zernike polinomlarıdır. Her aberasyon RMS'nin aksine artı veya eksi değerler alabilir. Zernike katsayısı değerleri <0,25 μ m, 0,25-0,50 μ m, >0,50 μ m olduğunda sırasıyla normal, şüpheli, anormal şeklinde değerlendirilir..[84]

Şekil 24. Zernike katsayılarını gösteren kliniğimizde kullandığımız wavefront aberrometre çıktısının görüntüsü



2.8. Amerikan Ulusal Göz Enstitüsü Görme İşlevi Ölçeği Anketi 25 (NEI-VFQ 25)

Hastaların yaşam kalitelerinin değerlendirildiği Amerikan Ulusal Göz Enstitüsü Görme İşlevi Ölçeği anketi (NEI-VFQ 25) uygulanmıştır. Bu anket çeşitli baskı ölçülerinde

yayınlanmış yazıları okuyabilme araba kullanma gibi görme ile ilişkili gündelik aktiviteler ve genel sağlık durumu hakkında olacak şekilde 25 soru içerir.(ek1)

Bu anket yaklaşık olarak 10 dakika sürmektedir. Araştırmacı tarafından veya hastanın kendisinin okumasıyla uygulanmaktadır. Hastaların genel sağlık durumu(1 soru),genel görme(1 soru) ,oküler ağrı(2 soru),yakın aktiviteler(3 soru),uzak aktiviteler(3 soru),sosyal fonksiyon(2 soru),mental sağlık(4 soru),başkalarına bağımlılık(3 soru),araba kullanabilme(2 soru),renkli görme(1 soru) ,çevresel görme(1 soru) ile ilgili durumunu altgruplar şeklinde değerlendirilebilmektedir.

Anketin skorlaması iki aşamadan oluşmaktadır.Birinci aşamada her sorunun cevabı en düşük puan 0 en yüksek puan 100 olacak şekilde yeniden kodlanır.Yüksek skor daha iyi fonksiyonu gösterir.İkinci aşamada ise 12 alt grup ayrı ayrı skorlanır.Her gruba ait olan soruların puanlarının ortalaması alınır.”Eksik data” olarak Kabul edilen cevaplar ortalamaya dahil edilmez. Toplam skor hesaplaması için ise genel sağlık durumunu sorgulayan soru çıkartılır ,kalan soruların puan ortalaması alınır.

Bu anketin geçerlik ve güvenilirlik testleri 1996-2005 arasında, Celal Bayar Üniversitesi’nde yapılan çalışmayla katarakt, glokom, diyabetik retinopati, YBMD ve miyopi tanıları alan 61 hastada denenerek yapılmıştır. Türkçe’ye uyumu, sonradan sağlanan NEI VFQ–25/TR Ölçeği, özgün sürümü ile benzer psikometrik özelliklere, geçerlik ve güvenilirliğe sahiptir. Türkçe konuşan göz hastaları için değişik sağıltım seçeneklerinin ve hastalığın yaşam kaliteleri üzerine etkilerini incelemek için geçerli bir anket olarak kullanılır.

Tablo 2. Anket sorularının puanlanması ve altgrupların kategorizasyonu

Alt Gruplar	Soru Numaraları	Kategoriler	En Düşük Kategori Puanı	En Yüksek Kategori Puanı
Genel Sağlık	1	5	0	100
Genel Görme	2	6	0	100
Gözde Ağrı	4	5	0	100
	19	5	100	0
Yakın Görme Aktiviteleri	5, 6, 7	6	*	100
Uzak Görme Aktiviteleri	8, 9, 14	6	*	100
Görme Özelliğine Özgü Sosyal İşlev	11, 13	6	*	100
Görme Özelliğine Özgü Akıl Sağlığı	3	5	0	100
	21, 22, 25	5	100	0
Görme Özelliğine Özgü Rol Güçlükleri	17, 18	5	100	0
Görme Özelliğine Özgü Bağımlılık	20, 23, 24	5	100	0
Görme Özelliğine Özgü Araba Sürme	15c	5	0	100
	16, 16a	6	*	100
Görme Özelliğine Özgü Renkli Görme	12	6	*	100
Görme Özelliğine Özgü Çevresel Görme	10	6	*	100

2.9. Kappa Açısı

Çok odaklı mercek implantasyonu uygulanan hastalarda kappa açısının önemi bilinmektedir. Kappa açısı kornea merkezini pupil merkezine birleştiren pupiller eksen ile fiks edilen cismi foveaya birleştiren visuel aks arasındaki açıdır. Işık refleksi nazale doğru ise pozitif kappa açısı olarak değerlendirilirken, refle temporal tarafta ise negatif kappa açısı olarak değerlendirilmektedir. Hastanın kappa açısı 0,6 veya daha düşük ise çok odaklı mercekler için uygun bir aday olarak değerlendirilmelidir. Göz içi merceği tam olarak pupil merkezine implante edilmesine rağmen görme ekseninin merkezinde olmadığında yani kappa açısı fazla olduğunda başta koma olmak üzere aberasyonlarda artış olmakta böylece hasta memnuniyeti azalmaktadır[88], [89]. X ve Y eksenlerinde korneal verteks ile pupil merkezinin arasındaki mesafe ile kappa açısı arasında doğru orantılı bir ilişki vardır. Chang ve arkadaşları bu şekilde yeni bir referans

markerı olarak “chord mü” terimini kullanmışlardır. Pupiller aksa göre x ve y kordinatlarının karelerinin toplamıdır.

$$\text{Chord Mü} = \sqrt{(x^2 + y^2)}$$

Direkt olarak kappa açısını ölçemediğimiz Lenstar cihazı ile elde edilen pupil barycenter değeri aynı şekilde X ve Y koordinatlarında pupil merkezinin apekse göre kayması hakkında bilgi sağlamaktadır[90], [91].



3. GEREÇ ve YÖNTEM

Bu çalışmada ; S.B.Ü. Kayseri Şehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi Göz Kliniği'nde Uluslararası Helsinki Deklarasyonu'na uygun bir şekilde onam alınarak katarakt cerrahisi uygulanan sinüzoidal dizaynı trifokal göz içi merceği ve genişletilmiş odak derinliği içeren tek odaklı(EDOF) göz içi merceği implantasyonu gerçekleştirilmiş hastaların retrospektif olarak cerrahi öncesi ve sonrası yapılan rutin muayenelerinin verileri değerlendirildi.

Çalışmaya sinüzoidal dizaynı trifokal göz içi merceği(Trinova) implante edilmiş 65 hastanın 98 gözü ve uzatılmış odak derinliği(EDOF) içeren tek odaklı göz içi merceği(Eyhance) implante edilmiş 53 hastanın 79 gözü dahil edilmiştir. Kayseri Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 2020/96681246 sayılı 11 no'lu kararı ile izin ve onay alınmıştır.

➤ Çalışmaya dahil edilme kriterleri

- Görmede azalma şikayeti olan katarakt hastaları
- Sinüzoidal tasarımı göz içi mercek implante edilmiş grup özellikle yakın olmak üzere her mesafede görme beklentisi olan hastalar
- Monofokal uzatılmış odak içeren(EDOF) mercek implante edilmiş grup uzak görmeye ilaveten ara mesafe görme talep eden ve halo, kamaşma gibi yan etkilere özellikle toleransının zayıf olduğunu belirten hastalar

➤ Çalışmadan dışlanma kriterleri

- Korneal astigmatı 1.5 D 'den fazla olan hastalar
- Keratokonus hastaları
- Keratit sekeli olan hastalar
- Uveiti olan hastalar
- Diabetic retinopati gelişmiş hastalar
- Hipertansif retinopatisi olanlar
- Glokom hastaları
- Optic nöropati hastaları

- Bariz ambliyopisi olan hastalar

➤ Ameliyat öncesi değerlendirme

Rutinde katarakt cerrahisi ve yeni nesil göz içi mercek implante edilecek her hastadan ayrıntılı anamnez alınmıştır ve hastaların yaş, cinsiyet gibi demografik verileri kaydedilmiştir. Hastaların uzak görme keskinlikleri(4 m, Early Treatment of Diabetic Retinopathy Study [ETDRS]), ara mesafe görme keskinlikleri(67 cm) ve yakın görme keskinlikleri(35 cm) logMAR eşeli ile kaydedilmiştir. Hastaların ön segment ve arka segment tam oftalmolojik muayeneleri yapılmıştır. Goldmann tonometry ile göz içi basınçları ölçülmüştür. Lense ait değişiklikler dışında patoloji izlenmedi.

Göz içi mercek gücü ve postoperatif refraksiyon hesaplamaları optik biyometri Haag-Streit Lensstar LS900 cihazı (2009, Gartenstadtstrasse, Koeniz, Switzerland) ile yapılmıştır. 1.5 ,3,6,12,18 gratinglerde contrast duyarlılık seviyeleri(ClearChart 2 Digital Acuity System (Reichert Technologies))ölçülmüştür.Pentakam (Oculus Inc, Wetzlar, Almanya) kamera ile ön segment analizleri yapılmıştır. Bu analizlere keratometri, korneal topografiye ek olarak yüksek sıralı aberasyonlar örnek verilebilir.

Çok odaklı mercek implantasyonu öncesi değerlendirmede kappa açısının önemi bilinmektedir. Kappa açısındaki değişiklikler subjektif görsel şikayetlere neden olmaktadır[89]. Dolayısıyla her hastaya ameliyat öncesi yapılan Haag-Streit Lensstar LS900 cihazı (2009, Gartenstadtstrasse, Koeniz, Switzerland) ölçümlerinde pupil barycenter da değerlendirilmiştir. Pupil barycenter ile ameliyat sonrası durum arasındaki ilişki araştırılmıştır.

Hastalara preoperative dönemde yaşam kalitelerinin ölçümü için NEI-VFQ-25 Görme İşlevi Ölçeği anketi uygulanmıştır. 25 adet sorudan oluşan bu anketi hastaların kendileri veya yakınlarından yardım almak suretiyle doldurmaları istendi. Bu anket hastaların görme fonksiyonlarının rutin günlük hayatlarına olan etkilerini değerlendirmektedir.

➤ Cerrahi teknik

Ameliyatlar fakoemulsifikasyon tekniği ile topical anestezi eşliğinde gerçekleştirilmiştir. Korneal ana kesi superiordan 2.8 mm'lik fako bıçağı ile saydam korneal tünel olacak şekilde gerçekleştirildi. Ön kamarayı stabil tutmak ve korneal

endotel hasarı minimize etmek için viskoelastik madde olarak öncelikle Viscoat (sodyum kondroidin sülfat 4%-sodyum hyaluronat 3%) verildi. Sonrasında 5.5 mm çapında olacak şekilde “kontinü körvilinear kapsüloreksis” gerçekleştirildi. Hidrodiseksiyon ve hidrodelineasyon sonrası nukleus merkezine oluk açıldı ve nukleus iki parçaya ayrıldı.” Divide and conquer” (böl ve ye) metodu ile kataraktlı lens aspire edildi. İrrigasyon-aspirasyon ile kalan korteks parçaları temizlendi. Kapsüler kese içine Healon (sodyum hyaluronat % 1) enjekte edildi ve göz içi mercek yerleştirildi. Viskoelastik maddeler temizlendikten sonra korneal yan kesilere stromal hidrasyon yapıldı. İntrakameral moksifloksasin verilerek operasyona son verildi.

➤ Ameliyat sonrası takip muayeneleri

Hastalara katarakt cerrahisi uygulandıktan sonra 1. gün, 1. hafta, 1. ay ve 3. ay olacak şekilde rutin oftalmolojik muayeneleri yapılmıştır ve verileri kaydedilmiştir. Postoperatif muayenelerin tümünde otorefraktometre ölçümleri, uzak mesafe görme keskinlikleri, ara mesafe görme keskinlikleri ve yakın mesafe görme keskinlikleri değerlendirilmiştir.

3. ay kontrol muayenesinde ek olarak hastalara memnuniyet durumları, halolar görüp görmediği, kamaşma (glare) şikayeti ve gözlüksüz yaşam kalitesi sorgulanmıştır. Hastaların yaşam kalitelerinin değerlendirildiği Amerikan Ulusal Göz Enstitüsü Görme İşlevi Ölçeği anketi (NEI-VFQ 25) uygulanmıştır. Bu anket çeşitli baskı ölçülerinde yayınlanmış yazıları okuyabilme araba kullanma gibi görme ile ilişkili gündelik aktiviteler hakkında 25 soru içermektedir.(ek1)

Ayrıca 3. ay kontrol muayenelerinde hastaların kontrast duyarlılıkları ölçümü için Reichart clearChart 2 digital acuity system cihazı ile CSV 1000E testi kullanılmıştır. Gözün refraktif durumundan etkilenmemesi amacıyla tüm hastalara tam refraktif tashih yapıldıktan sonra test yapılmıştır. Normal oda aydınlanmasında gerçekleştirilen testin 85 cd/m² sabit test aydınlanması bulunmakta ve 1.5 , 3 , 6 , 12 , 18 döngü/derece(cpd) olmak üzere 5 sinuzoidal dalga gratingleri içermektedir. Sinusoidal gratingler çizgiler halinde izlenmekte ve uzaktan kumanda ile frekans değiştirilmektedir. Frekans arttıkça çizgiler incelmektedir. Çizgiler sağ tarafa eğimli, dik veya sol tarafa eğimli olacak şekilde uzaktan kumanda ile değiştirilebilmektedir. Hastaların çizgilerin yönünü görüp görmediği sorgulanmaktadır. Ayrıca kumanda ile her frekans için contrast değişimi yapılabilmekte ve hastanın doğru bildiği en düşük contrast seviyesi belirlenmektedir.

Ekranda sağ üst köşe frekansını gösterirken sol alt köşe ise yüzde şeklinde contrast seviyesini göstermektedir.



Şekil 25. Reichert ClearChart2 cihazı ekranı ve kumandası

Bunlara ilaveten 3.ay kontrol muayenelerinde iDesign (Abbott Medical Optics, Inc., Santa Ana, CA, ABD) cihazı ile yüksek sıralı aberasyonlar, otorefraksiyon, topografi, keratometri ve pupillometri verileri ölçülmüştür.

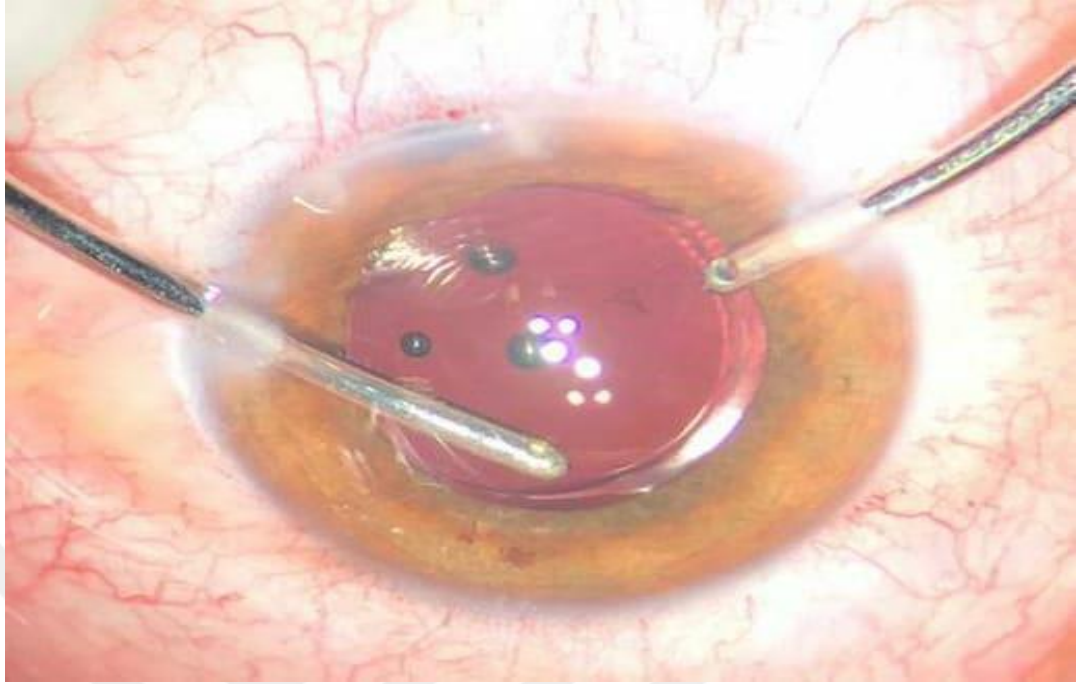
➤ Çalışmamızda kullanılan göz içi merceklerin teknik özellikleri

- Acriva Trinova(VSY Teknoloji)

Tablo 3. Acriva Trinova göz içi merceğinin tasarımı ve özellikleri

Genel özellikler	Trifokal, Katlanabilir, Tek Parça, Asferik, Akromatik, UV, Mor ve Mavi Filtreli
Materyal	Hidrofobik Yüzey hidrofilik materyal, BB (Blue Balance), Doğal Sarı Kromofor, Dinamik Fotofiltrasyon
Optik çap	6,0 mm
Optik Dizayn	Trifokal sinüzoidal vizyon teknolojisi
Kenar Yapısı	360 derece geliştirilmiş keskin kenarı
Haptik çap	11,0 mm
Haptik Dizayn	Plate haptic
Haptik Açı	0 derece
Adisyon Dioptrileri	1.5 D ara mesafe adisyonu 3.00 D yakın adisyonu
Teorik okuma mesafeleri	80 cm ara mesafe , 38 cm yakın mesafe
Tavsiye Edilen Ak.A Konstant	118,0
Dioptri Güç Aralığı	Sferik 0 D ile +32 D arası (0,5 D aralıklarla)

Acriva Trinova, diğer trifokal göz içi merceklerinin dizaynlarındaki gibi basamaklı geçişlerden farklı olarak, basamaksız dalgalarla tasarlanmış yeni nesil bir trifokal göz içi merceğidir. 12 adet sinüzoidal dalga, pupil çapı değişimlerinden etkilenmeden retinaya yüksek ışık transferi, geniş odak derinliği ve optimum ışık dağılımı sağladığı düşünülmektedir. Bu şekilde hastanın hem kromatik aberasyonlar hem de fotopsi ve halo şikayetlerinin daha az olması amaçlanmaktadır.[64]

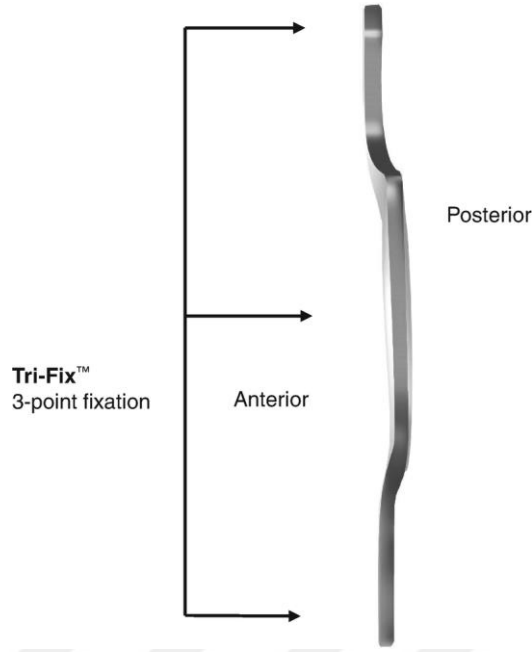


Şekil 26. Katarakt cerrahisinde Acryva Trinova implante edilirken görüntüsü

- Tecnis Eyhance ICB00 IOL (Johnson & Johnson Vision, Santa Ana, CA, USA)

Tablo 4. Tecnis Eyhance göz içi merceğinin tasarımı ve özellikleri

Genel özellikler	Monofokal , Katlanabilir, Tek Parça, Asferik anterior yüzey(-0.27 μm), genişletilmiş odak derinliği ,UV blokajı
Materyal	Hidrofobik akrilik materyal,
Optik çap	6,0 mm
Optik Dizayn	Modifiye asferik ön yüzeyi sayesinde periferden merkeze doğru güç artmakta ve bu şekilde ara mesafe görme sağlanmakta
Kenar Yapısı	360 derece dondurulmuş, posterior kare kenar
Haptik çap	13,0 mm
Haptik Dizayn	C şekli, Tri-Fix dizaynı
Haptik Açı	0 derece
Teorik okuma mesafeleri	66 cm ara mesafe , 40 cm yakın mesafe
Tavsiye Edilen Ak.A Konstant	119,3
Dioptri Güç Aralığı	Sferik 5 D ile +34 D arası (0,5 D aralıklarla)



Şekil 27. Eyhance lensinin dizaynı

➤ İstatistiksel Analiz

Verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro Wilk ,Kolmogorov Smirnov testleri ve histogram grafikleri ile değerlendirildi. Normal dağılım gösteren grupların karşılaştırılmasında bağımsız iki örneklem testi kullanıldı. Normal dağılıma uygunluk göstermeyen grupların karşılaştırılmasında Mann Whitney U testi kullanıldı. Farklı ölçüm zamanlarındaki değerlerin karşılaştırılmasında, grup sayısı iki olduğu durumda Wilcoxon testi, grup sayısı üç ve üzerinde olduğu durumlarda ise Friedman's testi kullanıldı. Çapraz tablo analizlerinde Pearson Ki-Kare ve Pearson Kesin (Exact) Ki-Kare analizleri uygulandı. Tüm bu analizlerin uygulanmasında IBM SPSS Statistics 22.0 (New York, USA) programından yararlanıldı. İstatistiksel önemlilik için $p < 0.05$ değeri kriter kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

Çalışmaya sinüzoidal dizaynlı trifokal göz içi merceği (Trinova) implante edilmiş 65 hastanın 98 gözü ve uzatılmış odak derinliği(EDOF) içeren tek odaklı göz içi merceği(Eyhance) implante edilmiş 53 hastanın 79 gözü dahil edilmiştir. Trinova çalışma grubundaki gözlerin 54'ü sağ göz (%55,1), 44'ü sol göz (%44,9) iken Eyhance grubundaki gözlerin 42'si sağ göz(%53,2), 37'si sol göz (%46,8) olarak saptandı. Hastaların ortalama yaşı Trinova grubunda $53,24 \pm 10,13$ iken; Eyhance grubunda $57,33 \pm 11,52$ idi ($p > 0,05$). Çalışmaya alınan hastaların demografik verileri açısından istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu($p > 0,05$). Tablo 2'de çalışmaya katılan hastaların demografik özellikleri ve preoperatif temel karakteristik parametreler gösterilmiştir.

Tablo 5. Çalışmaya katılan hastaların demografik bilgileri ve preoperatif temel karakteristik özellikleri. Kısaltma: SS, Standart Sapma.

		Trinova	Eyhance	P değeri
Yaş(ortalama $\pm$ SS)		54,12 $\pm$ 9,97	56,92 $\pm$ 11,66	>0,05
Lateralite	Sağ	54(%55,1)	42(%53,2)	>0,05
	Sol	44(%44,9)	37(%46,8)	
Aksiyel uzunluk		23,69 $\pm$ 1,30	23,83 $\pm$ 1,45	>0,05

4.1.Otorefraktometre değerleri

Hastaların ameliyat öncesi ve postoperatif 1.gün , 1.hafta , 1.ay ve 3.ay otorefraktometre değerleri(Topcon KR8900) kaydedilmiştir.Postoperatif 3. ay muayenelerine göre ortalama sferik değerleri Trinova grubunda $-0,47 \pm 0,52$ (medyan:-0,50) iken Eyhance grubunda $-0,24 \pm 0,46$ (medyan:-0,25) olup; gruplar arası fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur($p = 0,001$).Postoperatif 3. ayda Trinova grubunda ortalama silindirik değer $-0,72 \pm 0,38$ (medyan: -0,75) ,Eyhance grubunda $-0,75 \pm 0,51$ (medyan:-0,75) olarak izlendi ve gruplar arası farkın anlamlı olmadığı saptandı($p > 0,05$). Trinova grubunun sferik eşdeğer açısından Eyhance grubuna göre daha myopik olduğu tespit edildi($-0,84 \pm 0,55$ (medyan:-0,87) , $-0,61 \pm 0,44$ (medyan :-0,62) ,sırasıyla) ($p < 0,05$ Mann Whitney U testi).

Tablo 6. Çalışmaya dahil edilmiş gözlerin postoperatif 3. ay refraktif değerleri ve grupların karşılaştırılması

	Trinova grubu (n:87)	Eyhance grubu(n:75)	P* değeri
Sferik değer			
Ort ± SS	-0,47 ± 0,52	-0,24 ± 0,46	
Medyan	-0,50	-0,25	<0,05
Min/Maks	-1,75 / 0,75	-2,00 / 0,75	
Silindirik değer			
Ort ± SS	-0,72 ± 0,38	-0,75 ± 0,51	
Medyan	-0,75	-0,75	>0,05
Min/Maks	-1,50 / 0,75	-2,75/ 0,75	
Sferik eşdeğer			
Ort ± SS	-0,84 ± 0,55	-0,61 ± 0,44	
Medyan	-0,87	-0,62	<0,05
Min/Maks	-2,38 / 1,13	-2,38/ 0,25	

* Mann-Whitney U testi

Hastaların ameliyat sonrası takiplerinde her iki grupta da 3. ay sferik eşdeğerde istatistiksel olarak anlamlı olarak emetropiye yaklaşma sağlanmıştır ($p<0.001$)(Friedman testi).Trinova grubunda postoperatif 3. ay sferik eşdeğer ile postoperatif 1. ay birbirinden farklı bulunmamıştır. Eyhance grubunda ise postoperatif 3.ay ile postoperatif 1. ay ve postoperatif 1. hafta sferik eşdeğerleri arasındaki farklar anlamlı bulunmamıştır.

Tablo 7. Ameliyat sonrası 3 aylık dönemdeki muayenelerde sferik eşdeğerlerin değişimi

Sferik eşdeğerler	Postoperatif 1. Gün	Postoperatif 1.hafta	Postoperatif 1.Ay	Postoperatif 3.ay	P değeri*
TRİNOVA (ort±SS)	^a -1,08 ± 0,61	^{ab} -0,98 ± 0,58	^{bc} -0,92 ± 0,59	^c -0,84 ± 0,55	<0,001
Medyan	(-1,00)	(-1,00)	(-1,00)	(-0,87)	
Min-max	-2,25-1,63	-2,25-1,50	-2,00-1,13	-2,38-1,13	
EYHANCE (ort±SS)	^a -0,74 ± 0,62	^{ab} -0,66 ± 0,51	^b -0,63 ± 0,44	^b -0,61 ± 0,44	<0,001
Medyan	(-0,75)	(-0,62)	(-0,62)	(-0,62)	
Min-max	-2,88-0,88	-2,88-0,50	-2,38-1,13	-2,38-0,25	

*Friedman testi

Farklı harfler(a.b.c.) gruplar arası farkın anlamlı olduğunu göstermektedir($p<0,05$)

Postoperatif 3. ayda iDesign (Abbott Medical Optics, Inc., Santa Ana, CA, ABD) cihazı ve Topcon KR8900(Japonya) otorefraktometre ile ölçülen refraktif değerler karşılaştırıldı.Trinova(n:57) grubunda sferik değerin ortalaması $-0,44 \pm 0,56$ (medyan;-0,50) ,iDesign wavefront ile ölçülen sferik değer $-0,56 \pm 0,81$ (medyan;-0,61) olup arasındaki fark istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlıdır($p < 0,001$) . Trinova grubunda iki cihazın silindirik değer ölçümleri farklı izlenmemiştir($p=0,045$).Eyhance(n:36) grubunda ise otorefraktometre ile sferik 3. ay ortalaması $-0,18 \pm 0,50$ (medyan;0,00) , i Design ile $-0,08 \pm 0,68$ olup iki farklı cihazın ölçümleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır($p > 0,05$).Silindirik değerler arası fark istatistiksel olarak anlamlı değildi($p > 0,05$). (Wilcoxon testi)

4.2.Görme keskinlikleri

Tablo 8. Her iki grubun ameliyat sonrası 3. Ay muayenelerinde düzeltilmiş ve düzeltilmemiş uzak mesafe,ara mesafe ve yakın mesafe görme keskinlikleri dağılımları,ortalamaları ve karşılaştırılması

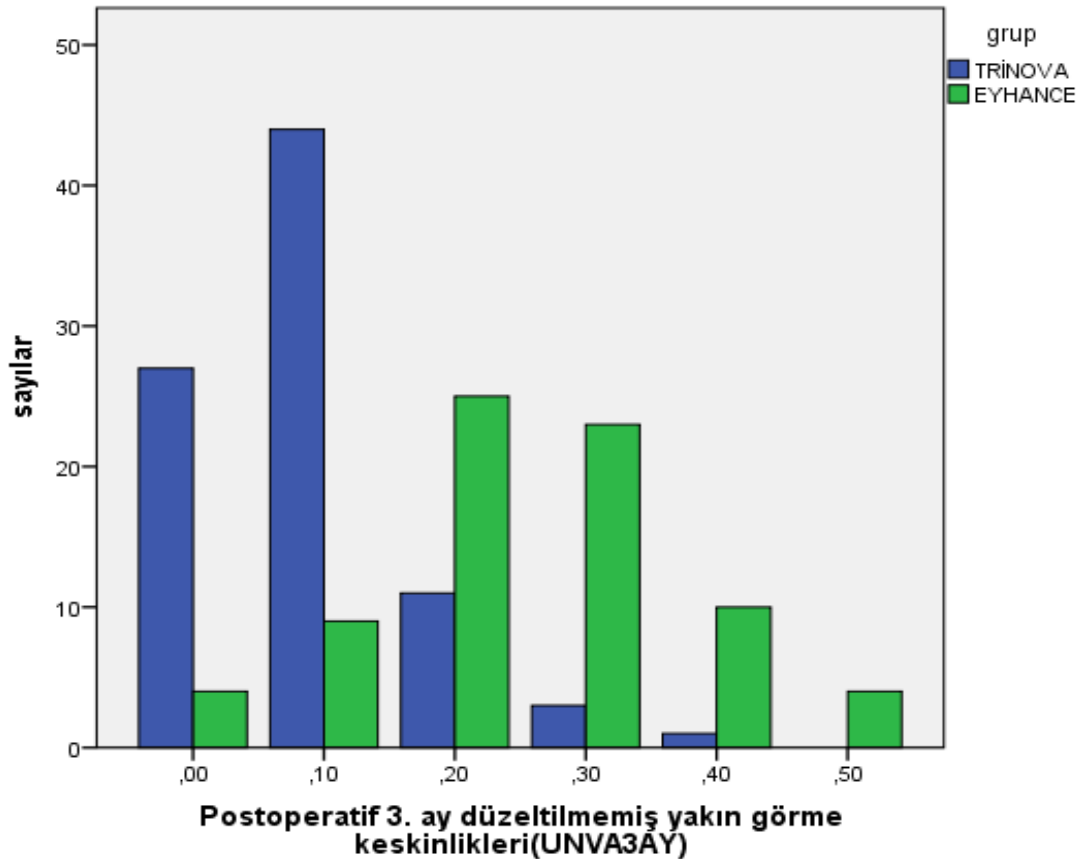
3.Ay Düzeltilmemiş Görme Keskinlikleri		Trinova		Eyhance		*p değeri
		n	%	n	%	
Yakın mesafe	0,0 Logmar	27	31,4	4	5,3	P* <0,001
	0,1 Logmar	44	51,2	9	12	
	0,2 Logmar	11	12,8	25	33,3	
	0,3 Logmar	3	3,5	23	30,7	
	0,4 Logmar	1	1,2	10	13,3	
	0,5 Logmar	0	0	4	5,3	
	Ort.±SS(Medyan)	0,09±0,08(0,1)		0,25±0,11(0,2)		P [‡] < 0,001
Ara Mesafe	0,0 Logmar	8	9,3	13	17,3	P* = 0,565
	0,1 Logmar	33	38,4	27	36	
	0,2 Logmar	29	33,7	22	29,3	
	0,3 Logmar	12	14	12	16	
	0,4 Logmar	3	3,5	1	1,3	
	0,5 Logmar	1	1,2	0	0	
	Ort.±SS(Medyan)	0,16±0,10 (0,2)		0,14±0,10 (0,1)		P [‡] = 0,295
Uzak Mesafe	0,0 Logmar	34	39,5	28	37,3	P *= 0,455
	0,1 Logmar	36	41,9	33	44	
	0,2 Logmar	15	17,4	10	13,3	
	0,3 Logmar	1	1,2	4	5,3	
	Ort.±SS(Medyan)	0,08 ±0,07 (0,1)		0,08 ± 0,08 (0,1)		P [‡] =0,759
3.Ay Düzeltilmiş Görme Keskinlikleri		Trinova		Eyhance		*p değeri
		n	%	n	%	
Yakın mesafe	0,0 Logmar	66	31,4	67	5,3	P* = 0,059
	0,1 Logmar	17	51,2	8	12	
	0,2 Logmar	3	12,8	0	33,3	
	0,3 Logmar	3	3,5	23	30,7	
	0,4 Logmar	1	1,2	10	13,3	
	0,5 Logmar	0	0	4	5,3	
	Ort.±SS(Medyan)	0,02±0,05(0,0)		0,01±0,03(0,0)		P [‡] < 0,05
Ara Mesafe	0,0 Logmar	44	51,2	68	90,7	P* < 0,001
	0,1 Logmar	35	40,7	7	9,3	
	0,2 Logmar	6	4	0	0	
	0,3 Logmar	1	1,2	0	0	
	Ort.±SS(Medyan)	0,05±0,06(0,0)		0,01±0,02(0,0)		P [‡] < 0,001
Uzak Mesafe	0,0 Logmar	66	76,7	67	89,3	P* < 0,001
	0,1 Logmar	17	19,8	8	10,7	
	0,2 Logmar	3	3,5	0	0	
	Ort.±SS(Medyan)	0,04±0,06(0,0)		0,01±0,02(0,0)		P [‡] < 0,001

*Ki-kare testi

£ Mann-Whitney U testi

Gruplara göre düzeltilmemiş yakın görme keskinlikleri dağılımları arasında istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p < 0,001$). Trinova grubunda 27 göz(%31.4) 0,0 logmar , 44 göz (%51.2) 0,1 logmar görmektedir.Eyhance grubunda ise sadece 4 gözde(%5,3) 0,0 logmar ve 9 gözde(%12) 0,1 logmar yakın görme izlenmiştir. Trinova grubunun düzeltilmemiş yakın görme keskinliği ortalaması $0,09 \pm 0,08$ (medyan : 0,1) , Eyhance grubunun ortalaması $0,25 \pm 0,11$ (medyan : 0,2) olup; iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır($p < 0,001$) .

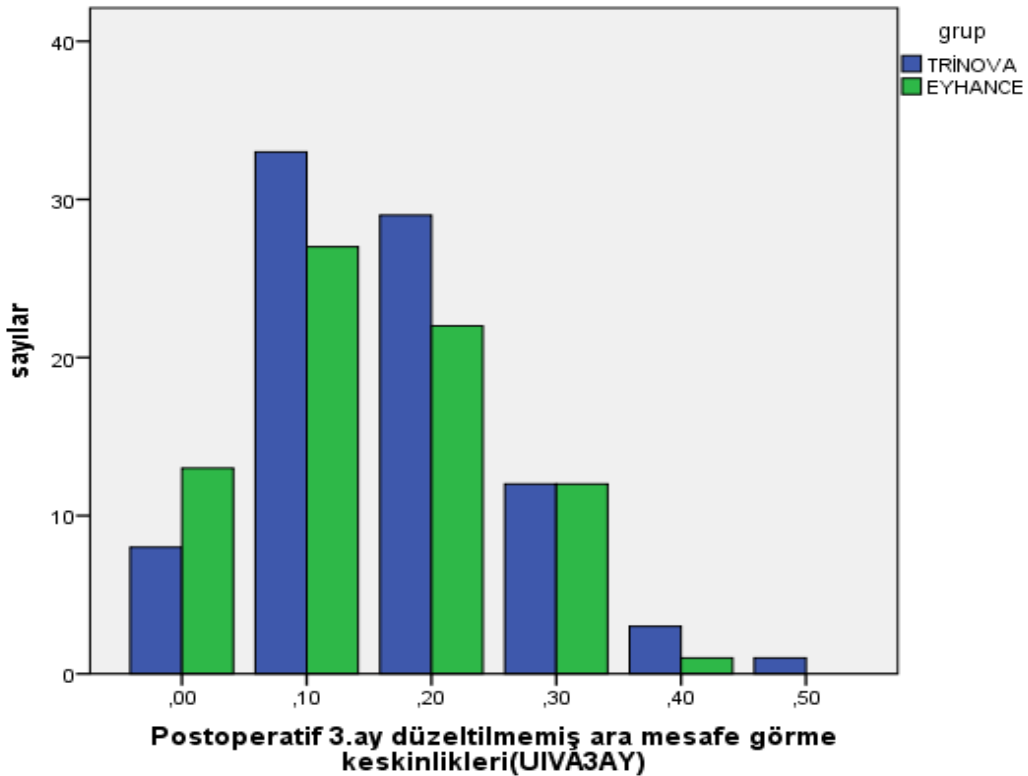
Gruplara göre düzeltilmiş yakın görme keskinlikleri dağılımları arasında istatistiksel anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır(Ki kare testi $p = 0,059$).Fakat ortalamaları karşılaştırıldığında Trinova grubunda düzeltilmiş yakın görme istatistiksel olarak daha iyi saptanmıştır(Mann Whitney testi $p < 0,05$)



Grafik 1. Hastaların postoperatif 3. ay düzeltilmemiş yakın görme keskinliklerinin dağılımı

Ara mesafe düzeltilmemiş görme keskinlikleri dağılımları açısından iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p = 0,565$ Ki kare testi). Trinova grubunda 8 göz(%9,3) 0,0 logmar, 33 göz(%38,4) 0,1 logmar , 29 göz (%33,7) 0,2 logmar görmektedir. Eyhance grubunda ise 13 gözde (%17,3) 0,0 logmar , 27 gözde(%36) 0,1 logmar ve 22 gözde(%29,3) 0,1 logmar yakın görme izlenmiştir. Trinova grubunun düzeltilmemiş ara mesafe görme keskinliği ortalaması $0,16 \pm 0,10$ (medyan : 0,2) , Eyhance grubunun ortalaması $0,14 \pm 0,10$ (medyan : 0,1) olup; iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p = 0,295$ Mann Whitney U testi).

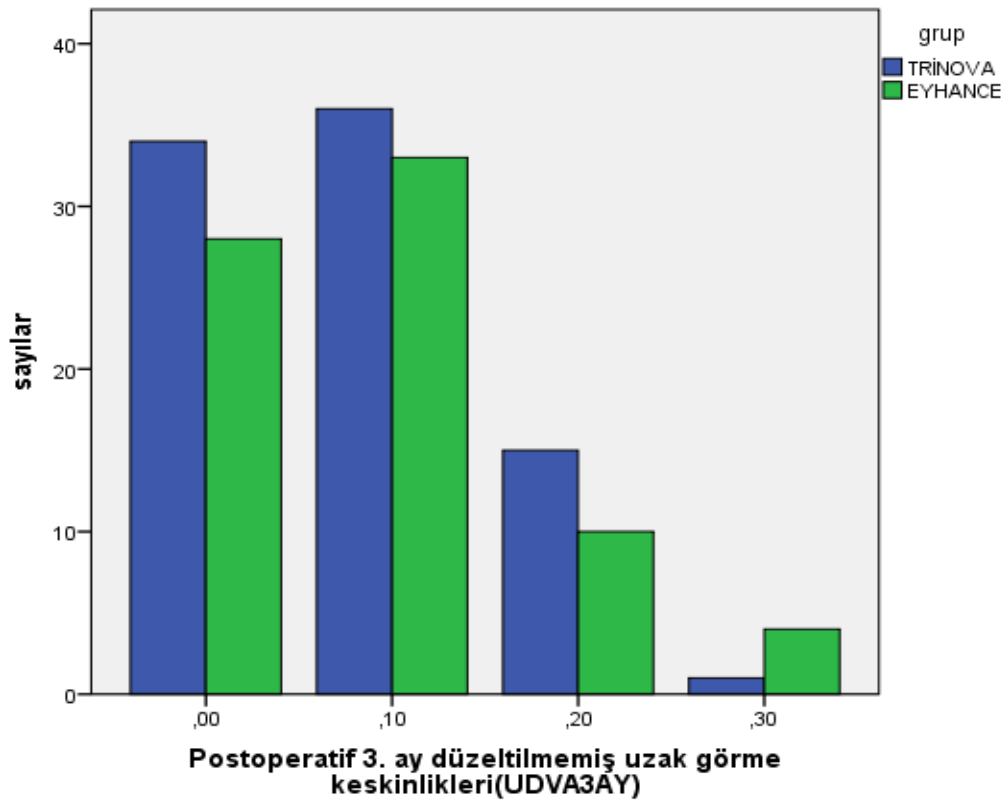
Düzeltilmiş ara mesafe görme keskinlikleri dağılımları açısından gruplar arası fark izlenmiştir ($p < 0,001$ Ki kare testi). Trinova grubunun düzeltilmiş ara mesafe görme keskinlikleri ortalaması $0,05 \pm 0,06$ (medyan : 0,0) iken ; Eyhance grubunun ortalaması $0,01 \pm 0,02$ (medyan : 0,0) 'dir. Eyhance grubunun düzeltilmiş ara mesafe görme keskinliği daha iyi bulunmuştur ($p < 0,001$ Mann Whitney U testi).



Grafik 2. Hastaların postoperatif 3. ay düzeltilmemiş ara mesafe görme keskinliklerinin dağılımı

Düzeltilmemiş uzak mesafe görme keskinlikleri dağılımları açısından gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamaktadır ($p=0,455$ Ki kare testi). Trinova grubunda 34 göz (%39,5) 0,0 logmar , 36 göz (%41,9) , 15 göz 0,2 logmar uzak görme düzeyinde olup ; Eyhance grubunda 28 göz (%37,3) 0,0 logmar , 33 göz (%44) 0,1 logmar ,10 göz (%13,3) 0,2 logmar düzeyindedir.Düzeltilmemiş uzak görme keskinlikleri ortalamaları Trinova grubunda $0,08 \pm 0,07$ (medyan : 0,1) ,Eyhance grubunda $0,08 \pm 0,08$ (medyan : 0,1) iken aralarındaki fark anlamlı bulunmamaktadır($p=0,759$ Mann Whitney U testi).

Düzeltilmiş uzak görme değerlendirildiğinde Trinova grubunda gözlerin % 96,5 'i 0,1 logmar ve üzeri uzak görme düzeylerinde olup ; Eyhance grubunda gözlerin tamamı 0,1 logmar ve üzeri görmektedir.Grupların dağılımları arasındaki fark ileri düzeyde anlamlı izlenmektedir($p<0,001$).Grup ortalamaları karşılaştırıldığında (Trinova için $0,04 \pm 0,06$ (medyan : 0,0) , Eyhance için $0,01 \pm 0,02$ (medyan : 0,0)) aralarında anlamlı fark saptanmaktadır($p<0,001$ Mann Whitney U testi)



Grafik 3. Hastaların postoperatif 3. ay düzeltilmemiş uzak görme keskinliklerinin dağılımı

4.2.1.Uzak Mesafe Görme Keskinliği

Çalışma gruplarının preoperatif, postoperatif 1. gün , 1.hafta, 1.ay ve 3.ay en iyi düzeltilmiş uzak mesafe görme keskinlikleri ve düzeltilmemiş uzak mesafe görme keskinlikleri Tablo 9'da gösterilmiştir.Ameliyat öncesi ve sonrası takiplerde hem Trinova çalışma grubunda hem de Eyhance çalışma grubunda 3. ay sonunda uzak mesafedeki düzeltilmiş ve düzeltilmemiş görme keskinliklerinde istatistiksel olarak anlamlı artış sağlandı. ($p<0.001$)(Friedman testi).

Düzeltilmemiş görme keskinliklerinin muayeneler arası farkı değerlendirildiğinde Trinova grubunda postoperatif 1. hafta ile postoperatif 1.ay birbirinden farklı bulunmuştur.Sonuç görme keskinliği(postoperatif 3.ay) ile postoperatif 1. ay istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmamıştır. Eyhance grubunda ise sonuç görme keskinlikleri ile postoperatif 1.ay ve postoperatif 1 hafta arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır.(sırasıyla ; $P=1,00$, $P=0,319$)

Tablo 9. Her iki çalışma grubu için preoperatif ve postoperatif takiplerde düzeltilmiş ve düzeltilmemiş uzak mesafe görme keskinliği değişimi

Görme Keskinliği	Preoperatif	Postoperatif 1. gün	Postoperatif 1.hafta	Postoperatif 1.Ay	Postoperatif 3.ay	P değeri*
TRİNOVA						
Düzeltilmemiş uzak görme keskinliği	^a 0,89 ± 0,33	^b 0,19 ± 0,13	^{bc} 0,15 ± 0,13	^{cd} 0,11 ± 0,10	^d 0,09 ± 0,10	<0,001
	(1,00)	(0,20)	(0,10)	(0,10)	(0,10)	
Düzeltilmiş uzak görme keskinliği	^a 0,77 ± 0,35	^b 0,08 ± 0,09	^c 0,06 ± 0,07	^c 0,04 ± 0,07	^c 0,04 ± 0,06	<0,001
	(0,80)	(0,10)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	
EYHANCE						
Düzeltilmemiş uzak görme keskinliği	^a 0,90 ± 0,35	^b 0,18 ± 0,11	^c 0,11 ± 0,09	^c 0,09 ± 0,09	^c 0,08 ± 0,08	<0,001
	(0,90)	(0,20)	(0,10)	(0,10)	(0,10)	
Düzeltilmiş uzak görme keskinliği	0,74 ± 0,36	0,04 ± 0,06	0,01 ± 0,03	0,01 ± 0,02	0,01 ± 0,02	<0,001
	(0,70)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	

*Friedman Testi

Farklı harfler (a.b.c.d)gruplar arası farkın anlamlı olduğunu göstermektedir.

4.2.2.Ara Mesafe Görme Keskinliği

Ameliyat öncesi ve sonrası takiplerde hem Trinova çalışma grubundaki hem de Eyhance çalışma grubundaki gözlerin 3. ay sonunda ara mesafedeki düzeltilmiş ve düzeltilmemiş görme keskinliklerinde istatistiksel olarak anlamlı artış sağlandı. ($p<0.001$)(Friedman testi).

Trinova çalışma grubunda postoperatif 3. ay ile postoperatif 1.ay ara mesafe görme keskinlikleri arasındaki fark anlamlı bulunmadı($P =1,00$).Postoperatif 3. ay ile postoperatif 1. hafta ara mesafe görme keskinlikleri birbirinden farklı izlenmiştir($P=0,021$). Eyhance grubunda ise sonuç görme keskinlikleri ile postoperatif 1.ay ve postoperatif 1 hafta arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır.(sırasıyla ; $P=1,00$, $P =0,670$)

Tablo 10. Her iki çalışma grubu için preoperatif ve postoperatif takiplerde düzeltilmiş ve düzeltilmemiş ara mesafe görme keskinliği değişimi

Görme Keskinliği	Preoperatif	Postoperatif 1. gün	Postoperatif 1.hafta	Postoperatif 1.Ay	Postoperatif 3.ay	P değeri*
TRİNOVA						
Düzeltilmemiş ara mesafe görme keskinliği	^a 0,72 ± 0,23	^b 0,28 ± 0,12	^c 0,22 ± 0,11	^{cd} 0,19 ± 0,11	^d 0,16 ± 0,10	<0,001
	(0,80)	(0,30)	(0,20)	(0,20)	(0,20)	
Düzeltilmiş ara mesafe görme keskinliği	^a 0,57 ± 0,24	^b 0,13 ± 0,09	^c 0,09 ± 0,07	^c 0,06 ± 0,07	^c 0,05 ± 0,06	<0,001
	(0,50)	(0,10)	(0,10)	(0,10)	(0,00)	
EYHANCE						
Düzeltilmemiş ara mesafe görme keskinliği	^a 0,77 ± 0,23	^b 0,24 ± 0,13	^{bc} 0,19 ± 0,13	^c 0,16 ± 0,10	^c 0,15 ± 0,10	<0,001
	(0,80)	(0,20)	(0,20)	(0,10)	(0,10)	
Düzeltilmiş ara mesafe görme keskinliği	0,64 ± 0,25	0,05 ± 0,06	0,02 ± 0,04	0,02 ± 0,04	0,01 ± 0,03	<0,001
	(0,60)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	

*Friedman Testi

Farklı harfler (a.b.c.d)gruplar arası farkın anlamlı olduğunu göstermektedir.($p<0,05$)

4.2.3.Yakın Mesafe Görme Keskinliği

Ameliyat öncesi ve sonrası takiplerde hem Trinova çalışma grubunda hem de Eyhance çalışma grubundaki hastaların 3. ay sonunda yakın mesafedeki düzeltilmiş ve düzeltilmemiş yakın görme keskinliklerinde istatistiksel olarak anlamlı artış sağlandı. ($p<0.001$)(Friedman testi).

Trinova çalışma grubunda muayeneler arası değerlendirmede postoperatif 3. ay ile postoperatif 1. ay ve postoperatif 1. hafta yakın görme keskinlikleri istatistiksel olarak birbirine benzer bulunmuştur(sırasıyla ; $P=1,00$, $P = 0,281$). Eyhance çalışma grubunda muayeneler arası değerlendirmede postoperatif 3. ay ile postoperatif 1. ay ve postoperatif 1. hafta yakın görme keskinlikleri istatistiksel olarak birbirine benzer bulunmuştur(sırasıyla $P=1,00$, $P = 0,631$).

Tablo 11. Her iki çalışma grubu için preoperatif ve postoperatif takiplerde düzeltilmiş ve düzeltilmemiş yakın mesafe görme keskinliği değişimi

Görme Keskinliği	Preoperatif	Postoperatif 1. gün	Postoperatif 1.hafta	Postoperatif 1.Ay	Postoperatif 3.ay	P değeri*
TRİNOVA GRUBU						
Düzeltilmemiş yakın görme keskinliği	^a 0,68 ± 0,27	^b 0,07 ± 0,07	^{bc} 0,05 ± 0,07	^{cd} 0,03 ± 0,06	^d 0,02 ± 0,05	<0,001
	(0,70)	(0,10)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	
Düzeltilmiş yakın görme keskinliği	^a 0,51 ± 0,26	^b 0,08 ± 0,09	^c 0,06 ± 0,07	^c 0,04 ± 0,07	^c 0,04 ± 0,06	<0,001
	(0,50)	(0,10)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	
EYHANCE GRUBU						
Düzeltilmemiş yakın görme keskinliği	^a 0,80 ± 0,22	^b 0,33 ± 0,15	^c 0,30 ± 0,12	^c 0,27 ± 0,11	^c 0,25 ± 0,11	<0,001
	(0,90)	(0,30)	(0,30)	(0,30)	(0,30)	
Düzeltilmiş yakın görme keskinliği	0,63 ± 0,26	0,05 ± 0,07	0,02 ± 0,04	0,01 ± 0,03	0,01 ± 0,03	<0,001
	(0,60)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	

*Friedman Testi

Farklı harfler (a.b.c.d)gruplar arası farkın anlamlı olduğunu göstermektedir.($p<0,05$)

Gözlük bağımlılığı

Trinova çalışma grubundaki tek gözü opere edilmiş 24 gözden 2 göz gözlük bağımlı iken 22 göz gözlük bağımsız bulunmuştur.Her iki gözü opere olan 31 hastanın 2'sinde gözlük bağımlılığı izlenmiştir. Hastaların çift göz veya tek gözlerinin ameliyat edilme

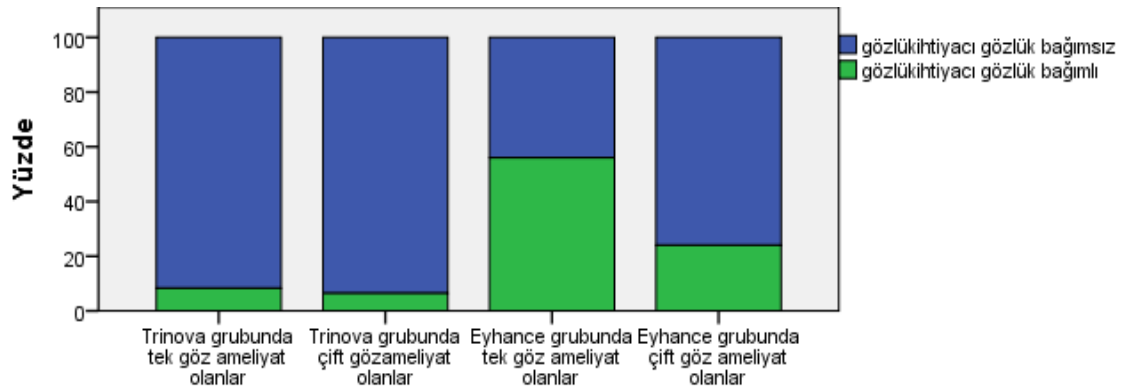
durumları ile gözlük bağımlılığı arasındaki ilişki değerlendirildiğinde bu grupta istatistiksel bir ilişki saptanmamıştır(p=0,670 Ki kare testi).

Eyhance grubunda her iki gözü ameliyat olmuş 50 gözden 38 göz gözlükten bağımsızken, tek gözden ameliyat olan 25 hastanın 11 'inin gözlük bağımsız olduğu saptanmıştır. Bu grupta çift göz ameliyat olanlarda gözlük bağımlılığı oranlarının daha düşük izlendiği tespit edilmiştir(p<0,05 Ki kare testi)

Tablo 12. Çift göz veya tek göz ameliyat edilme durumu ile gözlük bağımlılığı arasındaki ilişki tablosu

Grup		gözlükihtiyacı		Total	*p değeri
		gözlük bağımsız	gözlük bağımlı		
TRİNOVA	tek göz	22	2	24	P=0,670
		91,7%	8,3%	100,0%	
	çift göz	58	4	62	
		93,5%	6,5%	100,0%	
EYEHANCE	tek göz	11	14	25	P<0,05
		44,0%	56,0%	100,0%	
	çift göz	38	12	50	
		76,0%	24,0%	100,0%	
	Total	80	6	86	
		93,0%	7,0%	100,0%	

*Ki kare testi



Grafik 4. Tek göz veya çift göz ameliyat olma durumu ile gözlük bağımlılığı arasındaki ilişki

4.3.Kontrast duyarlılık

Grafik .. de 1.5 cpd,3 cpd,6 cpd,12 cpd ve 18 cpd için fotopik koşullarda kontrast sensitivite değerleri gösterilmiştir. Kontrast duyarlılık testi sonuçlarının Trinova grubu için tüm uzaysal frekanslarda Eyhance grubuna göre daha düşük olduğu saptanmıştır($p<0,05$).

Tablo 13. Kontrast duyarlılık testi sonuçlarının karşılaştırılması

Kontrast duyarlılık testi	Trinova grubu ortalama $\pm$ SS)	Eyhance grubu (ortalama $\pm$ SS)	* P değeri
1,5 cpd Ortalama $\pm$ Standart sapma Ortanca(minimum-maximum)	1,36 $\pm$ 0,11 1,39(1,09-1,60)	1,43 $\pm$ 0,14 1,49(1,20-1,60)	<0,05
3 cpd Ortalama $\pm$ Standart sapma Ortanca(minimum-maximum)	1,45 $\pm$ 0,12 1,49(1,20-1,60)	1,52 $\pm$ 0,10 1,60(1,20-1,60)	<0,05
6 cpd Ortalama $\pm$ Standart sapma Ortanca(minimum-maximum)	1,35 $\pm$ 0,16 1,30(1,09-1,60)	1,49 $\pm$ 0,13 1,49(1,00-1,60)	<0,05
12 cpd Ortalama $\pm$ Standart sapma Ortanca(minimum-maximum)	1,00 $\pm$ 0,18 1,39(0,49-1,39)	1,17 $\pm$ 0,12 1,20(1,09-1,30)	<0,05
18 cpd Ortalama $\pm$ Standart sapma Ortanca(minimum-maximum)	0,59 $\pm$ 0,23 0,60(0-1,09)	0,87 $\pm$ 0,09 0,90(0,69-1,00)	<0,05

4.4.Aberasyonlar

Çalışmaya dahil edilmiş gözlerden trinova grubunda 57 göz Eyhance grubunda 36 göz için postoperatif 3. ay kontrol muayenelerinde iDesign wavefront aberometre cihazı aracılığıyla aberasyon değerleri bulunmaktadır.Oculus Pentacam cihazı aracılığıyla da Trinova grubunda 67 göz Eyhance grubunda 66 göz için veriler mevcuttur. İDesign ile yapılmış ölçümlerin kataraktlı gözlerde güvenilir sonuçlar vermediği cihaz tarafınca anlaşılmaktadır.Dolayısıyla ameliyat öncesi aberasyonların Pentacam cihazı ile ölçümleri olan verilerin gruplar arası karşılaştırmaları yapılmıştır.Sonuç olarak Trinova

grubunda 43 göz Eyhance grubunda 34 gözü değerlendirmeye alındı .Ameliyat öncesi için Pentacam cihazının, ameliyat sonrası için iDesign cihazının verileri ile yapılmış istatistik analizlerine göre iki grup arasında postoperatif 3.ay primer koma ve trefoil aberasyonlarda anlamlı bir fark saptanmamıştır (sırasıyla $p=0,245$; $p=0,295$).Yüksek sıralı aberasyon değerleri Trinova grubunda yüksek olmasına rağmen bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p=0,052$). Fakat istatistikler sonucu primer sferik aberasyon değerlerinde ve total aberasyonlarda Trinova grubunun Eyhance grubuna göre daha yüksek olduğu saptanmıştır (her ikisi için de $p < 0,001$). Aberasyonlar tablo 9’da özetlenmiştir.

Tablo 14. Postoperatif 3.ay idesign wavefront aberasyonların karşılaştırma tablosu. (μ): RMS (Root Mean Square, Karekök ortalaması) cinsinden değeri.

Ameliyattan 3 ay sonrası aberasyon Tablosu	Trinova grubu(n=43)	Eyhance grubu(n=34)	P değeri
Yüksek Sıralı Aberasyon (μ)			
Ort $\pm$ SS	0,31 $\pm$ 0,16	0,26 $\pm$ 0,21	0,052
Medyan	0,28	0,22	
Min/Maks	0,11 / 0,90	0,08 / 1,17	
Primer Koma Aberasyon(μ)			
Ort $\pm$ SS	0,09 $\pm$ 0,06	0,07 $\pm$ 0,05	0,245
Medyan	0,08	0,06	
Min/Maks	0,02 / 0,26	0,01 / 0,23	
Primer Trefoil Aberasyon(μ)			
Ort $\pm$ SS	0,11 $\pm$ 0,06	0,10 $\pm$ 0,05	0,295
Medyan	0,11	0,09	
Min/Maks	0,01 / 0,25	0,01 / 0,25	
Primer Sferik Aberasyon (μ)			
Ort $\pm$ SS	0,06 $\pm$ 0,02	-0,01 $\pm$ 0,03	< 0,001
Medyan	0,06	-0,02	
Min – Maks	-0,02 / 0,11	-0,07 / 0,06	
Total Aberasyon (μ)			
Ort $\pm$ SS	0,83 $\pm$ 0,30	0,59 $\pm$ 0,30	< 0,001
Medyan	0,78	0,57	
Min/Maks	0,42 / 1,77	0,20 / 1,61	

Aynı gözlerin ameliyat öncesi dönemde Oculus Pentacam cihazı ile ölçülmüş aberasyonları değerlendirildiğinde çalışma gruplarımız arası primer sferik aberasyonlar, koma aberasyonlar, trefoil aberasyonlar, yüksek sıralı aberasyon ve total aberasyonlar açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır(hepsi için $p>0,05$).

Tablo 15. Oculus Pentacam cihazı ile preoperatif aberasyonların karşılaştırma tablosu. (μ): RMS (Root Mean Square, Karekök ortalaması) cinsinden değeri.

Ameliyat öncesi aberasyon Tablosu	Trinova grubu(n=43)	Eyhance grubu(n=34)	P değeri
Yüksek Sıralı Aberasyon (μ)			
Ort $\pm$ SS	0,18 $\pm$ 0,07	0,21 $\pm$ 0,12	0,307
Medyan	0,17	0,17	
Min/Maks	0,08 / 0,43	0,09/ 0,63	
Primer Koma0° Aberasyon (μ)			
Ort $\pm$ SS	-0,002 $\pm$ 0,07	0,005 $\pm$ 0,08	0,356
Medyan	0,01	0,02	
Min/Maks	-0,21 / 0,16	-0,33 / 0,16	
Primer Koma90° Aberasyon(μ)			
Ort $\pm$ SS	0,01 $\pm$ 0,1	0,05 $\pm$ 0,13	0,214
Medyan	0,03	0,05	
Min/Maks	-0,35 / 0,31	-0,30 / 0,51	
Primer Trefoil Aberasyon (μ)			
Ort $\pm$ SS	-0,002 $\pm$ 0,08	-0,01 $\pm$ 0,19	0,392
Medyan	-0,01	-0,01	
Min – Maks	-0,15 / 0,28	-0,41 / 0,90	
Primer Sferik Aberasyon (μ)			
Ort $\pm$ SS	0,03 $\pm$ 0,04	0,03 $\pm$ 0,05	0,704
Medyan	0,02	0,02	
Min/Maks	-0,05 / 0,15	-0,08 / 0,23	
Total Aberasyon (μ)			
Ort $\pm$ SS	0,594 $\pm$ 0,26	0,73 $\pm$ 0,45	0,268
Medyan	0,54	0,60	
Min/Maks	0,19 / 1,49	0,27 / 2,23	

4.5. Fotik Fenomenler (Görsel Optik Semptomlar)

Ameliyat sonrası 3. ay muayenelerinde hastaların gözlerindeki halo , kamaşma ve disfotopsi şikayetleri değerlendirilmiştir.Trinova grubunda 6 gözde geceleri belirginleşen halo şikayetleri bulunmakta, Eyhance grubundaki hastaların hiçbirinde halo şikayetleri bulunmamaktadır. Trinova grubundaki 15(%17,2) gözde kamaşma şikayeti tespit edilirken Eyhance grubunda 4(%5,3) göz için kamaşma şikayeti bildirilmiştir.Trinova grubundaki kamaşma şikayetleri istatistiksel olarak daha fazla saptanmıştır(p <0,05). Trinova grubunda daha çok izlenen halo şikayetleri hiçbir hastada hayat kalitesini ciddi anlamda etkileyecek düzeyde değildi.Halo şikayetleri haricindeki disfotopsi durumu incelendiğinde iki grup arasında istatistiksel anlamda fark saptanmamıştır(p = 0,516).Trinova grubunda 4(%4,6) gözde disfotopsi gözlenmiş olup Eyhance grubunda 6(%8,0) gözde disfotopsi bulunmaktadır.

Tablo 16. Hastaların görsel optik şikayetlerinin grupları arası dağılımı ve karşılaştırılması

		Grup		*P değeri
		TRİNOVA	EYHANCE	
Hale	Var	6(%6,9)	0(%0,0)	P < 0,05
	Yok	81(%82,8)	75(%100,0)	
Kamaşma	Var	15(%17,2)	4(%5,3)	P < 0,05
	Yok	72(%82,8)	71(%94,7)	
Disfotopsi	Var	4(%4,6)	6(%8,0)	P = 0,516
	Yok	83(%95,4)	69(%92,0)	

*Ki kare testi

4.6.Hasta memnuniyeti

Tablo 17. Hastalara 3. ayda uygulanmış olan NEI-VFQ-25 Görme İşlevi Ölçeği anketi sonuçları ve altgrup analizleri

	Trinova grubu ortalama $\pm$ SS)	Eyhance grubu (ortalama $\pm$ SS)	* P değeri
Genel sağlık Ort $\pm$ SS Medyan(min-max)	77,72 $\pm$ 21,87 75(25-100)	66,00 $\pm$ 22,45 75(25-100)	0,005
Genel görme Ort $\pm$ SS Medyan(min-max)	76,00 $\pm$ 14,60 80(40-100)	78,40 $\pm$ 12,67 80(60-100)	0,441
Gözde ağrı Ort $\pm$ SS Medyan(min-max)	84,77 $\pm$ 15,34 87,50(37,50-100)	85,25 $\pm$ 15,50 87,50(50-100)	0,303
Yakın görme ile ilgili aktiviteler Ort $\pm$ SS Medyan(min-max)	93,56 $\pm$ 8,74 100(66,67-100)	87,50 $\pm$ 9,99 91,66(50-100)	0,001
Uzak görme ile ilgili aktiviteler Ort $\pm$ SS Medyan(min-max)	91,21 $\pm$ 9,13 91,66(50-100)	96,33 $\pm$ 7,60 100(66,67-100)	<0,001
Görme özelliğine özgü rol kısıtlaması Ort $\pm$ SS Medyan(min-max)	95,90 $\pm$ 9,01 100(62,5-100)	93,75 $\pm$ 10,48 100(62,5-100)	0,421
Görme özelliğine özgü araba sürme Ort $\pm$ SS Medyan(min-max)	85,08 $\pm$ 15,20 100(75-100)	87,28 $\pm$ 15,13 100(75-100)	0,001
Görme nedenli bağımlılık Ort $\pm$ SS Medyan(min-max)	99,84 $\pm$ 1,12 100(91,67-100)	99,83 $\pm$ 1,17 100(91,67-100)	0,980
Görme özelliğine özgü sosyal işlev Ort $\pm$ SS Medyan(min-max)	99,09 $\pm$ 4,06 100(75-100)	99,75 $\pm$ 1,76 100(87,5-100)	0,353
Görme özelliğine özgü akıl sağlığı Ort $\pm$ SS Medyan(min-max)	96,47 $\pm$ 4,29 100(87,5-100)	95,75 $\pm$ 6,11 93,75(62,5-100)	0,747
Renkli görme Ort $\pm$ SS Medyan(min-max)	96,36 $\pm$ 12,18 100(50-100)	99,50 $\pm$ 3,53 100(75-100)	0,114
Çevresel görme Ort $\pm$ SS Medyan(min-max)	98,18 $\pm$ 6,55 100(75-100)	98,50 $\pm$ 5,99 100(75-100)	0,797
TOPLAM SKOR Ort $\pm$ SS Medyan(min-max)	92,32 $\pm$ 8,36 93,92(41,67-100)	94,34 $\pm$ 4,79 95,34(72,67-100)	0,201

*Mann Whitney U testi

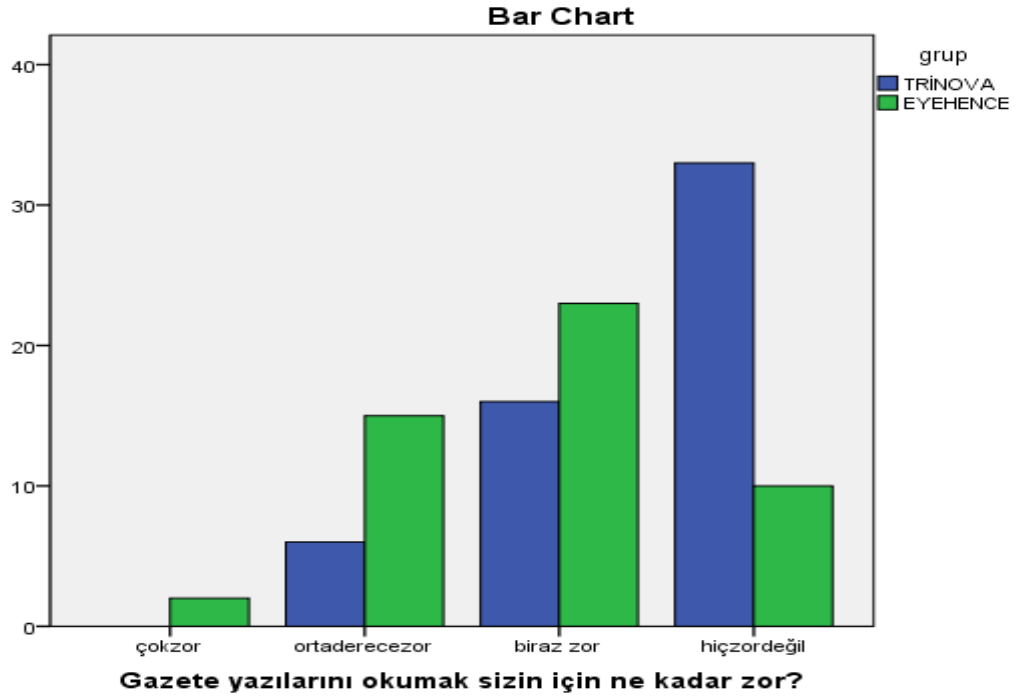
Tablo 18. Anketin ameliyat öncesi ve 3 ay sonrası toplam skorları

	TOPLAM SKOR PREOPERATİF	TOPLAM SKOR POSTOPERATİF	*P değeri
TRİNOVA grubu ortalama $\pm$ SS medyan(min-max)	68,55 $\pm$ 7,66 69,5(50,33-84,72)	92,32 $\pm$ 8,36 93,92(41,67-100)	<0,001
EYHANCE grubu ortalama $\pm$ SS medyan(min-max)	72,80 $\pm$ 7,41 73,25(53,04-84,38)	94,34 $\pm$ 4,79 95,34(72,67-100)	<0,001

*Wilcoxon testi

Hastaların görme işlevini değerlendirdiğimiz NEI-VFQ-25 Görme İşlevi Ölçeği anketine göre her iki grupta ameliyat öncesine göre anlamlı bir artış gözlenmektedir($p < 0,001$).

NEI-VFQ-25 Görme İşlevi Ölçeği anketine göre alt grup analizler gerçekleştirildi. Yakın görme ile ilgili aktiviteler skoru ortalaması Trinova grubu için $93,56 \pm 8,74$ iken Eyhance grubu için $87,50 \pm 9,99$ idi. Trinova grubunda yakın görme ile ilgili aktivite skorları istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde daha yüksek bulundu($p = 0,001$). "Başlıklar dışındaki gazete yazılarını okumak sizin için ne kadar zor?" sorusuna Trinova grubundaki hastaların hiçbiri "çok zor" veya görememem nedeniyle bıraktım" cevabını vermezken sadece 6(%10,9) hasta "orta derece zor", 16(%29,1) hasta "biraz zor", 33(%60) hasta "hiç zor değil" cevaplarını vermişlerdir. Eyhance grubunda ise 2(%4) hasta "çok zor", 15(%30) hasta "orta derece zor", 23(%46) hasta "biraz zor", 11(%22) hasta "hiç zor değil" cevaplarını vermişlerdir. Bu soruya cevabın dağılımına göre gruplar arası fark anlamlı saptanmıştır. ($p < 0,001$ Ki kare testi).



Grafik 5.Gazete yazılarını okuma ile ilgili anket sorusuna verilen cevapların dağılımı

Genel görme skoru ortalaması Trinova grubunda $76,00 \pm 14,60$, Eyhance grubunda $78,40 \pm 12,67$ olup; iki grup arası fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p = 0,441$). Eyhance grubunda uzak görme ile ilgili aktiviteler skoru ortalaması $96,33 \pm 7,60$ iken Trinova grubundaki $91,21 \pm 9,13$ ortalamaya göre istatistiksel anlamda daha yüksek olduğu saptanmıştır ($p < 0,001$). Görme özelliğine özgü araba sürme skoru ortalaması Trinova grubunda $85,08 \pm 15,20$, Eyhance grubunda $87,28 \pm 15,13$ 'dir. Trinova grubunda bu skorun daha düşük olduğunu istatistiksel olarak anlamlı olduğunu söyleyebiliriz ($p = 0,001$). Trinova grubunda gözlerinde kamaşma olan hastaların görme özelliğine özgü araba sürme skoru ortalaması $78,33 \pm 11,18$, kamaşma olmayan hastaların skor ortalaması $91,94 \pm 11,26$ 'dır. Kamaşma olanlarda araba sürme skorları istatistiksel olarak daha düşüktür ($p < 0,05$ Mann Whitney U testi). Eyhance grubunda kamaşma olan hastalar görme dışındaki sebepler nedeniyle araba kullanmamaktadır. Bu yüzden bu ilişki değerlendirilememektedir.

4.7. Posterior kapsül opasifikasyonu

Postoperatif dönemdeki 3 aylık takipte Trinova ve Eyhance implante edilmiş gözlerde gelişebilecek posterior kapsül opasifikasyonu; biyomikroskopik muayene ile kırmızı refrenin parlaklığı, kapsül saydamlığındaki azalma, bulanıklık, fibrozis gelişimi ve Elshnig incilerine bakılarak değerlendirildi. Trinova grubunda 11 (% 11,2), Eyhance grubunda 4 (% 5,1) gözde 3 aylık dönem içerisinde hafif derecede arka kapsül kesafeti geliştiği rapor edilmiştir. Trinova grubundaki daha yüksek posterior kapsül opasifikasyonu oranı istatistiksel olarak anlamlı saptanmamıştır ($p = 0,233$ Ki kare testi).

Tablo 19. Posterior kapsül opasifikasyonu olan gözlerin grup içi dağılımları

Posterior kapsül opasifikasyonu		Grup		Total
		TRİNOVA	EYHANCE	
yok	Sayı	87	75	162
	Yüzde	88,8%	94,9%	
var	Sayı	11	4	15
	Yüzde	11,2%	5,1%	
Total	Sayı	98	79	177
	Yüzde	100,0%	100,0%	

4.8. Kappa açısı

Kappa açısı kornea merkezini pupil merkezine birleştiren pupiller eksen ile fikse edilen cismi foveaya birleştiren visuel aks arasındaki açıdır. Direkt olarak kappa açısını ölçemediğimiz. Lenstar cihazı ile elde edilen pupil barycenter değeri aynı şekilde X ve Y koordinatlarında pupil merkezinin apekse göre kayması hakkında bilgi sağlamaktadır. Chord Mü = $\sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$ olarak hesaplanmıştır. Trinova grubunda ortalama $0,34 \pm 0,14$ olup bu değer ile postoperatif 3. ay primer koma 0° aberasyonları arasında pozitif bir korelasyon mevcuttur ($p = 0,01$). Eyhance grubunda bu ilişki anlamlı bulunmamaktadır ($p > 0,05$).

Kord mü ile kontrast duyarlılık değerleri karşılaştırıldığında Trinova grubunda tüm döngü/derecelerde istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon bulunmazken ,Eyhance grubunda 6 cp/d ve 12 cp/d 'de negatif anlamlı bir ilişki saptanmıştır ($p < 0,05$).

5. TARTIŞMA

Katarakt başta yaşa bağlı değişiklikler olmak üzere birçok nedene bağlı olarak gelişen, görmede azalma şikayetine neden olabilen lens opasifikasyonlarıdır.[1]. Görme kalitesindeki azalmanın tedavisinde uygulanan katarakt cerrahisi günümüzde en sık uyguladığımız cerrahilerdendir.[20]

Geçmiş tarihlerden beri birçok farklı yöntemlerle katarakt cerrahisi uygulanmakla beraber günümüzde küçük kesili ve sütürsüz fakoemülsifikasyon cerrahisi tercih edilmektedir. Cerrahi tekniklerin ve teknolojinin ilerlemesi sayesinde ameliyat sonrası başarı ve sonuçların tahmin edilebilirliği ve hatta gözlük bağımsız bir hayat gibi hastaların beklentileri de artmıştır.

Standart kullanımda olan tek odaklı göz içi mercek implantasyonu sonrası hastalarda yeterli uzak görme keskinliğine ulaşılmakta fakat yakın görme için gözlük eklemesi gerekmektedir. Bu nedenle refraktif, difraktif veya her ikisini de içerecek şekilde farklı dizaynlarda lensler ve akomodatif göz içi mercekleri dizayn edilmiştir. [2].

Çalışmamızda yeni geliştirilmiş olan iki farklı göz içi merceğinin klinik sonuçları değerlendirilmiştir. Çalışmaya dahil edilmiş tüm gözlerin görme keskinlikleri farklı mesafelerde ölçülmüştür. Yakın mesafe ve ara mesafe ölçümlerinin tümü 35 cm ve 67 cm de sabit olacak şekilde planlanmıştır. Muayenede kullanılan yakın eşeli, Eğrilmez ve arkadaşları tarafınca standartizasyonu yapılmış bir eşeldir(T Oft Gaz 2004;34(6);404-412). Bu eşelin 35 cm ve 67 cm için ayrı ayrı yapılmış modelleri kullanılmıştır. Fakat teorik olarak bilmekteyiz ki Trinova lense için okuma mesafeleri 80 cm ile 38 cm’de , Eyhance lense için 66 cm ve 40 cm’de optimaldir. Bu durum sonuçları etkilemiş olabilir.

Yakın mesafe görme

Difraksiyon teknolojisinde basamaklı konstantrik halkalar ile pupilden bağımsız şekilde ışığı farklı mesafelere odaklamak amaçlanmıştır. Apodizasyon teknolojisi ile ışınların yarattığı halo etkisi en aza indirgenmiş ve kontrast duyarlılık artırılmıştır[3]. Tek odaklı merceklerle göre daha iyi bir yakın görme elde edilmektedir. Gundersen ve arkadaşları difraktif bir mercek olan AcrySof IQ ReSTOR +3.0 D, AcrySof IQ ReSTOR +2.5.0 D lensleri ve tek odaklı bir mercek olan AcrySof IQ lensinin klinik

sonuçlarını değerlendirmişlerdir. Bu çalışma sonucunda uzak mesafe görme keskinlikleri arasında anlamlı bir fark izlenmezken yakın ve ara mesafede AcrySof IQ ReSTOR lensleri AcrySof IQ 'a göre daha iyi görme keskinlikleri izlenmiştir. [92]. Difraktif bir lens olan Tecnis ZM 900 (AMO) ile ilgili Pan-pan Ye ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada ise monofokal gruba kıyasla 30 cm ve 40 cm görme mesafelerinde daha iyi görme düzeyi($p<0.001$) ve daha yüksek akomodasyon amplitüdü ($2.3 \sim 2.8$ D $P = 0.007$) izlenmiştir[93]. Pedrotti ve arkadaşlarının çalışmasında yakın mesafe düzeltilmemiş görme keskinlikleri AcrySof IQ ReSTOR +2,5D için 0.28 ± 0.11 logmar, AcrySof IQ ReSTOR +3D için $0,05 \pm 0,08$ logmar olarak bildirilmiştir[94]. Bizim çalışmamızda da difraktif bir lens olan Trinova grubunda 35 cm mesafede görme keskinliği ortalaması $0,09 \pm 0,08$ logmar (medyan:0,1 logmar) olarak bu çalışmalara benzer şekilde tatmin edici düzeyde saptanmıştır. Ayrıca %95,3 gibi yüksek bir yüzdede gözlerin 0,2 logmar ve üzeri düzeltilmemiş görme keskinlikleri olduğu tespit edilmiştir.

EDOF teknolojisi sayesinde uzatılmış bir odak noktası ile genişletilmiş bir odak derinliği elde edilmektedir. Böylece uzak mesafe görme etkilenmeden daha yakın mesafelerde de görme kalitesini artırmak hedeflenmiştir[95]. Mencucci ve arkadaşlarının yaptığı yakın zamanda yayınlanmış olan çalışmaya göre Tecnis Eyhance implante edilen gözlerde monoküler yakın mesafe(40 cm) düzeltilmemiş görme keskinlik ortalamaları $0,46 \pm 0,13$ logmar iken monofokal grupta $0,50 \pm 0,04$ logmar olarak hesaplanmıştır($p = 0,590$). Bizim çalışmamızda Tecnis Eyhance grubunda 33 cm mesafede düzeltilmemiş görme keskinlikleri $0,25 \pm 0,11$ (medyan:0,2.logmar) izlendi. Ön görüldüğünden daha iyi bir görme seviyesi olarak düşünmekteyiz. Bu durumu açıklayabilecek faktörlerden birisi bizim çalışmamızda sferik eşdeğerin diğer çalışmalara göre daha myopik olması olabilir. Nitekim bu durumla ilgili olarak Cochener ve arkadaşları EDOF teknolojili Tecnis Symphony ZXR00 implante edilmiş hastaları iki farklı alt grupta incelemektedir. Hedef refraktif değeri 0,50 ila 0,75 D myopi olanlar mikro monovizyon grubu olarak değerlendirilirken emetropi hedeflenen diğer grup ise nonmonovizyon grubu olarak adlandırılmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarında mikromonovizyon grubunda daha iyi ara mesafe görme ve daha iyi yakın görme rapor edilmiştir(UIVA $p=0,003$, UNVA $p=0,011$). Düzeltilmiş ve düzeltilmemiş uzak görme keskinliklerinde ise monovizyon yapılan grup ile yapılmayan grup arasında istatistiksel anlamda fark izlenmemiştir(sırasıyla $p=0.485$, $p= 0,853$)

[59]. Cochener ve arkadaşlarının bu analizleri 411 hasta 822 göz için yapmış olması görece daha az sayıda göz değerlendirmiş olmamız nedeniyle çalışmamızda böyle bir alt grup analizini tercih etmedik. Fakat çalışmamızda Eyhance grubunda ortalama sferik eşdeğerlerinin ortalamasının $-0,61 \pm 0,44$ (medyan:-0,62;-2,38 ila 0,25) olduğunu saptadık. Bu değer Mencucci ve arkadaşlarının çalışmasındaki sferik eşdeğer ortalamasına göre (-0.33 ± 0.49) (median :0.25; 1.50 ila +0.13) daha myopik olduğu gözlenmektedir. Çalışmamızın sonuçlarına göre yakın mesafe görme düzeyinin Eyhance grubu için tatmin edici düzeyde olması buna bağlı olabilir. Çalışmamızın başka kısıtlılıklarından birisi de standart monofokal bir göz içi mercek ile karşılaştırmamamızdır. Bu şekilde yakın mesafe görme için yeterliliğini veya monofokal standart merceklerle üstünlüğünü daha iyi karşılaştırabilirdik.

Trinova ile Eyhance grubunu düzeltilmemiş yakın görme keskinlikleri açısından karşılaştırdığımızda Trinova grubunda ortalama $0,09 \pm 0,08$ logmar (medyan:0,1 logmar) Eyhance grubunda $0,25 \pm 0,11$ logmar (medyan:0,2.logmar) olup; iki grup arası fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,001$ Mann Whitney U testi). Gruplara göre düzeltilmemiş yakın görme keskinlikleri dağılımları değerlendirildiğinde Trinova grubunda 27 göz (%31.4) 0,0 logmar, 44 göz (%51.2) 0,1 logmar olarak bildirilmişken, Eyhance grubunda ise sadece 4 gözde (%5,3) 0,0 logmar ve 9 gözde (%12) 0,1 logmar yakın görme bildirilmiştir. Düzeltilmemiş yakın görmelerin dağılımı açısından da iki grup arasında istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p < 0,001$ Ki kare testi).

Ara mesafe görme

İlk üretilen multifokal merceklerin birkaç sınırlı özellikleri mevcuttur. Bu mercekler iki odaklı olacak şekilde oluşturulmuş. Dolayısıyla telefon kullanımı, bilgisayar kullanımı gibi ara mesafe için görme kalitesi istenen düzeyde olmamaktadır. Bu problemin çözümü amacıyla genişletilmiş odak derinliği içeren mercekler veya trifokal (üç odaklı) göz içi mercekleri geliştirilmiştir[56]. Liu ve arkadaşları tarafından difraktif bifokal bir mercek olan AT LISA 809M(Carl Zeiss Meditec) ile difraktif trifokal bir mercek olan AT LISA tri 839MP (Carl Zeiss Meditec, Jena, Almanya) implante edilmiş hastaların 3 aylık takipleri sonucu uzak mesafe ve yakın mesafe görme düzeyleri arasında anlamlı bir fark gözlenmezken ($P \geq 0.05$) ara mesafe düzeltilmiş ve düzeltilmemiş en iyi görme

keskinlikleri açısından trifokal grubunda belirgin üstünlük gözlenmiştir($P < 0.01$)[96]. Bifokal bir mercek olan AT LISA 801 ile trifokal bir mercek olan AT LISA tri 839MP'nın 1 yıllık klinik sonuçlarının karşılaştırıldığı başka bir çalışmada düzeltilmemiş uzak görme keskinlikleri ile yakın mesafe görme (33 cm) keskinlikleri açısından 2 grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark izlenmemiştir(sırasıyla $p=0,822$, $p=0,529$). Fakat 66 cm mesafede bifokal grupta görme keskinlikleri ortalaması $0,26 \pm 0,17$ logmar (medyan; $0,3$ logmar) iken trifokal grupta $0,09 \pm 0,11$ (medyan; $0,1$ logmar) izlenmiştir($p<0,001$)[97]. Mencucci ve arkadaşlarının çalışmasına göre 80 cm mesafede mezopik koşullarda EDOF teknolojisi eklenmiş bifokal difraktif bir mercek olan Tecnis Symphony ZXR00 IOL (Abbott Medical Optics) için düzeltilmemiş görme keskinliği ortalama $0,19 \pm 0,11$ logmar iken Panoptix ve ATLISA tri839MP için sırasıyla $0,38 \pm 0,08$ logmar ve $0,29 \pm 0,13$ logmar tespit edilmiştir($p < 0,001$)[98]. Başka bir çalışmada ise Tecnis Symphony ZXR00 IOL için ara mesafe düzeltilmemiş görme keskinliği $0,27 \pm 0,08$ logmar , Panoptix için $0,23 \pm 0,07$, monofocal SN60WF (Acrysof, Alcon) için $0,42 \pm 0,09$ olarak rapor edilmiştir. Monaco ve arkadaşlarının yaptığı bu çalışmaya göre EDOF lens ve trifokal lensin ikisi için de ara mesafe görme seviyeleri monofokal gruba göre daha iyi izlenmiştir[99]. Yakın zamanda yayınlanmış olan Tecnis Eyhance ICB00 (Johnson & Johnson Vision) yayınında düzeltilmemiş ara mesafe görme keskinlik ortalaması 0.28 ± 0.11 logmar, düzeltilmiş ara mesafe görme keskinlik ortalaması 0.04 ± 0.05 logmar olarak raporlanmıştır[5]. Bizim çalışmamızda düzeltilmemiş ara mesafe görme keskinlikleri trifokal olan Trinova grubunda $0,16 \pm 0,10$ (0,2) logmar iken EDOF teknolojisi olan Eyhance grubunda $0,14 \pm 0,10$ (0,1) logmar olarak saptandı. Ara mesafe görme açısından her iki grubun da tatmin edici düzeyde olduğu düşünülmektedir. Trinova ile Eyhance arası karşılaştırmada istatistiksel anlamda aralarında fark bulunmamıştır($p>0,05$).

Uzak görme

Presbiyopi şikayetlerini azaltmak amacıyla geliştirilen yeni dönem göz içi mercekleri ile hastaların yakın mesafe ve ara mesafede görme kaliteleri artmasına rağmen uzak mesafe görme kaliteleri de üst düzeyde izlenmektedir. Kohnen ve arkadaşları Atlisa trifokal GİM yerleştirilen hastalarda düzeltilmemiş uzak görme keskinlikleri(UDVA) ortalamalarını $0,01 \pm 0,11$ logmar olarak rapor etmişlerdir[100]. Monaco ve arkadaşlarının çalışmasında Panoptix grubunda UDVA ortalaması $0,00 \pm 0,04$ logmar

,Tecnis Symphony grubunda $0,03 \pm 0,05$ logmar ve monofokal SN60WF (Acrysof) grubunda $0,02 \pm 0,06$ logmar olarak bildirilmiştir. Gruplar arası anlamlı bir fark izlenmemiştir[99]. Böhm ve arkadaşları da aynı şekilde ATLAS Atri 839MP ve Acrysof IQ TNFT100 Panoptix lenslerinde monoküler düzeltilmemiş uzak görme keskinlikleri ortalamalarını sırasıyla $-0,01 \pm 0,102$ logmar ve $0,04 \pm 0,127$ olarak bildirmişlerdir[100].Mencucci ve arkadaşları da Tecnis Eyhance grubunda UDVA ortalamalarını $0,04 \pm 0,05$ logmar olarak monofokal Tecnis ZCB00 grubunda ise $0,05 \pm 0,07$ logmar olarak bildirmiştir($p = 0,897$). Çalışmamızda da benzer şekilde hastaların uzak görme keskinlikleri yeterli ve kaliteli olarak gözlendi. Trinova grubunda ortalama $0,08 \pm 0,07$ (0,1) logmar iken Eyhance grubunda $0,08 \pm 0,08$ (0,1) logmar tespit edilmiştir. Grupların düzeltilmemiş görme keskinliği açısından istatistiksel olarak birbirine üstünlükleri saptanmadı($p>0,05$).

Düzeltilmiş görme keskinlikleri karşılaştırıldığında uzak mesafe, ara mesafe ve yakın mesafelerde Trinova grubunda görme keskinliklerinin Eyhance grubuna göre daha düşük olduğu saptanmıştır($p<0,05$). Pedrotti ve ark. düzeltilmiş uzak görme keskinliklerini Restor +3 D için $0,02 \pm 0,05$ (0,0) logmar, Tecnis Symphony için $-0,08 \pm 0,07$ (-0,1) logmar olarak bildirmişlerdir. İki lens arasındaki fark istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı olarak rapor edilmiştir($p<0,001$). Aberasyonlardaki farklılıklar veya kontrast duyarlılıkta azalma bu durumu açıklayabilecek muhtemel etkenlerdendir. Sferik aberasyonun görme kalitesine etkisi bilinmektedir[101]. Biz de Trinova grubunda iDesign wavefront analizi yaptığımız gözlerde primer sferik aberasyonun Eyhance grubuna göre istatistiksel olarak daha fazla olduğunu saptadık($p<0,001$). Difraksiyon tasarımı göz içi merceklerin en önemli yan etkilerinden birisi olan kontrast duyarlılıktaki azalma nedeniyle de görme açısından fark meydana gelmiş olabilir [3]. Ayrıca Trinova grubundaki hastaların nöral adaptasyonunun tam sağlanamamış olması ile düzeltilmiş görme keskinliklerinin görece düşük olması bu durumla bağlantılı olabilir.

Hasta seçimi ve randomizasyon

Özellikli göz içi mercekleri ameliyatları için hasta seçimi ve hastaların tercihleri çok önemlidir. Kliniğimizde ameliyat olacak hastalara göz içi merceklerin teknik özellikleri anlatılmaktadır. Özellikle de çok odaklı GİM düşünen hastalara halolar görebileceği,

gece araç kullanırken kamaşma olabileceği, nöral adaptasyonun bir süreç olduğu anlatılmaktadır. Hastanın bu yönde endişeleri fazla ise standart tek odaklı mercekler veya uzatılmış odak noktası olan Tecnis Eyhance gibi mercekler önerilmektedir. Eyhance grubuna ise yakın mesafede gözlük ihtiyacı olabileceği anlatılmaktadır. Bu faktörlere ek olarak fiyat farkı da olması nedeniyle bunun gibi çalışmalarda randomizasyon neredeyse imkansızdır.

Trinova implante edilmiş bir hastanın bir gözünde -3 D myopi izlenmesi üzerine PRK ile refraktif düzeltme gerçekleştirildi. Bu hasta karşılaştırma için yapılacak analizlere dahil edilmedi. Ayrıca posterior kapsül opasifikasyonu rapor edilmiş gözler de çalışmanın diğer analizlerine dahil edilmemiştir.

Posterior kapsül opasifikasyonu

Posterior kapsül opasifikasyonu(pco), katarakt cerrahisinin uzun dönemde en sık görülen komplikasyonlarından biridir[69]. Biz de çalışmamızda postoperatif 3 aylık takipte; biyomikroskopik muayene ile kırmızı refletin parlaklığı, kapsül saydamlığındaki azalma, bulanıklık, fibrozis gelişimi ve Elsching incilerine bakarak kapsül opasifikasyonunu değerlendirdik. Trinova grubunda 11 (% 11,2), Eyhance grubunda 4 (% 5,1) gözde 3 aylık dönem içerisinde hafif derecede arka kapsül kesafeti geliştiğini bildirdik. Trinova grubundaki daha yüksek posterior kapsül opasifikasyonu oranı istatistiksel olarak anlamlı saptanmamıştır($p = 0,233$ Ki kare testi). Kapsül opasifikasyonu riski açısından birkaç faktör ön plandadır. Bunlardan birisi göz içi merceğinin kenar dizaynıdır [70], [102]. Keskin optik kenarın yuvarlak optik kenara göre kapsül opasifikasyon oranlarını düşürdüğü bilinmektedir. Trinova ile Eyhance lensleri 360 derece keskinleştirilmiş kenarı açısından benzerdir. Başka bir faktör olan yaş ile posterior kapsül opasifikasyonu arasında negatif bir ilişki olduğu bilinmektedir[103], [104]. Gauthier ve arkadaşları 63,5 yaş altı hastalarda YAG kapsülotomi ihtiyacının daha yüksek ihtimal olduğunu tespit etmişlerdir[71]. Bizim çalışmamızda her iki grup kendi içerisinde ayrı ayrı değerlendirildiğinde yaş ile pco arasında istatistiksel bir ilişki gözlemlenmedi($p>0,05$). Ayrıca iki grup arası yaş farkı da anlamlı bulunmamaktadır($p>0,05$).

Bu çalışmamızda plate haptik dizaynı ve tri-fix dizaynı olmak üzere iki farklı haptik dizaynına sahip göz içi merceklerini karşılaştırdık. Haptik dizaynının kapsül

opasifikasyonuna etkisi tartışmalıdır. Prinz ve arkadaşları yapmış oldukları çalışmada plate haptik ile open-loop haptik dizaynı arasında pco skorları açısından istatistiksel bir fark rapor etmemişlerdir($p = 0,7$) [105]. Duran ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada tek parçalı akrilik hidrofobik lensler ile 3 parçalı akrilik hidrofobik lensler arasında pco açısından fark izlenmemiştir[106]. Hirnschall ve arkadaşları plate haptik dizaynı ile 3 parçalı open-loop haptik dizaynı arka kapsül opasifikasyon skorları açısından benzer bulmuşlardır[107].

Posterior kapsül opasifikasyonunun bilinen önemli risk faktörlerinden birisi de lens materyalidir. Hidrofobik lensler hidrofilik lenslere göre uzun dönemde daha düşük kapsül opasifikasyonu oranlarına sahiptir[103], [108], [109]. Gauthier ve ark. hidrofilik olan ReStor ile hidrofobik olan AcriLisa lenslerini karşılaştırmıştır. Cerrahi sonrası 24 aylık süreçte kapsülotomi oranları hidofilik grupta %37.2 iken hidrofobik grupta %8.8 olarak izlenmiştir($p<0,0001$)[71]. Biz de hidrofobik yüzeyi olmasına rağmen hidrofilik bir lens olan Trinova grubunda arka kapsül opasifikasyonu oranlarını(%11,2) hidrofobik bir lens olan Eyhance grubuna(%5,1) göre daha yüksek olarak gözlemlese de istatistiksel olarak birbirinden farklı bulmadık($p>0,05$). Daha büyük bir örneklem ile veya daha uzun takip süreleri ile bu farklılıklar istatistiksel olarak daha anlamlı olabilirdi. Çalışmanın kısıtlılıklarından birisi de posterior kapsül opasifikasyonunu değerlendirme yöntemimiz olan biyomikroskopik muayenenin subjektif bir yöntem olmasıdır. Retroilüminasyon dijital fotoğraflama ile minimal kapsül opasifikasyonları daha iyi değerlendirilebilir ve derecelendirilebilirdi.

Kontrast duyarlılık

Kontrast duyarlılık seviyesinin hastaların görme fonksiyonlarını ve günlük aktivitelerini etkilediği bilinmektedir[110]. Çok odaklı mercek implante edilen hastalarda ışığın bölünmesine bağlı olarak özellikle geceleri kontrast duyarlılıkta azalma olabileceği birçok çalışmada gösterilmiştir. Fakat sonuçlar arası farklılıkların veya birbirinden farklı testlerin kullanılıyor olması hastaların kontrast duyarlılıklarını değerlendirmeyi zorlaştırmaktadır [111]–[114]. Schmitz ve arkadaşları zonal progresif multifokal olan Array lensini tek odaklı lenslerle karşılaştırmıştır. Kamaşma olmadan ölçülen kontrast duyarlılık testinde sadece 3 cpd de istatistiksel fark bildirmiştir[115]. Pedrotti ve arkadaşları yaptıkları çalışmada Tecnis Symphony ile monofokal Tecnis ZCB00 lensleri

arasında kontrast duyarlılıkları açısından anlamlı bir fark olmadığını 2 difraktif lensin ise kontrast duyarlılıklarında azalma olduğunu bildirmişlerdir[94].Plaza-Puche ve arkadaşları 6 farklı lensin(AT LİSA tri 839MP,FineVision,LentisMplus-LS313,AcriLisa366D,AcrysofReSTOR SN6AD1,monofokal kontrol grubu) düşük mezopik kontrast duyarlılıklarını karşılaştırmışlar.Sadece Acrysof ReSTOR SN6AD1 grubu ile kontrol grubu arasında 18 cpd değerlerinde fark rapor etmişler.Fotopik şartlarda 85 cd/m² luminansta trifokal lensler için en iyi performans 3 cpd 'de izlenmiştir. Alio ve arkadaşları Acri.Lisa 366D , Acrysof ReSTOR SN6AD3 ve monofokal kontrol grubunu karşılaştırdıklarında 3 cpd 'de monofokal grubunun daha iyi olduğunu saptamışlardır[116]. Biz de çalışmamızda Trinova grubunda kontrast duyarlılıklarının tüm döngü/derecelerde Eyhance grubuna göre daha düşük olduğunu tespit ettik.Görme keskinlikleri ile kontrast duyarlılık değerleri arasındaki pozitif ilişki daha önceki çalışmalarda gösterilmiştir[113]. Dolayısıyla kontrast duyarlılık testini gözlükle tashihli şekilde uyguladık.Fakat iki grup arasında düzeltilmiş görme keskinlikleri açısından istatistiksel fark bulunması kontrast duyarlılık değerlerindeki bu belirgin farka katkıda bulunmuş olabilir.

Hasta memnuniyeti ve fotik fenomenler

Chiam ve arkadaşlarının çalışmasında Acrysof ReSTOR yerleştirilen gözlerin %21.3'ünde, monofokal Acrysoft A60AT yerleştirilen gözlerin %7.5'inde orta derece kamaşma(glare) izlenmiştir. 16 (%16,3) gözde halo şikayeti varken monofokal grupta 2(%3,8) gözde halo şikayeti bildirilmiştir[4].Trifokal göz içi merceklerinden Finevision ve Panoptix ile ilgili çalışmada farklı derecelerde de olsa hastaların %60'ında halo şikayetleri bildirilmiştir[117]. Yakın zamanda geliştirilmiş olan sinuzoidal dizaynlı Trinova lensi, diğer trifokal göz içi lenslerin dizaynlarındaki gibi basamaklı geçişlerin aksine, basamaksız dalgalarla tasarlanmış yeni nesil bir trifokal göz içi lensidir. Bu şekilde hastanın hem kromatik aberasyonlar hem de halo ve kamaşma şikayetlerinin daha az olması amaçlanmaktadır.Bildiğimiz kadarıyla klinik sonuçlarının değerlendirildiği ulusal ve uluslararası düzeyde yayınlanmış bir çalışma bulunmayan Trinova merceği için çalışmamıza dahil edilmiş gözlerin 6'sında(%6,9) özellikle geceleri belirginleşen halo şikayetlerinin bulunduğunu tespit ettik. Halo şikayetleri hiçbir hastada hayat kalitesini ciddi anlamda etkileyecek düzeyde değildi

Trinova grubundaki 15(%17,2) gözde kamaşma şikayeti tespit edilirken Eyhance grubunda 4(%5,3) göz için kamaşma şikayeti bildirilmiştir. Trinova grubundaki kamaşma şikayetleri istatistiksel olarak daha fazla saptanmıştır($p < 0,05$). Halo şikayetleri haricindeki disfotopsi durumu incelendiğinde iki grup arasında istatistiksel anlamda fark saptanmamıştır($p > 0,05$). Trinova grubunda 4(%4,6) gözde disfotopsi gözlenmiş olup Eyhance grubunda 6(%8,0) gözde disfotopsi bulunmaktadır.

Tek odaklı mercekler grubunda değerlendirilen Eyhance ise daha önce yayınlanmış tek yayında fotik fenomenler açısından kontrol grubuna benzer şekilde rapor edilmiştir. Biz de bu çalışmaya benzer şekilde hastaların hiçbirinde halo şikayeti gözlemlenmedi[95].

Her iki grupta da uzak mesafe ve ara mesafe için gözlük bağımlılığı olan hasta tespit edilmedi. Trinova grubunda 6(%7) göz için yakın gözlüğü reçete edildiği geriye kalan 80(%93) göz için gözlük ihtiyacı izlenmedi. Eyhance grubundaki hastalardan 26(%34,7) göz için yakın gözlüğü gerekirken 49(%65,3) göz için böyle bir gereksinim izlenmedi. Gözlük bağımlılığı açısından aralarındaki fark anlamlı bulundu($p < 0,05$). Eyhance grubunda gözlük bağımlılık oranlarının önceki Eyhance çalışmasına göre düşük olmasının sebebi özellikle çift göz ameliyat olacak hastalarda mikromonovizyon hedeflenmesi olabilir. Eyhance grubunun sferik eşdeğerlerinin ortalaması bu durumu desteklemektedir. Ayrıca hastaların ameliyat öncesi gözlük kullanımına toleranslarının farklı olması da ameliyat sonrası gözlük kullanma eğilimlerini etkilemiş olabilir.

Trinova çalışma grubundaki tek gözü opere edilmiş 24 gözden 2 göz gözlük bağımlı iken 22 göz gözlük bağımsız bulunmuştur. Her iki gözü opere olan 31 hastanın 2'sinde gözlük bağımlılığı izlenmiştir. Hastaların çift göz veya tek gözlerinin ameliyat edilme durumları ile gözlük bağımlılığı arasındaki ilişki değerlendirildiğinde bu grupta istatistiksel bir ilişki saptanmamıştır($p > 0,05$ Ki kare testi). Tecnis Eyhance grubunda her iki gözü ameliyat olanlardan 19 hasta 38 göz gözlük bağımsız saptanmışken , Eyhance grubunda tek gözden ameliyat olan 25 hastanın 11 'i gözlük bağımsız 14 'ü gözlük bağımlı saptanmıştır. Bu çalışma grubunda çift göz ameliyat olanlarda gözlük bağımlılığı oranlarının daha düşük izlendiği tespit edilmiştir($p < 0,05$ Ki kare testi). Bu durum da çift göz ameliyat olan hastalarda gözlerden birinin daha myopik hedefle planlanmış olması ile açıklanabilir.

Çalışmanın önemli katkılarından birisi de yeni dizayn edilmiş bu lenslerin hastalarda memnuniyet durumunu Amerikan Ulusal Göz Enstitüsü Görme işlevi Anketi 25 ile değerlendirmiş olmamızdır. Hastaların tümünün anket skorları ameliyat sonrası ameliyat öncesine göre daha yüksek izlendi. Trinova grubunda ameliyat sonrası toplam skor ortalaması $92,32 \pm 8,36$ iken Eyhance grubunda $94,74 \pm 4,79$ olup; iki grup arası istatistiksel olarak birbirine üstünlük bulunmadı ($p > 0,05$). NEI-VFQ-25 Görme İşlevi Ölçeği anketi ile altgrup analizleri de yapılabilmektedir. Yakın görme ile ilgili aktivite skorları Trinova grubunda istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde daha yüksek bulundu ($p < 0,05$ Mann Whitney U testi). ”Başlıklar dışındaki gazete yazılarını okumak sizin için ne kadar zor? “ sorusuna Trinova grubundaki hastaların hiçbiri “çok zor” veya görememem nedeniyle bıraktım” cevabını vermezken sadece 6(%10,9) hasta “orta derece zor” ,16(%29,1) hasta “biraz zor”,33(%60) hasta “hiç zor değil” cevaplarını vermişlerdir. Eyhance grubunda ise 2(%4) hasta “çok zor ,15(%30) hasta “orta derece zor”,23(%46) hasta “biraz zor”,11(%22) hasta “hiç zor değil” cevaplarını vermişlerdir. Bu soruya cevabın dağılımına göre de gruplar istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmuştur($p < 0,001$ Ki kare testi).

Trinova grubunda görme özelliğine özgü araba sürme skorunun Eyhance grubuna göre daha düşük olduğunu saptadık ($p < 0,05$). Fotik şikayetlerle bu durumu açıklayabiliriz. Nitekim Trinova grubunda gözlerinde kamaşma olanlarda istatistiksel olarak araba sürme skorlarının daha düşük olduğunu bildirmiş bulunmaktayız ($p = 0,13$ Mann Whitney U testi). Eyhance grubunda ise kamaşma olan hastalar görme dışındaki sebepler nedeniyle araba kullanmadıklarından dolayı bu ilişki değerlendirilememektedir. Uzak görme ile ilgili aktiviteler skoru da Eyhance grubunda daha yüksek izlenmiştir ($p < 0,05$). Düzeltilmemiş görme keskinlikleri açısından farklı olmayan iki grupta sübjektif şikayetlerin farklı olmasını difraktif bir göz içi merceği olan Trinova lensinde kamaşma ve halo şikayetlerinin daha fazla olması ile ilişkilendirebiliriz. Ayrıca her hastanın görme keskinliklerini sabit aydınlık odada ölçmüş olmamız ve loş ortamdaki görme keskinliklerini değerlendirmememiz hastalardaki bu sübjektif ölçümlerin farklı sonuçlar vermiş olmasına neden olabilir.

Aberasyonlar

Katarakt cerrahisi sonrası halo , kamaşma şikayetleri gibi fotik fenomenlerin yüksek sıralı aberasyonlardan sferik aberasyonla ilişkisi bilinmektedir[118]. Biz de istatistik sonuçlarımızda Trinova grubunda kamaşma şikayetleri olan 10 gözde primer sferik aberasyon ortalaması $0,07 \pm 0,02$ (medyan; $0,07 / ,04-0,11$) , kamaşma şikayeti olmayan 47 gözde $0,04 \pm 0,03$ (medyan; $0,05/-0,03-0,11$) olup beklenildiği gibi kamaşma olan gözlerde sferik aberasyonlar daha fazla bulundu($p<0,05$). Ayrıca sferik aberasyonların retinadaki görüntü kalitesine etkisi de Belluci ve arkadaşları tarafınca rapor edilmiştir[101]. Katarakt cerrahisinde sferik lenslerin implante edilmesiyle sferik aberasyonların aynı şekilde görme kalitesine olumsuz etkisi de bildirilmiştir[119]. Ameliyat öncesi hastaların katarakt olmalarından dolayı İDesign wavefront ölçümlerinin sonuçları cihaz tarafınca güvenilir kabul edilmemektedir. Dolayısıyla aynı gözler için ameliyattan önce sadece Oculus Pentacam cihazı ile elde edilen aberasyonlar değerlendirildi. Ameliyat öncesi iki grup arasında istatistiksel olarak aberasyonlar farklı değildi($p>0,05$). 3. ay kontrol muayenelerinde İDesign wavefront analizleri sonucu sferik aberasyonlarda Eyhance grubunda ortalama $-0,01 \pm 0,03$, Trinova grubunda $0,06 \pm 0,02$ bulunmuştur.Göziçi merceğin dizaynının sferik aberasyonlara etkisi Holladay ve arkadaşları tarafınca gösterilmiştir[120]. Çalışmamızda kullandığımız iki merceğin de asferik dizaynda olması sferik aberasyonları minimize etmektedir.İki çalışma grubumuz arası sferik aberasyonların farkı muhtemelen sferik eşdeğer ortalamalarının birbirinden farklı olmasından kaynaklanmaktadır.Diğer aberasyon parametreleri açısından istatistiksel anlamlı fark izlenmemesi ışık kaybını minimize eden Trinova merceğinin dizaynından kaynaklanabilir. Posterior kapsül opasifikasyonunun hastaların oküler aberasyonlarına etkisi bilinmektedir[121]. Çalışmamızda da Trinova grubundaki daha yüksek posterior kapsül opasifikasyonu oranı istatistiksel olarak anlamlı saptanmamıştır($p> 0,05$). Kapsül opasifikasyonu tespit ettiğimiz hastaların oküler aberasyon ölçümleri güvenilir olmadığından dolayı analizlere dahil edilmedi.Fakat daha net değerlendirebileceğimiz bir yöntemle minimal düzeydeki opasifikasyonların oküler aberasyonlar ile aralarındaki ilişkiyi anlamlı saptayabilirdik..

Kappa açısı

X ve Y eksenlerinde korneal verteks ve pupil merkezinin arasındaki mesafe ile kappa açısı arasında doğru orantılı bir ilişki bulunmaktadır. Chang ve arkadaşları bu şekilde yeni bir referans markerı olarak “chord mü” terimini kullanmışlardır. Pupiller aksa göre x ve y kordinatlarının karelerinin toplamıdır. Chord Mü = $\sqrt{(x^2 + y^2)}$ şeklinde hesaplanmaktadır. Direkt olarak kappa açısını ölçemediğimiz Lenstar cihazı ile elde edilen pupil barycenter değeri aynı şekilde X ve Y koordinatlarında pupil merkezinin apekse göre kayması hakkında bilgi sağlamaktadır[90], [91]. Biz de çalışmamızda Lenstar cihazı ile hesaplamış olduğumuz tahmini kappa açısı ile fotik fenomenlerin ve aberasyonların ilişkisini inceledik. Çok odaklı mercek implantasyonu uygulanan hastalarda kappa açısının önemi bilinmektedir. Hastanın kappa açısı 0,6 veya daha düşük ise çok odaklı mercekler için uygun bir aday olarak değerlendirilmelidir. Göz içi merceği tam olarak pupil merkezine implante edilmesine rağmen görme ekseninin merkezinde olmadığına yani kappa açısı fazla olduğunda başta koma olmak üzere aberasyonlarda artma olmakta böylece hasta memnuniyeti azalmaktadır[88], [89]. Her iki çalışma grubunda da hesaplamış olduğumuz kappa açısı ile oküler aberasyonlar arasında istatistiksel bir korelasyon tespit etmedik ($p > 0.05$). Ayrıca kappa açısı ile halo ve kamaşma şikayetleri arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon izlemedik ($p > 0,05$).

6. SONUÇLAR

1. Çalışmaya sinüzoidal dizaynli trifokal göz içi merceği(Trinova) implante edilmiş 65 hastanın 98 gözü ve uzatılmış odak derinliği(EDOF) içeren tek odaklı göziçi merceği(Eyhance) implante edilmiş 53 hastanın 79 gözü dahil edilmiştir.
2. Postoperatif 3. ay muayenelerinde ortalama sferik değerleri Trinova grubunda $-0,47 \pm 0,52$ (medyan:-0,50) iken Eyhance grubunda $-0,24 \pm 0,46$ (medyan:-0,25) olup; gruplar arası fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur($p=0,001$).
3. Postoperatif 3. ayda Trinova grubunda ortalama silindirik değer $-0,72 \pm 0,38$ (medyan: -0,75) ,Eyhance grubunda $-0,75 \pm 0,51$ (medyan:-0,75) olarak izlendi ve gruplar arası farkın anlamlı olmadığı saptandı($p>0,05$).
4. Trinova grubunda postoperatif 3. ay sferik eşdeğer ile postoperatif 1. ay arasında fark bulunmamıştır.Eyhance grubunda postoperatif 3.ay ile postoperatif 1. ay ve postoperatif 1. hafta sferik eşdeğerleri arası fark bulunmamıştır.Dolayısıyla Trinova grubunda refraktif değerlerin daha geç stabil olduğunu düşünmekteyiz.
5. Postoperatif 3.ay düzeltilmemiş uzak görme keskinlikleri ortalamaları Trinova grubunda $0,08 \pm 0,07$ (medyan : 0,1) logmar , Eyhance grubunda $0,08 \pm 0,08$ (medyan : 0,1) logmar iken aralarındaki fark anlamlı bulunmamaktadır($p=0,759$).İki grup için de tatminkar düzeydedir.
6. Postoperatif 3.ayda Trinova grubunun düzeltilmemiş ara mesafe görme keskinliği ortalaması $0,16 \pm 0,10$ (medyan :0,2) logmar , Eyhance grubunun ortalaması $0,14 \pm 0,10$ (medyan : 0,1) logmar olup; iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır.
7. Postoperatif 3. ayda Trinova grubunun düzeltilmemiş yakın görme keskinliği ortalaması $0,09 \pm 0,08$ (medyan : 0,1) logmar, Eyhance grubunun ortalaması $0,25 \pm 0,11$ (medyan : 0,2) logmar olup; Trinova grubunda istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde yakın görme daha iyi saptandı($p<0,001$).
8. Düzeltilmiş görme keskinlikleri ile ilgili gruplar karşılaştırıldığında Trinova grubu ortalama $0,04 \pm 0,06$ (medyan : 0,0) logmar , Eyhance $0,01 \pm 0,02$

(medyan;0,0) logmar olup; Eyhance grubunun istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı bir üstünlüğü bulunmaktadır($p<0,001$)

9. Trinova çalışma grubunda tek gözü opere edilmiş 24 gözden 2 göz gözlük bağımlı iken 22 göz gözlük bağımsız bulunmuştur. Her iki gözü opere olan 31 hastanın 2'sinde gözlük bağımlılığı izlenmiştir. Hastaların çift göz veya tek gözlerinin ameliyat edilme durumları ile gözlük bağımlılığı arasındaki ilişki değerlendirildiğinde bu grupta istatistiksel bir ilişki saptanmamıştır($p=0,670$).
10. Eyhance grubunda her iki gözü ameliyat olmuş 50 gözden 38 göz gözlükten bağımsızken, tek gözden ameliyat olan 25 hastanın 11 'inin gözlük bağımsız olduğu saptanmıştır. Bu grupta çift göz ameliyat olanlarda gözlük bağımlılığı oranlarının daha düşük izlendiği tespit edilmiştir($p<0,05$).
11. Kontrast duyarlılık testi sonuçlarının Trinova grubu için tüm döngü/derecelerde Eyhance grubuna göre daha düşük olduğu saptandı($p<0,05$).
12. Primer sferik aberasyon değerlerinde ve total aberasyonlarda Trinova grubunun Eyhance grubuna göre daha yüksek olduğu saptanmıştır (her ikisi için de $p < 0,001$).
13. Trinova grubunda 6 gözde geceleri belirginleşen hale şikayetleri varken Eyhance grubundaki hastaların hiçbirinde bu şikayet bildirilmemiştir. Trinova grubunda izlenmiş olan hale şikayetleri hiçbir hastada hayat kalitesini ciddi anlamda etkileyecek düzeyde değildi. Hale şikayetleri haricindeki disfotopsi durumu incelendiğinde iki grup arasında istatistiksel anlamda fark saptanmamıştır($p = 0,516$). Trinova grubunda 4(%4,6) gözde disfotopsi gözlenmiş olup Eyhance grubunda 6(%8,0) gözde disfotopsi bulunmaktadır.
14. Trinova grubundaki 15(%17,2) gözde kamaşma şikayeti tespit edilirken Eyhance grubunda 4(%5,3) göz için kamaşma şikayeti bildirilmiştir. Trinova grubundaki kamaşma şikayetleri istatistiksel olarak daha fazla saptanmıştır($p < 0,05$).
15. Hastaların görme işlevini değerlendirdiğimiz NEI-VFQ-25 Görme İşlevi Ölçeği anketine göre her iki grupta ameliyat öncesine göre anlamlı bir artış gözlenmektedir($p < 0,001$).

16. Trinova grubunda ameliyat sonrası toplam skor ortalaması $92,32 \pm 8,36$ iken Eyhance grubunda $94,74 \pm 4,79$ olup;iki grup arası istatistiksel olarak birbirine üstünlük bulunmadı($p>0,05$).
17. Yakın görme ile ilgili aktivite skorları Trinova grubunda istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde daha yüksek bulundu.Fakat uzak görme ile ilgili aktivite skorları ve görme özelliğine özgü araba sürme skorları Eyhance grubunda daha yüksek saptandı($p<0,05$).
18. Trinova grubunda 11(% 11,2) göz, Eyhance grubunda 4 (% 5,1) gözde 3 aylık dönem içerisinde hafif derecede arka kapsül kesafeti geliştiği rapor edilmiştir.Trinova grubundaki daha yüksek posterior kapsül opasifikasyonu oranı istatistiksel olarak anlamlı saptanmamıştır($p >0,05$).
19. Sonuç olarak özellikli göz içi mercekleri için hasta seçimi ve hastaların tercihleri çok önemlidir. Diğer difraktif lenslerin klinik sonuçları göz önüne alındığında Trinova lensinde fotik fenomenlerin beklenenden oldukça az olduğu tespit edilmiştir. Buna rağmen Trinova lensi düşünülen hastalara halo görebileceği, geceleri görmenin bir miktar daha az olabileceği,özellikle geceleri araç kullanırken kamaşma olabileceği , nöral adaptasyonun bir süreç olduğu anlatılmalıdır. Bunun haricinde her mesafede görme ile ilgili sonuçların ciddi anlamda tatmin edici olduğu kanaatindeyiz.
20. Çalışmamızın sonuçlarına dayanarak Eyhance lensinin uzak mesafe ve ara mesafede görme kalitesinin çok iyi seviyede olduğunu düşünmekteyiz.Her iki gözünden de ameliyat olan hastalara mikromonovizyon hedeflenmesi ile gözlük bağımlılığının oldukça düşük olduğu kanaatindeyiz.

7. KAYNAKLAR

- [1] V. Gupta, M. Rajagopala, and B. Ravishankar, “Etiopathogenesis of cataract: An appraisal,” *Indian Journal of Ophthalmology*, vol. 62, no. 2. pp. 103–110, 2014, doi: 10.4103/0301-4738.121141.
- [2] M. Leyland and E. Zinicola, “Multifocal versus monofocal intraocular lenses in cataract surgery: a systematic review.,” *Ophthalmology*, vol. 110, no. 9, pp. 1789–1798, Sep. 2003, doi: 10.1016/S0161-6420(03)00722-X.
- [3] R. Bellucci, “Multifocal intraocular lenses.,” *Curr. Opin. Ophthalmol.*, vol. 16, no. 1, pp. 33–37, Feb. 2005, doi: 10.1097/00055735-200502000-00006.
- [4] P. J. T. Chiam, J. H. Chan, R. K. Aggarwal, and S. Kasaby, “ReSTOR intraocular lens implantation in cataract surgery: quality of vision.,” *J. Cataract Refract. Surg.*, vol. 32, no. 9, pp. 1459–1463, Sep. 2006, doi: 10.1016/j.jcrs.2006.04.015.
- [5] R. Mencucci, M. Cennamo, D. Venturi, R. Vignapiano, and E. Favuzza, “preliminary results,” pp. 378–387, 2020.
- [6] R. C. Augusteyn, “Growth of the human eye lens,” *Molecular Vision*, vol. 13. pp. 252–257, 2007.
- [7] J. F. Hejtmancik and A. Shiels, “Overview of the Lens.,” *Prog. Mol. Biol. Transl. Sci.*, vol. 134, pp. 119–127, 2015, doi: 10.1016/bs.pmbts.2015.04.006.
- [8] “Lens ve katarakt. Temel ve Klinik Bilimler Kursu, Cilt 11, American Academy of Ophthalmology. 2008-2009: 34-39.,” in *Temel ve Klinik Bilimler Kursu, cilt 11, American Academy of Ophtalmology*, pp. 34–39.
- [9] Y. R. Barishak, “Embryology of the eye and its adnexae.,” *Dev. Ophthalmol.*, vol. 24, pp. 1–142, 1992.
- [10] J. W. McAvoy, C. G. Chamberlain, R. U. de Iongh, A. M. Hales, and F. J. Lovicu, “Lens development.,” *Eye (Lond).*, vol. 13 (Pt 3b, pp. 425–437, Jun. 1999, doi: 10.1038/eye.1999.117.
- [11] S. Bassnett, Y. Shi, and G. F. J. M. Vrensen, “Biological glass: structural determinants of eye lens transparency.,” *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.*, vol. 366, no. 1568, pp. 1250–1264, Apr. 2011, doi: 10.1098/rstb.2010.0302.

- [12] P. J. Donaldson, A. C. Grey, B. Maceo Heilman, J. C. Lim, and E. Vaghefi, "The physiological optics of the lens," *Prog. Retin. Eye Res.*, vol. 56, pp. e1–e24, 2017, doi: 10.1016/j.preteyeres.2016.09.002.
- [13] G. K. SMELSER, "EMBRYOLOGY AND MORPHOLOGY OF THE LENS.," *Invest. Ophthalmol.*, vol. 4, pp. 398–410, Aug. 1965.
- [14] J. Folkman, E. Merler, C. Abernathy, and G. Williams, "Isolation of a tumor factor responsible for angiogenesis.," *J. Exp. Med.*, vol. 133, no. 2, pp. 275–288, Feb. 1971, doi: 10.1084/jem.133.2.275.
- [15] J. F. Hejtmancik, S. A. Riazuddin, R. McGreal, W. Liu, A. Cvekl, and A. Shiels, "Lens Biology and Biochemistry.," *Prog. Mol. Biol. Transl. Sci.*, vol. 134, pp. 169–201, 2015, doi: 10.1016/bs.pmbts.2015.04.007.
- [16] P. S. . Agarwal S, Agarwal A, Apple DJ, Buratto L, Alio JL, "Garg A:Cataract," in *Textbook of ophthalmology. Volume 3.1st edition*, 1 st., New Delhi: Jaypee brothers MP Ltd., 2002, pp. 1620–1659.
- [17] W. H. O. P. for the Prevention of Blindness and Deafness, "Global initiative for the elimination of avoidable blindness." World Health Organization, p. WHO/PBL/97.61 Rev.2, 2000.
- [18] J. M. Roodhooft, "Leading causes of blindness worldwide.," *Bull. Soc. Belge Ophthalmol.*, no. 283, pp. 19–25, 2002.
- [19] "WHO. Visual impairment and blindness. 2014. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/en/> (accessed May 14, 2016)." .
- [20] "WHO. Blindness: vision 2020—control of major blinding diseases and disorders. 2016. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs214/en/> (accessed June 5, 2016)." .
- [21] "Clayman HM: Evolution and current status of cataract surgery. Albert DM (Ed.). Ophthalmic surgery: principles and techniques. 1 st edition. USA: Blackwell science inc.,1999;250-256," .
- [22] "Drews RC. Two million intraocular lenses. Stark W, Terry AC, Maumenee AE (Eds.). Anterior segment surgery. 1 st edition. Baltimore: Williams and Wilkins, 1987;15-9," .

- [23] T. Higashide and K. Sugiyama, "Use of viscoelastic substance in ophthalmic surgery - focus on sodium hyaluronate.," *Clin. Ophthalmol.*, vol. 2, no. 1, pp. 21–30, Mar. 2008, doi: 10.2147/opth.s1439.
- [24] C. D. Kelman, "Phaco-emulsification and aspiration. A new technique of cataract removal. A preliminary report.," *Am. J. Ophthalmol.*, vol. 64, no. 1, pp. 23–35, Jul. 1967.
- [25] R. A. Fichman, "Use of topical anesthesia alone in cataract surgery," *J. Cataract Refract. Surg.*, vol. 22, no. 5, pp. 612–614, Jun. 1996, doi: 10.1016/s0886-3350(96)80019-8.
- [26] D. J. Apple and J. Sims, "Harold Ridley and the invention of the intraocular lens," *Surv. Ophthalmol.*, vol. 40, no. 4, pp. 279–292, 1996, doi: 10.1016/s0039-6257(96)82003-0.
- [27] G. Davis, "The Evolution of Cataract Surgery.," *Mo. Med.*, vol. 113, no. 1, pp. 58–62, 2016.
- [28] N. Visser, N. J. C. Bauer, and R. M. M. A. Nuijts, "Toric intraocular lenses: historical overview, patient selection, IOL calculation, surgical techniques, clinical outcomes, and complications," *J. Cataract Refract. Surg.*, vol. 39, no. 4, pp. 624–637, Apr. 2013, doi: 10.1016/j.jcrs.2013.02.020.
- [29] K. Shimizu, A. Misawa, and Y. Suzuki, "Toric intraocular lenses: correcting astigmatism while controlling axis shift.," *J. Cataract Refract. Surg.*, vol. 20, no. 5, pp. 523–526, Sep. 1994, doi: 10.1016/s0886-3350(13)80232-5.
- [30] D. B. Kirby, "Procedures in Intracapsular Cataract Extraction: A New Method.," *Trans. Am. Ophthalmol. Soc.*, vol. 39, pp. 115–130, 1941.
- [31] Z. Lampe, P. Vamosi, and A. Berta, "Changing concept and modern techniques in cataract surgery.," *Acta Chir. Hung.*, vol. 36, no. 1–4, pp. 184–185, 1997.
- [32] P. Hersh, M. Zarbin, E. J. Linebarger, D. R. Hardten, G. K. Shah, and R. L. Lindstrom, "DIAGNOSTIC AND SURGICAL TECHNIQUES Phacoemulsification and Modern Cataract Surgery," vol. 44, no. 2, 1999.
- [33] J. L. Alió, J. L. Alió Del Barrio, and A. Vega-Estrada, "Accommodative intraocular lenses: where are we and where we are going.," *Eye Vis. (London,*

- England), vol. 4, p. 16, 2017, doi: 10.1186/s40662-017-0077-7.
- [34] M. Nakazawa and K. Ohtsuki, "Apparent accommodation in pseudophakic eyes after implantation of posterior chamber intraocular lenses: optical analysis.," *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, vol. 25, no. 12, pp. 1458–1460, Dec. 1984.
 - [35] N. M. Sergienko, Y. N. Kondratenko, and N. N. Tutchenko, "Depth of focus in pseudophakic eyes.," *Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.*, vol. 246, no. 11, pp. 1623–1627, Nov. 2008, doi: 10.1007/s00417-008-0923-3.
 - [36] T. Oshika *et al.*, "Apparent accommodation and corneal wavefront aberration in pseudophakic eyes.," *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, vol. 43, no. 9, pp. 2882–2886, Sep. 2002.
 - [37] P. A. Papadopoulos and A. P. Papadopoulos, "Current management of presbyopia.," *Middle East Afr. J. Ophthalmol.*, vol. 21, no. 1, pp. 10–17, 2014, doi: 10.4103/0974-9233.124080.
 - [38] A. Glasser and P. L. Kaufman, "The mechanism of accommodation in primates.," *Ophthalmology*, vol. 106, no. 5, pp. 863–872, May 1999, doi: 10.1016/S0161-6420(99)00502-3.
 - [39] A. A. Torricelli, J. B. Junior, M. R. Santhiago, and S. J. Bechara, "Surgical management of presbyopia.," *Clin. Ophthalmol.*, vol. 6, pp. 1459–1466, 2012, doi: 10.2147/OPTH.S35533.
 - [40] D. J. Coleman, "On the hydraulic suspension theory of accommodation.," *Trans. Am. Ophthalmol. Soc.*, vol. 84, pp. 846–868, 1986.
 - [41] R. Sieburth and M. Chen, "Intraocular lens correction of presbyopia.," *Taiwan J. Ophthalmol.*, vol. 9, no. 1, pp. 4–17, 2019, doi: 10.4103/tjo.tjo_136_18.
 - [42] J. S. Cumming *et al.*, "Clinical evaluation of the Crystalens AT-45 accommodating intraocular lens: results of the U.S. Food and Drug Administration clinical trial.," *J. Cataract Refract. Surg.*, vol. 32, no. 5, pp. 812–825, May 2006, doi: 10.1016/j.jcrs.2006.02.007.
 - [43] S. Vilupuru, L. Lin, and J. S. Pepose, "Comparison of Contrast Sensitivity and Through Focus in Small-Aperture Inlay, Accommodating Intraocular Lens, or Multifocal Intraocular Lens Subjects.," *Am. J. Ophthalmol.*, vol. 160, no. 1, pp.

150–62.e1, Jul. 2015, doi: 10.1016/j.ajo.2015.04.023.

- [44] J. S. Wolffsohn *et al.*, “Mechanism of Action of the Tetrafl ex Accommodative Intraocular Lens,” vol. xx, no. x, pp. 1–5, 2010, doi: 10.3928/1081597X-20100114-04.
- [45] N. Tan, D. Zheng, and J. Ye, “Comparison of visual performance after implantation of 3 types of intraocular lenses: accommodative, multifocal, and monofocal.,” *Eur. J. Ophthalmol.*, vol. 24, no. 5, pp. 693–698, 2014, doi: 10.5301/ejo.5000425.
- [46] I. L. Ossma, A. Galvis, L. G. Vargas, M. J. Trager, M. R. Vagefi, and S. D. McLeod, “Synchrony dual-optic accommodating intraocular lens. Part 2: pilot clinical evaluation.,” *J. Cataract Refract. Surg.*, vol. 33, no. 1, pp. 47–52, Jan. 2007, doi: 10.1016/j.jcrs.2006.08.049.
- [47] J. L. Alio, A. B. Plaza-Puche, R. Montalban, and P. Ortega, “Near visual outcomes with single-optic and dual-optic accommodating intraocular lenses.,” *J. Cataract Refract. Surg.*, vol. 38, no. 9, pp. 1568–1575, Sep. 2012, doi: 10.1016/j.jcrs.2012.05.027.
- [48] J. Ben-nun and J. L. Alio, “Feasibility and development of a high-power real accommodating intraocular lens,” vol. 31, no. September, pp. 1802–1808, 2005, doi: 10.1016/j.jcrs.2005.06.037.
- [49] J. L. Alio, A. B. Plaza-Puche, R. Fernandez-Buenaga, J. Pikkell, and M. Maldonado, “Multifocal intraocular lenses: An overview.,” *Surv. Ophthalmol.*, vol. 62, no. 5, pp. 611–634, Sep. 2017, doi: 10.1016/j.survophthal.2017.03.005.
- [50] H. Weghaupt, S. Pieh, and C. Skorpik, “Comparison of pseudoaccommodation and visual quality between a diffractive and refractive multifocal intraocular lens.,” *J. Cataract Refract. Surg.*, vol. 24, no. 5, pp. 663–665, May 1998, doi: 10.1016/s0886-3350(98)80262-9.
- [51] W. Lubinski, J. Gronkowska-Serafin, K. Podboraczynska-Jodko, and D. Karczewicz, “Cataract surgery with bilateral multifocal ReZoom intraocular lens implantation--comparison of 3 and 12 month follow-up.,” *Klin. Oczna*, vol. 111, no. 10–12, pp. 327–331, 2009.

- [52] T. Kawamorita, H. Uozato, D. Aizawa, K. Kamiya, and K. Shimizu, "Optical performance in rezoom and array multifocal intraocular lenses in vitro.," *J. Refract. Surg.*, vol. 25, no. 5, pp. 467–469, May 2009, doi: 10.3928/1081597X-20090422-10.
- [53] "Multifocal Intraocular Lenses_ The Art and the Practice - Google Kitaplar." .
- [54] M. Packer *et al.*, "Evaluation of the Aspheric Tecnis Multifocal Intraocular Lens: One-Year Results from the First Cohort of the Food and Drug Administration Clinical Trial," *AJOPHT*, vol. 149, no. 4, pp. 577-584.e1, 2010, doi: 10.1016/j.ajo.2009.10.022.
- [55] F. Alfonso and L. Ferna, "Prospective study of the Acri . LISA bifocal intraocular lens," pp. 1930–1935, 2007, doi: 10.1016/j.jcrs.2007.06.067.
- [56] J. J. Yang, Q. P. Liu, J. M. Li, and L. Qin, "Comparison of visual outcomes with implantation of trifocal versus bifocal intraocular lens after phacoemulsification: A meta-analysis," *International Journal of Ophthalmology*, vol. 11, no. 3. pp. 484–492, 2018, doi: 10.18240/ijo.2018.03.20.
- [57] Z. Xu, D. Cao, X. Chen, S. Wu, X. Wang, and Q. Wu, "Comparison of clinical performance between trifocal and bifocal intraocular lenses: A meta-analysis.," *PLoS One*, vol. 12, no. 10, p. e0186522, 2017, doi: 10.1371/journal.pone.0186522.
- [58] A. L. Sheppard, S. Shah, U. Bhatt, G. Bhogal, and J. S. Wolffsohn, "Visual outcomes and subjective experience after bilateral implantation of a new diffractive trifocal intraocular lens.," *J. Cataract Refract. Surg.*, vol. 39, no. 3, pp. 343–349, Mar. 2013, doi: 10.1016/j.jcrs.2012.09.017.
- [59] B. Cochener, G. Boutilier, M. Lamard, and C. Auberger-Zagnoli, "A Comparative Evaluation of a New Generation of Diffractive Trifocal and Extended Depth of Focus Intraocular Lenses.," *J. Refract. Surg.*, vol. 34, no. 8, pp. 507–514, Aug. 2018, doi: 10.3928/1081597X-20180530-02.
- [60] T. Kohnen, "First implantation of a diffractive quadrafocal (trifocal) intraocular lens.," *Journal of cataract and refractive surgery*, vol. 41, no. 10. United States, pp. 2330–2332, Oct-2015, doi: 10.1016/j.jcrs.2015.11.012.

- [61] S. Lee, M. Choi, Z. Xu, Z. Zhao, E. Alexander, and Y. Liu, “Optical bench performance of a novel trifocal intraocular lens compared with a multifocal intraocular lens,” *Clin. Ophthalmol.*, vol. 10, pp. 1031–1038, 2016, doi: 10.2147/OPTH.S106646.
- [62] J. C. Serna-ojeda and E. Cha, “Objective and subjective results following implantation of the FineVision trifocal intraocular lens in Mexican patients,” 2017, doi: 10.1007/s10792-017-0725-x.
- [63] B. Cochener *et al.*, “Visual and refractive outcomes after implantation of a fully diffractive trifocal lens,” *Clinical ophthalmology (Auckland, N.Z.)*, vol. 6. New Zealand, pp. 1421–1427, 2012, doi: 10.2147/OPTH.S32343.
- [64] “acriva trinova trifocal iol.” [Online]. Available: <https://vsys.com.tr/acriva-trinova/>.
- [65] A. L. de Medeiros *et al.*, “Comparison of visual outcomes after bilateral implantation of a diffractive trifocal intraocular lens and blended implantation of an extended depth of focus intraocular lens with a diffractive bifocal intraocular lens,” *Clin. Ophthalmol.*, vol. 11, pp. 1911–1916, 2017, doi: 10.2147/OPTH.S145945.
- [66] G. Savini, D. Schiano-Lomoriello, N. Balducci, and P. Barboni, “Visual Performance of a New Extended Depth-of-Focus Intraocular Lens Compared to a Distance-Dominant Diffractive Multifocal Intraocular Lens,” *J. Refract. Surg.*, vol. 34, no. 4, pp. 228–235, Apr. 2018, doi: 10.3928/1081597X-20180125-01.
- [67] R. Blake, D. Tadin, K. V Sobel, T. A. Raissian, and S. C. Chong, “Strength of early visual adaptation depends on visual awareness,” *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, vol. 103, no. 12, pp. 4783–4788, Mar. 2006, doi: 10.1073/pnas.0509634103.
- [68] H. Kaymak, M. Fahle, G. Ott, and U. Mester, “Intraindividual comparison of the effect of training on visual performance with ReSTOR and Tecnis diffractive multifocal IOLs,” *J. Refract. Surg.*, vol. 24, no. 3, pp. 287–293, Mar. 2008, doi: 10.3928/1081597X-20080301-11.
- [69] D. Allen and A. Vasavada, “Cataract and surgery for cataract,” *BMJ*, vol. 333, no. 7559, pp. 128–132, Jul. 2006, doi: 10.1136/bmj.333.7559.128.

- [70] A. Chang, A. Behndig, M. Ronbeck, and M. Kugelberg, "Comparison of posterior capsule opacification and glistenings with 2 hydrophobic acrylic intraocular lenses: 5- to 7-year follow-up.," *J. Cataract Refract. Surg.*, vol. 39, no. 5, pp. 694–698, May 2013, doi: 10.1016/j.jcrs.2012.11.032.
- [71] L. Gauthier, A. Lafuma, C. Laurendeau, and G. Berdeaux, "Neodymium:YAG laser rates after bilateral implantation of hydrophobic or hydrophilic multifocal intraocular lenses: twenty-four month retrospective comparative study.," *J. Cataract Refract. Surg.*, vol. 36, no. 7, pp. 1195–1200, Jul. 2010, doi: 10.1016/j.jcrs.2010.01.027.
- [72] W. R. Meacock, D. J. Spalton, J. F. Boyce, and R. M. Jose, "Effect of optic size on posterior capsule opacification: 5.5 mm versus 6.0 mm AcrySof intraocular lenses.," *J. Cataract Refract. Surg.*, vol. 27, no. 8, pp. 1194–1198, Aug. 2001, doi: 10.1016/s0886-3350(01)00855-0.
- [73] I. Review, "OPTOMETRY INVITED REVIEW," no. January, pp. 5–19, 2007, doi: 10.1111/j.1444-0938.2007.00112.x.
- [74] B. T. Thall EH, Miller KM, Rosenthal P, Schechter RJ, Steinert RF, "Thall EH, Miller KM, Rosenthal P, Schechter RJ, Steinert RF, Beardsley TL, Geometrical optics, Chapter 2, Optics, Refraction and Contact Lenses, Section 3, Basic and Clinical Science Course, Denny M, Taylor F, eds, San Francisco, American Academy of Opht," in *American Academy of Ophthalmology*, San Francisco, pp. 24–97.
- [75] K. Hayashi, H. Hayashi, F. Nakao, and F. Hayashi, "The Correlation between Incision Size and Corneal Shape Changes in Sutureless Cataract Surgery," *Ophthalmology*, vol. 102, no. 4, pp. 550–556, 1994, doi: 10.1016/S0161-6420(95)30983-9.
- [76] T. Kohnen, B. Dick, and K. W. Jacobi, "Comparison of the induced astigmatism after temporal clear corneal tunnel incisions of different sizes.," *J. Cataract Refract. Surg.*, vol. 21, no. 4, pp. 417–424, Jul. 1995, doi: 10.1016/s0886-3350(13)80532-9.
- [77] T. Oshika *et al.*, "Three year prospective, randomized evaluation of intraocular lens implantation through 3.2 and 5.5 mm incisions.," *J. Cataract Refract. Surg.*,

- vol. 24, no. 4, pp. 509–514, Apr. 1998, doi: 10.1016/s0886-3350(98)80293-9.
- [78] A. Wegener and H. Laser-Junga, “Photography of the anterior eye segment according to Scheimpflug’s principle: options and limitations - a review.,” *Clin. Experiment. Ophthalmol.*, vol. 37, no. 1, pp. 144–154, Jan. 2009, doi: 10.1111/j.1442-9071.2009.02018.x.
 - [79] C. Owsley, “Contrast sensitivity,” vol. 16, pp. 171–177, 2003, doi: 10.1016/S0896-1549(03)00003-8.
 - [80] R. L. Woods, S. J. Tregear, and R. A. Mitchell, “Screening for ophthalmic disease in older subjects using visual acuity and contrast sensitivity.,” *Ophthalmology*, vol. 105, no. 12, pp. 2318–2326, Dec. 1998, doi: 10.1016/S0161-6420(98)91235-0.
 - [81] M. F. Marmor and A. Gawande, “Effect of visual blur on contrast sensitivity. Clinical implications.,” *Ophthalmology*, vol. 95, no. 1, pp. 139–143, Jan. 1988, doi: 10.1016/s0161-6420(88)33218-5.
 - [82] H. Gillespie-gallery, E. Konstantakopoulou, J. A. Harlow, and J. L. Barbur, “Capturing Age-Related Changes in Functional Contrast Sensitivity With Decreasing Light Levels in Monocular and Binocular Vision,” 2013, doi: 10.1167/iovs.13-12119.
 - [83] “Contrast sensitivity and glare testing in the evaluation of anterior segment disease. American Academy of Ophthalmology.,” *Ophthalmology*, vol. 97, no. 9, pp. 1233–1237, Sep. 1990, doi: 10.1016/s0161-6420(90)32431-4.
 - [84] “Sinjab, M. M. (2014). Five Steps to Start Your Refractive Surgery: A Case-based Systematic Approach. JP Medical Ltd.”
 - [85] M. S. SMIRNOV, “[Measurement of the wave aberration of the human eye].,” *Biofizika*, vol. 6, pp. 687–703, 1961.
 - [86] T. Kuroda, T. Fujikado, and N. Maeda, “Wavefront analysis of higher-order,” vol. 3350, no. 01.
 - [87] A. Guirao, M. Redondo, E. Geraghty, P. Piers, S. Norrby, and P. Artal, “Corneal optical aberrations and retinal image quality in patients in whom monofocal intraocular lenses were implanted.,” *Arch. Ophthalmol. (Chicago, Ill. 1960)*, vol.

- 120, no. 9, pp. 1143–1151, Sep. 2002, doi: 10.1001/archophth.120.9.1143.
- [88] G. Prakash, D. R. Prakash, A. Agarwal, D. A. Kumar, A. Agarwal, and S. Jacob, “Predictive factor and kappa angle analysis for visual satisfactions in patients with multifocal IOL implantation,” *Eye*, vol. 25, no. 9, pp. 1187–1193, 2011, doi: 10.1038/eye.2011.150.
 - [89] M. Karhanova, K. Maresova, F. Pluhacek, P. Mlcak, O. Vlacil, and M. Sin, “[The importance of angle kappa for centration of multifocal intraocular lenses].,” *Cesk. Slov. Oftalmol.*, vol. 69, no. 2, pp. 64–68, Jun. 2013.
 - [90] C. Y. Park, S. Y. Oh, and R. S. Chuck, “Measurement of angle kappa and centration in refractive surgery.,” *Curr. Opin. Ophthalmol.*, vol. 23, no. 4, pp. 269–275, Jul. 2012, doi: 10.1097/ICU.0b013e3283543c41.
 - [91] J. T. H. Msee, “Apparent chord mu and actual chord mu and their clinical value,” *J. Cart. Refract. Surg.*, vol. 45, no. 8, pp. 1198–1199, 2019, doi: 10.1016/j.jcrs.2019.03.029.
 - [92] K. G. Gundersen and R. Potvin, “Comparative visual performance with monofocal and multifocal intraocular lenses,” *Clin. Ophthalmol.*, vol. 7, pp. 1979–1985, 2013, doi: 10.2147/OPHTH.S52922.
 - [93] P. Ye, K. Yao, X. Li, W. Wu, X. Huang, and Y. Yu, “[Binocular clinical comparison study of Tecnis multifocal aspheric and monofocal spherical intraocular lenses].,” *Zhonghua. Yan Ke Za Zhi.*, vol. 46, no. 7, pp. 625–630, Jul. 2010.
 - [94] E. Pedrotti *et al.*, “Comparative analysis of visual outcomes with 4 intraocular lenses: Monofocal, multifocal, and extended range of vision,” *J. Cart. Refract. Surg.*, vol. 44, no. 2, pp. 156–167, 2018, doi: 10.1016/j.jcrs.2017.11.011.
 - [95] V. Apostolov *et al.*, “Delivering Intermediate Vision: The New TECNIS Eyhance Monofocal IOL,” 2019.
 - [96] X. Liu, L. Xie, and Y. Huang, “Comparison of the Visual Performance After Implantation of Bifocal and Trifocal Intraocular Lenses Having an Identical Platform.,” *J. Refract. Surg.*, vol. 34, no. 4, pp. 273–280, Apr. 2018, doi: 10.3928/1081597X-20180214-01.

- [97] P. Mojzisz, L. Kukuckova, K. Majerova, P. Ziak, and D. P. Piñero, “Postoperative visual performance with a bifocal and trifocal diffractive intraocular lens during a 1-year follow-up,,” *Int. J. Ophthalmol.*, vol. 10, no. 10, pp. 1528–1533, 2017, doi: 10.18240/ijo.2017.10.08.
- [98] R. Mencucci, “Comparative analysis of visual outcomes , reading skills , contrast sensitivity , and patient satisfaction with two models of trifocal diffractive intraocular lenses and an extended range of vision intraocular lens,,” pp. 1913–1922, 2018.
- [99] M. Gari, F. Di Censo, A. Poscia, and G. Ruggi, “Visual performance after bilateral implantation of 2 new presbyopia-correcting intraocular lenses: Trifocal versus extended range of vision,,” *J. Cart. Refract. Surg.*, vol. 43, no. 6, pp. 737–747, 2017, doi: 10.1016/j.jcrs.2017.03.037.
- [100] T. Kohnen, C. Titke, and M. Böhm, “Trifocal Intraocular Lens Implantation to Treat Visual Demands in Various Distances Following Lens Removal,,” *Am. J. Ophthalmol.*, vol. 161, pp. 71–7.e1, Jan. 2016, doi: 10.1016/j.ajo.2015.09.030.
- [101] R. Bellucci, S. Morselli, and V. Pucci, “Spherical aberration and coma with an aspherical and a spherical intraocular lens in normal age-matched eyes,,” vol. 33, no. February, pp. 203–209, 2007, doi: 10.1016/j.jcrs.2006.10.068.
- [102] W. Buehl and O. Findl, “Effect of intraocular lens design on posterior capsule opacification,,” *J. Cataract Refract. Surg.*, vol. 34, no. 11, pp. 1976–1985, Nov. 2008, doi: 10.1016/j.jcrs.2008.07.029.
- [103] H. A. Tokko *et al.*, “Factors Associated with the Development of Posterior Capsule Opacification Requiring Yttrium Aluminum Garnet Capsulotomy,,” vol. 96, no. 7, pp. 492–499, 2019, doi: 10.1097/OPX.0000000000001396.
- [104] S. A. Jamal and L. D. Solomon, “Risk factors for posterior capsular pearling after uncomplicated extracapsular cataract extraction and plano-convex posterior chamber lens implantation,,” *J. Cataract Refract. Surg.*, vol. 19, no. 3, pp. 333–338, May 1993, doi: 10.1016/s0886-3350(13)80301-x.
- [105] A. Prinz *et al.*, “Rotational stability and posterior capsule opacification of a plate-haptic and an open-loop-haptic intraocular lens,,” *J. Cart. Refract. Surg.*, vol. 37, no. 2, pp. 251–257, 2010, doi: 10.1016/j.jcrs.2010.08.049.

- [106] R. Duman, F. Karel, P. Özyol, and C. Ateş, “Effect of four different intraocular lenses on posterior capsule opacification,” *Int. J. Ophthalmol.*, vol. 8, no. 1, pp. 118–121, 2015, doi: 10.3980/j.issn.2222-3959.2015.01.22.
- [107] N. Hirnschall *et al.*, “Capsular bag stability and posterior capsule opacification of a plate-haptic design microincision cataract surgery intraocular lens: 3-year results of a randomised trial,” pp. 1565–1568, 2013, doi: 10.1136/bjophthalmol-2013-303710.
- [108] Y. Zhao, K. Yang, J. Li, Y. Huang, and S. Zhu, “Comparison of hydrophobic and hydrophilic intraocular lens in preventing posterior capsule opacification after cataract surgery: An updated meta-analysis,” *Medicine (Baltimore)*, vol. 96, no. 44, p. e8301, Nov. 2017, doi: 10.1097/MD.00000000000008301.
- [109] A. Chang and M. Kugelberg, “Posterior capsule opacification 9 years after phacoemulsification with a hydrophobic and a hydrophilic intraocular lens,” *Eur. J. Ophthalmol.*, vol. 27, no. 2, pp. 164–168, Mar. 2017, doi: 10.5301/ejo.5000831.
- [110] J. Richman *et al.*, “Importance of visual acuity and contrast sensitivity in patients with glaucoma,” *Arch. Ophthalmol. (Chicago, Ill. 1960)*, vol. 128, no. 12, pp. 1576–1582, Dec. 2010, doi: 10.1001/archophthalmol.2010.275.
- [111] S. M. R. Jonker, N. J. C. Bauer, N. Y. Makhotkina, T. T. J. M. Berendschot, F. J. H. M. van den Biggelaar, and R. M. M. A. Nuijts, “Comparison of a trifocal intraocular lens with a +3.0 D bifocal IOL: results of a prospective randomized clinical trial,” *J. Cataract Refract. Surg.*, vol. 41, no. 8, pp. 1631–1640, Aug. 2015, doi: 10.1016/j.jcrs.2015.08.011.
- [112] S. Pieh, H. Weghaupt, and C. Skorpik, “Contrast sensitivity and glare disability with diffractive and refractive multifocal intraocular lenses,” *J. Cataract Refract. Surg.*, vol. 24, no. 5, pp. 659–662, May 1998, doi: 10.1016/S0886-3350(98)80261-7.
- [113] E. Haaskjold *et al.*, “Contrast sensitivity after implantation of diffractive bifocal and monofocal intraocular lenses,” vol. 24, no. May, pp. 653–658, 1998, doi: 10.1016/S0886-3350(98)80260-5.
- [114] T. Eppig, E. Filser, H. Goeppert, A. C. Schroeder, B. Seitz, and A.

- Langenbucher, "Index of contrast sensitivity (ICS) in pseudophakic eyes with different intraocular lens designs," no. 2013, pp. 181–188, 2015, doi: 10.1111/aos.12538.
- [115] S. Schmitz, H. B. Dick, F. Krummenauer, O. Schwenn, and R. Krist, "Contrast sensitivity and glare disability by halogen light after monofocal and multifocal lens implantation," pp. 1109–1112, 2000.
- [116] J. L. Alió *et al.*, "Visual and optical performance with two different diffractive multifocal intraocular lenses compared to a monofocal lens.," *J. Refract. Surg.*, vol. 27, no. 8, pp. 570–581, Aug. 2011, doi: 10.3928/1081597X-20101223-01.
- [117] K. G. Gundersen and R. Potvin, "Trifocal intraocular lenses: a comparison of the visual performance and quality of vision provided by two different lens designs.," *Clin. Ophthalmol.*, vol. 11, pp. 1081–1087, 2017, doi: 10.2147/OPHTH.S136164.
- [118] F. Casprini *et al.*, "Glare disability and spherical aberration with five foldable intraocular lenses: a prospective randomized study.," *Acta Ophthalmol. Scand.*, vol. 83, no. 1, pp. 20–25, Feb. 2005, doi: 10.1111/j.1600-0420.2005.00378.x.
- [119] U. Mester, P. Dillinger, and N. Anterist, "articles Impact of a modified optic design on visual function : Clinical comparative study," vol. 3350, no. 02, 2003, doi: 10.1016/S0886-3350(02)01983-1.
- [120] J. T. Holladay, P. A. Piers, G. Koranyi, M. van der Mooren, and N. E. S. Norrby, "A new intraocular lens design to reduce spherical aberration of pseudophakic eyes.," *J. Refract. Surg.*, vol. 18, no. 6, pp. 683–691, 2002.
- [121] F. Casprini *et al.*, "Optical aberrations in pseudophakic eyes after 2.5-mm Nd:YAG laser capsulotomy for posterior capsule opacification.," *J. Refract. Surg.*, vol. 24, no. 7, pp. 702–706, Sep. 2008, doi: 10.3928/1081597X-20080901-10.