T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

KATARAKT CERRAHİSİNDE KULLANILAN TORİK GÖZİÇİ LENSLERİN ASTİGMATİK DÜZELTİCİ ETKİSİ VE HASTALARIN YAŞAM KALİTESİ ÜZERİNE OLAN ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Özkan ÖNAL

Göz Hastalıkları Anabilim Dalı

TIPTA UZMANLIK TEZİ

ESKİŞEHİR

2017

T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

KATARAKT CERRAHİSİNDE KULLANILAN TORİK GÖZİÇİ LENSLERİN ASTİGMATİK DÜZELTİCİ ETKİSİ VE HASTALARIN YAŞAM KALİTESİ ÜZERİNE OLAN ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Özkan ÖNAL

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Hüsnü Hikmet BAŞMAK

Göz Hastalıkları Anabilim Dalı

TIPTA UZMANLIK TEZİ

ESKİŞEHİR
2017

TEZ KABUL VE ONAY SAYFASI

T.C.

ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞI'NA,

Dr. Özkan ÖNAL'a ait "Katarakt cerrahisinde kullanılan torik göziçi lenslerin astigmatik düzeltici etkisi ve hastaların yaşam kalitesi üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi" adlı çalışma jürimiz tarafından Göz Hastalıkları Anabilim Dalı'nda Tıpta Uzmanlık Tezi olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

Tarih:

Jüri Başkanı Prof. Dr. Hüsnü Hikmet BAŞMAK
Göz Hastalıkları Anabilim Dalı

Üye Prof. Dr. Ahmet ÖZER
Göz Hastalıkları Anabilim Dalı

Üye Prof. Dr. Ahmet Âli YÜCEL
Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi
Göz Hastalıkları Anabilim Dalı

Eskişehir Osmangazi Ünivesitesi Tıp Fakültesi Fakülte Kurulu'nun...../...../..... tarih ve ...../..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Ali ARSLANTAŞ
Dekan Vekili

TEŞEKKÜR

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalında bulunduğum yaklaşık 4.5 yıl süren uzmanlık eğitimim süresi içinde Göz Hastalıkları Uzmanı olmamda büyük emeği olan, bilgi, fikir ve tecrübeleriyle bana ışık tutan, birlikte çalışmaktan onur duyduğum başta tez danışmanım ve tezimin planlaması, yürütülmesi ve sonuçlanmasında çok büyük katkıları olan Prof. Dr. Hüsnü Hikmet BAŞMAK olmak üzere, Anabilim Dalı Başkanımız Prof. Dr. Nazmiye EROL'a, değerli hocalarım Prof. Dr. Nilgün YILDIRIM'a, tezim için hasta bulunması konusunda büyük özveri gösteren ve cerrahi tecrübelerinden faydalandığım Prof. Dr. Ahmet ÖZER'e, Prof. Dr. Tülay ŞİMŞEK'e, Doç. Dr. Haluk Hüseyin GÜRSOY'a, Yrd. Doç. Dr. Mustafa Değer BİLGEÇ'e ve tezim için gerekli olan hasta sayısına ulaşmamda büyük pay sahibi olan çok sevgili asistan arkadaşlarıma, istatistik aşamasında katkılarını esirgemeyen Biyoistatistik Anabilim Dalı Arş. Gör. Muzaffer BİLGİN'e, yabancı literatür kaynaklarının taranmasında ve İngilizce özet kısmının oluşturulmasında büyük yardımı olan Yabancı Diller Bölümü Okt. Ezgi CAVKAYTAR'a, hastalarımın cerrahi öncesi ve sonrasında tetkiklerinin yapılmasında yardımcı olan bölümümüzün değerli teknisyenleri Fadime AYDIN ve Esin Uçar NAZİKGÜL'e, hastaların cerrahileri aşamasındaki çalışmalarından dolayı; servis hemşireleri adına Hem. Zeynep AKGÖZLÜ ve ekibine, ameliyathane hemşirelerimiz Hem. Nurcihan TUNA ve Hem. Nesibe MERCAN'a, ameliyathane personellerimiz Bülent EMİRCE ve Yaşar KAPLAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Önal, Ö. Katarakt Cerrahisinde Kullanılan Torik Göziçi Lenslerin Astigmatik Düzeltici Etkisi ve Hastaların Yaşam Kalitesi Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı Tıpta Uzmanlık Tezi, Eskişehir, 2017. Bu uzmanlık tezinin amacı, günümüzde katarakt cerrahilerinde kullanılan en gelişmiş göz içi lenslerinden biri olan Trifokal Torik göz içi lenslerinin (GİL) astigmatlı gözlere yapılan katarakt cerrahisinde etkinliğini ve güvenilirliğini araştırmaktır. Eylül 2016 - Mart 2017 tarihleri arasında 18 hastanın 36 gözüne Trifokal Torik GİL, 20 hastanın 40 gözüne Multifokal GİL, 20 hastanın 40 gözüne de Monofokal GİL takıldı. Hastaların preoperatif ve postoperatif uzak (6mt), yakın (40 cm) ve orta (80cm) mesafe görme keskinlikleri, LogMAR görme eşelleri ile bakıldı. Hastaların keratometrik değerleri Lensstar LS-900 cihazı ve üzerine monte edilen T-Cone aparatı ile alındı. Kontrast duyarlılık ve Kamaşma testi için CSV-1000E, yakın derinlik hissi testi için Titmus Stereotest, uzak derinlik hissi testi için Distance Stereo Randot Test kullanıldıTrifokal Torik ve diğer iki kontrol grubundaki toplam 116 gözün uzak mesafe görme keskinlikleri cerrahiler sonrası istatistiksel olarak anlamlı düzeyde arttı ($p<0.001$). Ayrıca Trifokal Torik grubundaki 36 gözün orta ve yakın mesafedeki görme düzeylerinde anlamlı artış sağlandı ($p<0.001$). Postoperatif kontrast duyarlılık ve kamaşma testlerinde Trifokal Torik ve Multifokal grubundaki hastaların şikayetleri, Monofokal grubundaki hastalara göre her 4 uzaysal frekans düzeyinde (3-6-12-18 CPD) daha fazlaydı. Hastalara preoperatif ve postoperatif uygulanan NEI-VFQ-25 İşlevsel Görme Ölçeği anketine göre üç grubun yaşam kalite değişimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamadı ($p=0.237$). Hastaların genel memnuniyet düzeyleri sorgulandığında Trifokal Torik uygulanan hastaların %88 oranında çok memnun olduğu, %12 oranında ise memnun olduğu görüldü.

Anahtar Kelimeler: Katarakt, Trifokal Torik GİL, Astigmatizma, NEI-VFQ-25, Kontrast Duyarlılık

Destekleyen Kurumlar: Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Rektörlüğü Bilim Araştırma Projeleri

ABSTRACT

Önal, Ö. Evaluation of Astigmatic Corrective Effect of Toric Intraocular Lenses Used in Cataract Surgery and Their Impact on Patients' Quality of Life, Eskişehir Osmangazi University Faculty of Medicine Department of Ophthalmology, Specialization Thesis in Medicine, Eskisehir, 2017. The purpose of this specialization thesis is to investigate the efficacy and safety of the use of Trifocal Toric intraocular lenses (IOLs), which are one of the most advanced intraocular lenses used in cataract surgeons today, in cataract surgeries with astigmatic eyes. Between September, 2016 and March, 2017; Trifocal Toric IOL was implanted in 36 eyes of 18 patients, Multifocal IOL in 40 eyes of 20 patients, and Monofocal IOL in 40 eyes of 20 patients. The visual acuities of the patients at distant (6 mt.), near (40 cm.), and mid (80 cm.) distances were evaluated with LogMAR visual analogues preoperatively and postoperatively. The keratometric values of the patients were obtained with a Lensstar LS-900 device and a T-Cone device mounted on it. CSV-1000E for contrast sensitivity and glare test, Titmus Stereotest for close depth sense test, and Distance Stereo Randot Test for distance depth sense test were used. A total of 116 eyes in the Trifocal Toric and two other control groups showed a statistically significant increase in distance visual acuity after surgery ($p < 0.001$). In addition, 36 eyes in the Trifocal Toric group showed a significant increase in the middle and near distance visual level ($p < 0.001$). In the postoperative contrast sensitivity and glare tests, the complaints of patients in the Trifocal Toric and Multifocal group were more than the patients in the Monophocal group in each of 4 spatial frequencies (3-6-12-18 CPD). According to NEI-VFQ-25 Functional Vision Questionnaire which was applied to patients preoperatively and postoperatively, no statistically significant difference was found between the three groups ($p = 0.237$). When the general satisfaction levels of the patients were questioned, it was found that 88% of the patients to whom Trifokal Torik was applied were very satisfied and 12% of them were satisfied.

Keywords: Cataract, Trifocal Toric İOL, Astigmatism, VFQ-25, Contrast Sensitivity

Supporting Institutions: Eskişehir Osmangazi University Rectorate, Science Research Projects

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEZ KABUL VE ONAY SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
TABLOLAR DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1 Lens Anatomisi	3
2.2 Lens Embriyolojisi	5
2.3 Lens Fizyolojisi ve Metabolizması	6
2.4 Katarakt Ve Tipleri	7
2.5 Kataraktın Görme Fonksiyonu Üzerindeki Etkileri	12
2.6 Katarakt ve Kontrast Duyarlılık	14
2.7 Kontrast Duyarlılığı Etkileyen Diğer Durumlar	16
2.8 Katarakt Cerrahisi	17
2.9 Akomodasyon	19
2.10 Presbiyopi	22
2.11 Korneal Topografi	25
2.12 Keratometri ve Astigmatizma	26
2.13 Kontrast Duyarlılık	30
2.14 Kontrast Duyarlılık Ölçüm Metodları	35
2.15 Kamaşma (Glare)	37
2.16 Katarakt Cerrahisinde Kullanılan Göziçi Lensler Hakkında Genel Bilgiler	38
3. GEREÇ VE YÖNTEM	43
4. BULGULAR	58
5. TARTIŞMA	76
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	85

Sayfa

KAYNAK 86

EKLER

EK 1: NEI-VFQ-25 Görme İşlevi Anketi (Türkçeleştirilmiş)

SİMGELER VE KISALTMALAR

ASKK	Arka Subkapsüler Katarakt
ATP	Adenosin Trifosfat
cd	Candel
CPD	Cycles per Degree
CSF	Contrast Sensitivity Function
D	Dioptri
DNA	Deoksiribonüleik Asit
DOGK	Düzeltilmiş en iyi orta mesafe görme keskinliği
DRP	Diyabetik Retinopati
DUGK	Düzeltilmiş en iyi uzak görme keskinliği
DYGK	Düzeltilmiş en iyi yakın mesafe görme keskinliği
EDOF	Enhanced Depth of Focus
EKKE	Ekstrakapsüler Katarakt Ekstraksiyonu
FAKO	Fakoemülsifikasyon
GİB	Göziçi Basıncı
GİL	Göziçi Lens
İKKE	İntrakapsüler Katarakt Ekstraksiyonu
L	Luminance
LASIK	Laser-Asisted in Situ Keratomileusis
LogMAR	Log of The Minimum Angle Resolution
M.Ö.	Milattan Önce
MRG	Manyetik Rezonans Görüntüleme
MTF	Modulation Transfer Function
Nd:YAG	Neodyum Yitriyum-Aluminyum-Garnet

OCT	Optic Coherence Tomography
OGK	Düzeltilmemiş en iyi orta mesafe görme keskinliği
PEX	Psödoeksfoliasyon
PMMA	Polimetilmetakrilat
RNA	Ribonükleik Asit
SMD	Senil Makula Dejenerasyonu
T-GİL	Torik Göziçi Lens
UGK	Düzeltilmemiş en iyi uzak mesafe görme keskinliği
UV	Ultraviyole
VFQ	Visual Function Questionnaire
YGK	Düzeltilmemiş en iyi yakın mesafe görme keskinliği

ŞEKİLLER

Sayfa

2.1 Lens Anatomisi 3
2.2 Lensin Embriyolojik Gelişim Aşamaları 6
2.3 Lens Metabolizması 7
2.4 Katarakt Tipleri 8
2.5 Zernike Polinomları 29
3.1 Trifokal Torik GİL hesaplayıcı 46
3.2 Trifokal Torik GİL hesaplayıcı-örnek hesaplama 47
3.3 Verion Digital İşaretleyici ve Mikroskop Güdümlü Görüntü Sistemi (kapsüloreksis modu) 48
3.4 Verion Digital İşaretleyici ve Mikroskop Güdümlü Görüntü Sistemi (lens implanstasyon modu) 49
3.5 CSV-1000E kontrast duyarlılık testi 51
3.6 Distance Randot Stereotest 52
3.7 The Titmus Stereotest 52
3.8 AcrivaUD UD 613 Monofokal GİL 54
3.9 AcrivaUD Reviol MF 613 Multifokal GİL 55
3.10 AcrivaUD Reviol Tri-ED Toric 611 Trifokal Torik GİL 56
3.11 AcrivaUD Reviol Tri-ED Toric 611 Trifokal Torik GİL'in göz içinde duruşu 57
4.1 Trifokal grubu 3.ay kontrast duyarlılık ve kamaşma eğrisi 64
4.2 Multifokal grubu 3.ay kontrast duyarlılık ve kamaşma eğrisi 65
4.3 Monofokal grubu 3. ay kontrast duyarlılık ve kamaşma eğrisi 65
4.4 Üç hasta grubunun kontrast duyarlılık grafiği-aynı grafikte 67
4.5 Rotasyona uğramış GİL'in ön segment görüntüsü 72
4.6 Rotasyona uğramış GİL düzeltilmeden önceki Verion Görüntüsü 72
4.7 GİL düzeltildikten sonraki ön segment görüntüsü 73
4.8 Trifokal Torik, Multifokal ve Monofokal gruplarının optik defokus eğrileri 74
4.9 Her üç grubun binoküler derinlik hissi test sonuçları 75

TABLOLAR

Sayfa

2.1 Belirtilen akomodasyon amplitüdüne karşılık gelen yakın nokta 21
4.1 Çalışmaya katılan hastaların yaş-cinsiyet analizi 58
4.2 Çalışmadaki tüm hastaların preoperatif ve postoperatif takiplerde uzak mesafe görme keskinliği değişimi 60
4.3 Çalışmadaki tüm hastaların preoperatif ve postoperatif takiplerde orta mesafe görme keskinliği değişimi 61
4.4 Çalışmadaki tüm hastaların preoperatif ve postoperatif takiplerde yakın mesafe görme keskinliği değişimi 62
4.5 Trifokal Torik hastalarının preoperatif ve postoperatif refraktif değişiklikleri 64
4.6 Çalışmadaki hastaların uzaysal frekanslara göre değişen ortalama kontrast duyarlılıkları (LogU olarak) 66
4.7 Trifokal Torik ve Monofokal gruplarının kontrast duyarlılık testi karşılaştırması 66
4.8 Trifokal Torik ve Multifokal gruplarının kontrast duyarlılık testi karşılaştırması 66
4.9 Çalışmadaki hastaların uzaysal frekanslara göre değişen kamaşma test sonuçları(LogU olarak) 67
4.10 Trifokal Torik ve Monofokal gruplarının kamaşma testi karşılaştırması 68
4.11 Trifokal Torik ve Multifokal gruplarının kamaşma testi karşılaştırması 68
4.12 Çalışmadaki tüm hastaların preoperatif ve postoperatif NEI-VFQ-25 anket skorları 69
4.13 Genel hasta memnuniyeti tablosu 70
4.14 Postoperatif 3.ay kontrolünde ölçülen binoküler stereopsis değerleri 75

1. GİRİŞ

Katarakt dünya genelinde, görme bozukluğu yapan hastalıklar arasında ilk sıradaki (%43) düzeltilmemiş refraksiyon kusurlarından sonra ikinci sırada (%33), legal körlüğe neden olan hastalıklar arasında ise birinci sıradadır (%51). Artan yaşla birlikte katarakt prevalansında da artış görülmektedir. Prevelans, 40 yaşından sonra her on yılda 2 katına çıkarak artar. 65 yaş civarında katarakt prevalansı %5 iken, 75 yaşında %50'ye yükselir. Tüm dünyada her yıl 5-10 milyon, görmeyi azaltacak düzeyde, yeni katarakt olgusu ortaya çıkmaktadır.[1]

Kataraktın tedavisi M.Ö. 800'lü yıllara dayanır. Tedavide kullanılan ilk yöntem lensi arkaya doğru itme ve kataraktlı lensi görme aksından uzaklaştırma şeklinde olmakla birlikte gelişen teknolojiyle görme azlığına neden olan kataraktın göz dışına alınması gündeme gelmiştir. Kataraktlı lensin ekstraksiyonu, ilk olarak zonüller ve kapsül ile birlikte lensin korneal kesiden göz dışına çıkartılması şeklinde olan İntrakapsüler Katarakt Ekstraksiyonu (İKKE), daha sonra zonüllerin ve lens kapsül bütünlüğünün korunduğu Ekstrakapsüler Katarakt Ekstraksiyonu (EKKE) şeklinde uygunlanmıştır. Halen daha gerekli görüldüğü durumlarda uygulanan bu tekniklere rağmen cerrahi yöntemler içinde Fakoemulsifikasyon (FAKO) en popüler ve en sık kullanılan yöntem haline gelmiş, yaygınlaşmıştır.

Küçük korneal kesiler ile yapılabilmesi ve bu nedenle ameliyat sonrası dönemde astigmatı diğer cerrahilere oranla daha az indüklemesi, ameliyat suresinin kısalığı ve buna bağlı olarak hasta konforu, komplikasyon oranlarının düşük olması, özellikle ekspülsif hemoraji gibi çok ciddi komplikasyonların çok daha seyrek rastlanması FAKO cerrahisinin yaygınlaşmasının en önemli nedenleri arasında sayılabilir.

Teknolojin ilerlemesi ile gelişen FAKO cerrahisiyle birlikte, yapay göziçi lenslerinde de hızlı bir gelişim olmuştur. Daha küçük korneal kesilerden kartuş ve enjektor yardımıyla implantasyonu yapılabilen lensler, retina koruyucu özellikle Ultraviyole (UV) filtreli lensler, difraktif-refraktif multifokal lensler, torik göziçi lensleri (GİL), akomodasyonu taklit eden (psödoakomodasyon) yapan göziçi lensleri

ve son yıllarda geliştirilen uzak-orta-yakın mesafe görüşü sağlamakla birlikte astigmatik düzeltme de yapabilen Trifokal Torik göz içi lensleri kullanıma girmiştir.

Bu lensler üretildikleri hammaddeler, refraktif kırıcılık indeksleri, optik-haptik açıları ve özellikleri gibi birçok yönden birbirinden farklılıklar göstermekte ve her geçen gün yeni bir göziçi lensi kullanıma girmektedir. Bu çalışmanın amacı günümüzde katarakt cerrahilerinde kullanılan en gelişmiş göziçi lenslerinden olan Trifokal Torik göziçi lenslerinin astigmatlı gözlere yapılan katarakt cerrahisinde kullanımının hastalardaki etkinliğini ve güvenilirliğini araştırmaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Lens Anatomisi

Lens, daha önünde yer alan korneadan sonra, iris dokusunun arkasında yerleşen gözün saydam ve kırıcı ortamlarından ikincisidir[1]. İnsan gözünde gelişimi hayat boyu devam eden tek yapıdır[2]. Kristalin lens, bikonveks biçimli olduğundan mercimeğe (lentil) benzetilmiştir. İrisin arka yüzeyi ile vitreus arasında bulunan lens, arka kamarada yerleşmiştir. Ön yüzü arka yüze göre daha düzdür[1]. Ön ve arka yüzün çepeçevre birleştiği yere ekvator denir. Ekvatorun çapı 8,8 mm ile 9,2 mm arasındadır[2]. Korpus siliyarenin uzantıları olan zonül lifleri lensin ekvatorunun etrafına 360 derece yapışır. Bu ince ve güçlü liflerin görevi lensi stabil pozisyonunda tutmak ve silyer kasın germe kuvvetini lense iletmektir.[1]

Doğumda lensin ekvatoryal çapı: 5-6 mm, ön-arka çapı: 3.5 mm ve ağırlığı 90 mg'dır, ortalama 2 mg/yıl olacak şekilde ağırlığı artmaya devam eder.

Erişkinde lensin ekvatoryal çapı: 9-10 mm, ön-arka çapı: 5 mm ve ağırlığı ortalama 270 mg'dır[3].

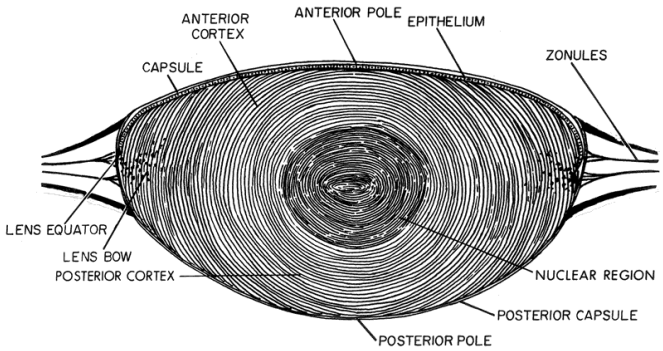
Lensin temel olarak üç işlevi vardır:

1) Saydamlığı nedeniyle ışığın retinaya iletilmesi.

2) Retinanın üzerine odaklamak amacıyla ışığın kırılması. (Yaklaşık 19-20 dioptrilik kırma gücü mevcuttur.)

3) Uyum (akomodasyon) ile farklı mesafelerdeki nesne görüntülerinin retinanın üzerine odaklanması[1].

Lens 4 kısımdan oluşur; dıştan merkeze doğru kapsül, epitel, korteks ve nukleus.



Şekil2.1: Lens Anatomisi

Kapsül, lensin tamamını saran, epitel hücreleri ile döşeli olan ve tip IV kollajenden oluşan bir elastik bazal membran olarak görev yapar. İnsan vücudunun en kalın bazal membranıdır ve diğer bazal membranlardan farklı olarak arka kutup dışında sürekli kalınlaşır. Zonüller kapsüle dışardan yapışır. Uyum (akomodasyon) esnasında lensin şeklini değiştirir. Kapsül kalınlığı lensin bölgelerine göre değişir. Ön kutupta 14 µm, ekvatorun önünde ve arkasında 21-23 mikron ve arka kutupta 4 µm kalınlıktadır. Yani kapsülün en kalın olduğu yer ekvator komşuluğundaki bölgeler iken, en ince olduğu alan arka kutuptur.[2]

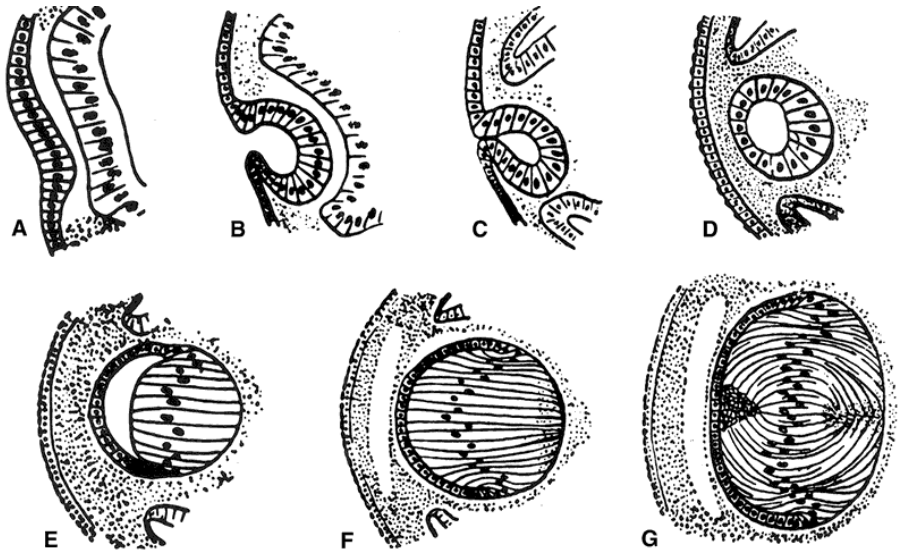
Zonül lifleri, bağ dokusunda bulunan fibrillin yapısındadır; 1 mm mesafedeki siliyer cismin pars plikatasından (non-pigmente tabaka) köken alan ekvatoryal lifler lensin ekvatoruna, siliyer cismin pars planasından köken alan ön ve arka zonül lifleri ise lens ekvatorunun 1-2 mm ön ve arkasına lensin içine 2 mikron girerek yapışırlar. Ekvatoryal lifler akomodasyonda rol alırken, ön ve arka lifler ise destek görevi görürler. Lifler 8-10 mikron çapında, 12-14 mikron genişliğindedir ve ışık mikroskobunda eozinofilik yapıdadır. [2]

Lens epiteli, tek katlı epitel hücre tabakası şeklinde hegzagonal yapıda ve ön kapsülün hemen arkasında yer alır. Ön kapsül lens epitelinin bazal membranı olarak görev yapar ve 10-15 mikron boyutlarındadır. Metabolik olarak aktiftirler; DNA, RNA, protein ve lipit sentezi, ATP (Adenozin Trifosfat) sentezi gibi normal hücresel işlevleri vardır. Epitel hücrelerinin yoğun mitotik aktiviteleri vardır. Ekvatorun çevresinde bulunan ve germinatif zon olarak adlandırılan alanda DNA sentezinin en fazla olduğu premitotik fazla bekleyen hücre grubu vardır. Epitel hücreleri uzar ve lens liflerine dönüşür. Bu dönüşüm için hücrede yüksek miktarda protein birikimi olmalıdır. Bir yandan protein birikimi olurken diğer yandan hücre; çekirdek, mitokondri ve ribozom gibi organellerini de kaybeder. Bu olay optik saydamlık açısından önemlidir. Işık hücre organelleri tarafından emilmez ve saçılmaz; böylece lensin içinden rahat bir şekilde geçebilir. Ancak bu organel kaybının lensin enerji metabolizması için dezavantajı vardır. Lens liflerinde mitokondri kaybedildiğinden enerji üretimi glikolize bağımlı hale gelir.[2]

Korteks ve nukleus, iç içe geçen tabakalar halinde bölünerek uzamış olan lens fibrilleri tarafından oluşturulur ve keskin bir morfoloji ile birbirinden ayrılamazlar. Bölünen hücrelerin nukleusları ekvatoryal bölgede (germinatif zon) olduğundan lensin saydamlığı hücrelerin bölünmesinden etkilenmez. En yeni oluşan lens lifleri en dışta yüzeyde yığılarak korteksi oluştururken, nukleus; eski liflerin merkezde birikmesi sonucu oluşur. Embriyolojik olarak ilk oluşan en eski lifler en merkezde kalıp sırasıyla; embriyonal ve fetal nukleusu oluşturur. Lens süturleri bölünen ve uzayan hücrelerin çıkıntılarının ilişkisi sonucu oluşur. Uzayan hücrelerin arka uçları (bazal) arka kapsül altında ilerlerken, ön uçları (apikal) ise ön kapsül altındaki epitel hücreleri altında ilerler. Karşı kutuplardan uzayan apikal ve bazal uçlar arasında lens sutürleri oluşur. Apikal uzantıların birleşimi önde "*düz Y sutür*", bazal uzantıların birleşimi arkada "ters Y sutür" oluşturur. Lens lifi hücreleri uzamaları sutürlere ulaştıklarında durur, nukleus ve mitokondri dahil tüm organellerini kaybederler. [2]

2.2 Lens Embriyolojisi

İntrauterin fetal gelişimin birinci ayında yüzey ektodermi, primitif optik veziküle invaze olur. Daha sonra yüzey ektodermden ayrılarak lens vezikülünü oluşturur; içi boştur ve tek katlı epitelle döşelidir. Gestasyonel 6. haftada lens vezikülünün arka hücreleri, öne doğru uzar ve primer lens liflerini oluşturur. Oluşan bu primer lifler vezikülü doldurarak embriyonel nukleusu meydana getirir. Önde kalan hücreler de lensin epitel kısmını oluşturur. 2. ayın bitiminden itibaren epitel hücreleri de ekvatoryal alanda lens liflerine dönüşür. Yeni oluşan lens lifleri primer lifleri merkeze iter ve fetal çekirdeğin oluşmasını sağlar. Ekvatorda lens lifi üretimi hayat boyunca devam eder ve sırasıyla infantil ve erişkin nukleusu oluşturur. Kapsül tarafından tamamen sarılan lens hiçbir hücresini kaybetmez ve dokusu sürekli olarak sıkıştırılır. [1]



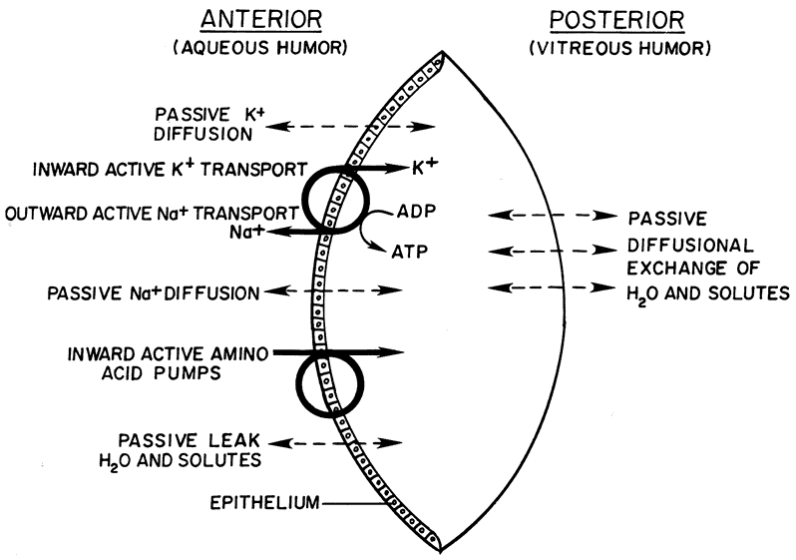
Şekil 2.2: Lensin Embriyolojik Gelişim Aşamaları

2.3 Lens Fizyolojisi ve Metabolizması

Lens içerdiği yüksek protein ve homojen yapısıyla hem saydam hem de kırıcı bir ortam oluşturur. Şeffaflığın korunması ve devamlılığı makromoleküllerin düzenli dizilmesine bağlıdır. Toplam lens ağırlığının %65'i su, %34'ü protein ve %1'i diğer moleküllerden oluşur. Kırıcılık indeksi merkezde 1.4, periferde 1.36 dır. Optik sistemin toplan kırıcılığına katkısı yaklaşık +20 D dir. Siliyer cisim, zonül lifleri ve lens birlikte düşünüldüğünde + 16 D akomodasyon yeteneği vardır. Lens hücre membran yapısı nedeniyle tamamen geçirgen değil, %5 yansıtıcı bir yüzey oluşur. Konfigürasyondaki veya metabolizmadaki değişiklikler saçılmalara veya ışık geçirgenliğinde azalmaya yol açar. Sıvı ve elektrolit dengesinin idamesinde epitel hücrelerinin fonksiyonları hayatidir.[4]

Lensin beslenmesi ön kamaradan difüzyon ile geçen moleküller ile olur. Lens saydamlığını korumak ve işlevlerini yerine getirmek için devamlı olarak metabolik aktif konumda olmalıdır. Lens epiteli, iyon dengesinin sağlanmasına ve maddelerin lense taşınmasına yardımcı olur. "*Pompa - sızma sistemi*" ile ön kamaradaki hümör aközden lens içerisine sodyum, potasyum, kalsiyum ve amino asitlerin aktif transportu sağlanır ve arka kapsülden pasif difüzyon ile metabolik denge sağlanır. Lensin saydamığını koruması için bu dengenin sağlanması önemlidir. Yaşlanmayla birlikte

lenste su içeriği azalırken, suda çözünmeyen lens proteinleri miktarı artar. Lenste sertleşmeye bağlı olarak esnekliği (akomodasyon azlığı) ve saydamlığı azalır. Lensin saydamlığının yaşlanmayla azalması doğal bir süreçtir. Lens nukleusunun merkezi yaşlanma sonucunda skleroze olur ve hafif sarımtrak bir renk alır.[1]



Şekil2.3: Lens Metabolizması

2.4 Katarakt Ve Tipleri

Katarakt kelimesinin kökeni Latince şelale veya beyaz su anlamına gelen "*katarraktes*" terimidir.[2] Katarakt görmeyi etkileyip etkilememesinden bağımsız olarak, en basit ifadeyle, lensteki herhangi bir opasite veya yoğunluktur. Dünyada en sık görülen hastalıklar arasında yer almaktadır. Yaşla birlikte görülme sıklığı da artar. Yaş, etyolojide en önemli ve en sık faktör iken; travma, inflamasyon, metabolik bozukluklar, heredite, alkol, sigara, obezite gibi faktörlerin etkili olduğu belirtilmektedir.[5] Lensteki yaşlanma, akomodasyon gücünde azalmayla birlikte, ağırlık ve kalınlığında artışa neden olur. Lensin korteksine yeni oluşan tabakalar eklendikçe, merkezde nukleus sıkışarak sklerozis gelişir.[6]

Oksidatif hasarın yaşa bağlı katarakt gelişimi başta olmak üzere, diğer katarakt çeşitlerinde de etkili olduğu bilinmektedir. Oksidatif hasar mekanizmasının lens kristalinleri ve hücre fibrilleri üzerine etkisi, katarakt gelişimini açıklamada cazip bir

fikir olarak görünmektedir. Lens merkezine glutatyon difüzyonunun yaşlanmayla birlikte azalması oksidatif dengenin bozulmasında önemlidir.[7 8] Deneysel yöntemlerle geliştirilen kataraktlarda en erken evrede elektron mikroskopisi ile kortikal epitelyal hücrelerin vakuolizasyonu farkedilir. Katarakt gelişimi esnasında lens içeriğinde potasyum azalırken, kalsiyum artar. Lens içeriğindeki özellikle çözünebilir protein miktarında azalma olur ve buna albüminoidlerdeki artış eşlik eder. Nükleer sklerotik katarakt bu mekanizmalara en iyi örnektir.[9]

Senil kataraktın morfolojik olarak; nükleer, kortikal ve subkapsüler olmak üzere 3 formu vardır .

Şekil2.4: Katarakt Tipleri

Nükleer Katarakt(NS):

Yaşlanmayla birlikte lens nukleusunda skleroz, sertleşme ve renginde koyulaşma olmaktadır. Nukleer kataraktlar lensteki fizyolojik sklerotik değişikliklerin bir sonucudur.[10] Nukleer katarakt gelişen bir lensin yoğunluğu ve kırma indeksi artar, psödomiyopi gelişir. Kataraktın başlangıc evrelerinde kalın kenarlı merceklerle artırılabilen görme keskinliği, sklerotik değişikliklerin zamanla ilerlemesiyle giderek azalır. Bu sklerotik değişimlerin ilerleyişi cok yavaş olup, 5-10 seneyi bulabilir. Nukleer katarakta bağlı değişiklikler en iyi yarıklı lamba biyomikroskopisinde izlenir. Biyomikroskopik muayenede diffüz opasitenin sadece lensin nukleusunda olduğu

gözlenir. Skleroz bazen sadece primer (fetal) nukleustadır. Bu durumda muayenede birbirinden koyu bir alanda ayrılmış iki nukleus gozlenebilir. Bu tip nukleer katarakt "*iki fokuslu lens*" olarak adlandırılabilir.

Nukleer kataraktlar lens proteinlerindeki fizyokimyasal değişikliklerle ilişkilidir. Oksidasyon, non-enzimatik glikolizasyon, proteolizis, deamidasyon, fosforilasyon ve karbamilasyon süreçlerine bağlı olarak yüksek molekul ağırlıklı proteinlerin formasyonu ve agregasyonu gözlemlenir. Bu proteinlerin agregasyonu ışığın geçişine engel olur ve nükleer katarakttaki ışık saçılmasına (scattering) neden olur. Nukleer lens proteinlerinin kimyasal modifikasyonu lens renginin önce sarı daha sonra kahverengi görünmesine neden olur. İlerlemiş vakalarda ise lens rengi daha koyu kahverengi veya siyah olarak (katarakta nigra) görünür.[11]

Bir moleküler şaperon olarak görev yapan A (alfa) kristalin proteininin agregasyonu önleyerek katarakt gelişimini önlediği duşunulmektedir.[12] Yakın zamanda yapılan çalışmalar faz seperasyon inhibitörlerinin nukleusun şeffaflığını korumasında görev aldıklarını düşündürmektedir. Bu inhibitörlerin kaybının nukleer katarakt formasyonuna neden olabileceği düşünülmektedir.

Kortikal Katarakt:

Lensin kortikal tabakası erişkin bir insanda ön ve arka yüzde toplam 2 mm'lik bir kalınlığa sahiptir. Kortikal tabaka metabolik olarak aktiftir. Nukleustaki yapıya göre daha az kompakttır. Bu sebeple diyabet ve galaktozemi gibi metabolik hastalıklarda elektrolit dengesizliğine bağlı aşırı hidrasyona daha yatkındır.[13] Lens sıvıyı hümor aközden absorbe eder. Bu mekanizma, lens protein moleküllerinde ve aminoasit komponentlerindeki yıkıma veya lens kapsülündeki permeabilite atımına bağlı olarak ortaya çıkar. Erken bulgular lens içinde vakuollerin izlenmesi ya da lens liflerindeki ayrılmadır. Biyomikroskopik lens muayenesinde ileri dönemlerde periferde kama şeklinde opasiteler ve lameller ayrılmalar dikkati ceker. Yarıklı ışık pupilla alanına düşürüldüğünde fokal aydınlatma ile beyaz gri renkli radial-kama şeklinde opasiteler izlenir. Sonuçta korteks bulanıklaşır, takiben proteinler koagüle olur ve opasiteler şekillenir. Böylelikle değişik kortikal katarakt tipleri ortaya cıkar.

Kortikal opasiteler, lensin alt yarısında, özellikle de nazal kadranda, daha erken ortaya çıkarlar ancak bunun kesin nedeni tam olarak bilinmemektedir. Bir teori olarak, gözün supraorbital yapıları tarafından korunan lensin üst yarısına güneş ışığındaki UV ışınların ulaşamayışının bu durumda etkili olduğu iddia edilmektedir.[14] Bu opasiteler diğer kadranlarda da periferde ortaya cıkarlar. Kortikal kataraktta lensin santrali geç tutulduğundan hastalar uzun süre uzak görmelerinin iyi olduğunu söylerler. Kortikal kataraktlar en iyi retroilluminasyon ile gözlemlenirler.
Senil kataraktların çoğunda kortikal ve nükleer değişiklikler birlikte bulunur.[15]

Arka Subkapsuler Katarakt:

Diğer katarakt tiplerine göre daha nadir görülür ve sıklıkla diğer tiplerle birliktedir.[16] [17] Retroiluminasyonla kolaylıkla görülebilir. Lokalizasyonu genellikle lens santralindedir ve bu nedenle fundoskopiyi engelleyebilir. Hastalar erken evrelerden itibaren glare ve yakına bakarken odaklanma zorluğu gibi semptomlardan şikayetçidir.[18] Akomodasyon sırasında oluşan myozis sonucunda pupil aralığının küçülmesi, santralde lokalize olan arka subkapsuler kataraktın içinden gecen ışığın saçılmasına ve makula uzerine fokuslanan görüntünün engellenmesine neden olur. Bu nedenle yakın görme daha çok bozulur. Bu katarakt direk illuminasyonla karakteristik olarak granüler tarzda (gravel-like) posterior kapsülün hemen yüzeyinde görülür. Direkt illimünasyon tekniğiyle yapılan muayene süresinde, uzun süre tutulan ışıktan dolayı hasta glareden ötürü rahatsız olur.

Opasitenin sınırları retroiluminasyonla kolayca açığa çıkarılabilir ve opasiteler gölge şeklinde veya posterior kapsülün santralinde ada şeklinde görülür.[19]

Erken evrelerde toz benzeri olan bu katarakt direkt veya retroiluminasyonla görülemez. Katarakt ilerledikçe bu toz benzeri yapılar gölge halini alırlar ve retroilluminasyonla kolaylıkla görünür hale gelirler. Daha ileri safhalarda ise kalsifiye plak haline gelirler. Bu plak lens korteksine sıkı yapışıklığı nedeniyle, cerrahi esnasında vakum yaparken arka kapsülün rüptüre olmasına neden olabilir. Cerrahiden sonra kalan küçük rezidüel kalıntılar kendiliğinden absorbe olup vizyonu

engellemezler, aksi takdirde Nd:YAG (Neodyum Yitriyum-Aluminyum-Garnet) laser ile posterior kapsülotomi yapılır.

ASKK'nin (arka subkapsuler katarakt) posterior kapsül ve korteks arasındaki potansiyel boşluğa hücresel debris birikmesi veya kapsül epitelyum hücrelerinin migrasyonundan ötürü oluştuğu düşünülür.[20] ASKK'nin radyasyon ve steroid alımı sonucu oluşabileceği gibi; diyabet, yüksek miyopi, retinal dejenerasyonlar (retinitis pigmentosa vb.) sonucu da oluşabilir ve gyrate atrofiyle beraber gorulebilir. [21-23]

Miks Katarakt:

Kataraktlar genellikle tek tip olarak başlar ve zaman içerisinde dejeneratif hadisenin ilerlemesiyle miks hale gelirler. Bu nedenle miks katarakt varsa katarakt ilerlemiş durumdadır ve hastalarda görme azlığı daha fazla olup yakın zamanda cerrahiye ihtiyaç vardır.

Presenil Katarakt:

Bu katarakt 55 yaşının altında görülüp, morfolojik olarak genellikle arka subkapsuler olmakla birlikte, nukleer veya kortikal de olabilir. Arka katarakt hızlı ilerleyip bir yıl içinde tamamıyla arka kapsülü örter. Ek olarak lens epitelyum hücrelerinde göze çarpan değişimin ardından ödem ve en sonunda dekompansasyon meydana gelir. Bazen nukleus tutulmasa da en sonunda opaklaşır. Lens korteksi başlangıçta tutulmayabilir fakat en sonunda opasiteler gelişir ve hızla ilerler. Bu kataraktın sebebi bilinmemektedir fakat bazı çalışmalar, galaktoz metabolizmasında görevli aldoz redüktaz enziminde bir eksikliğin olduğu ve galaktilolün lenste birikerek kronik bir osmotik strese neden olmasıyla kataraktın geliştiğini ileri sürmüştür.[24]

İlerlemiş Katarakt:

Herhangi bir tip kataraktın ilerlemesiyle miks hale gelir ve sonunda matür katarakt oluşur. Bu tip kataraktta korteks ve nukleus opaklaşır, sonuç olarak retina reflesi alınamaz hale gelir. Bu evrede lens beyazdır ve kataraktın tarihte "*şelale, beyaz su*" olarak adlandırılmasını sebebi olmuştur.[25]

İlerleyen evrelerde korteksin erimesiyle birlikte, kahverengi nukleus yerçekiminin etkisiyle aşağıya yerleşir ve "*Morgagnian Katarakt*" olarak adlandırılır. Eğer lens şişerse "*Entumesan Katarakt*" olarak adlandırılır.
Kortikal sıvının lens kapsülündeki küçük bir kaçaktan sızması ve azalması sonucu lens gümüşümsü beyaz ve kuru bir hal alır ve "*Hipermatür (hipermür) Katarakt*" olarak adlandırılır.

2.5 Kataraktın Görme Fonksiyonu Üzerindeki Etkileri

Lens opasitenin görme üzerindeki etkisi, kataraktın derecesine ve morfolojisine göre değişir. Kataraktın, hastanın mevcut görme durumu ve fonksiyonel kabiliyeti üzerindeki etkisini tek başına ortaya koyabilen bir test mevcut değildir.[26]

Görme Keskinliğinde Azalma

Görme keskinliği ölçümü, kataraktın görme fonksiyonu üzerindeki etkisini değerlendirmede standart metod olmuştur.[27] Ancak yüksek kontrastlı Snellen görme keskinliği eşelinin, lenste yaşa bağlı değişiklikler olması durumunda, kontrast duyarlılığı gibi görme yeteneğini değerlendiren parametrelere hassas olmadığı klinik olarak kanıtlanmıştır.

Görme keskinliği testi genellikle ideal şartlar altında yapıldığından, hastanın günlük rutin görme performansını, başka bir deyişle gerçek dünyayı tam olarak yansıtmamaktadır. Ve dolayısıyla daha az ideal olan veya ideal olmayan ortam şartlarındaki görme bozukluklarını yansıtmayabilir. Tam bir tanımlayıcı ölçüm olmasa da katarakt cerrahisine karar verirken en çok kullanılan metod Snellen görme keskinliği ölçümüdür. Snellen eşeli "*American Academy of Ophthalmology*" tarafından da en iyi rehber olarak önerilmektedir. Ancak hastanın ince fonksiyonel ve görsel ihtiyaçlarını, çevresini ve diğer riskleri de göz önünde bulundurmak cerrahi kararı vermede önemlidir.[28]

Katarakt çok sert ve opak hale geldiğinde (matür veya hipermatür) görme ışık hissi seviyesine düşebilmektedir. Katarakt hala tüm dünyada körlüğün en önde gelen nedenidir.

Miyopik Kayma

İnsan lensinin doğal yaşlanması ile nukleusta meydana gelen değişiklikler lensin refraktif indeksini değiştirerek birkaç diyoptri miyopik kaymaya sebep olur. Emetrop olan bir hastanın belli bir yaştan sonra yakını gözlüksüz okumaya başlaması nükleer kataraktı düşündürür. Kortikal katarak gibi lensin heterojen bir yapıya dönüşmesi lentiküler astigmatizmaya yol açabilir.

Monooküler Diplopi

Kortikal kataraktlı hastalar monooküler diplopiden yakınabilirler.

Renk Algılama Bozukluğu

Kataraktlı lens, özellikle de nükleer opasiteleri olan hastalarda renk spektrumunun mavi dalga (kısa dalga boyu) boyunu daha fazla absorbe eder hale gelir. Bununla beraber hastalar genellikle bu renk görme defektinin farkına varmazlar. Fakat katarakt cerrahisi ve görme rehabilitasyonunu takiben retrospektif olarak algılayabilirler.

Görme Alanı Kaybı

Morfoloji, yoğunluk ve opasitenin yerine göre görme alanı etkilenebilmektedir.

Kontrast Duyarlılık Kaybı

Katarakt hastaları sıklıkla parlak ışıkta nesneleri görememekten ve gece sürüşlerinde farlar yüzünden görmelerinin çok azaldığından yakınırlar.[29]

Tipik olarak, erken kataraktlı hastalardaki kontrast kaybının daha çok yüksek frekanslarda olduğu bildirilmiştir. Bütün katarakt tipleri kontrast duyarlılığı azalttığı bilinmektedir. Ancak posterior subkapsüler katarakt kontrastı en fazla etkileyen katarakt tipidir.

Kamaşma

Erken evrelerdeki düşük dereceli lens opasiteleri bile ışık saçılımına neden olmaları sebebiyle kamaşmaya (glare) yol açmaktadır.[19] Kortikal ve subkapsüler katarakt başta olmak üzere tüm katarakt tipleri kamaşmaya da yol açmaktadır. Bu tip kataraktı olan hastalar özellikle gece sürüşlerinde görmelerinin azaldığından yakınırlar. Kontrast duyarlılığın tersine kamaşma, pupil hizasında olmayan opasitelerde de ortaya çıkabilir. Karanlık bir ortamda, yüksek kontrastlı bir kartla yapılan görme keskinliği testi ile bir ışık kaynağı yardımıyla glare oluşturulduktan sonra ölçülen görme keskinliği arasındaki fark, cerrahiye karar vermede subjektif bir kriterdir.

2.6 Katarakt ve Kontrast Duyarlılık

Fakik hastalarda, yaşla birlikte ortaya çıkan görme keskinliğinde azalma ve kontrast duyarlılıktaki bozulma, lensteki değişikliklere bağlanmaktadır.[30] Bu değişiklikler presbiyopi ve artan wavefront aberasyonlarla gelişmektedir. Genç insanlarda korneanın pozitif sferik aberasyonu kristalin lensin kendi negatif sferik aberasyonuyla kompanse edilmektedir. Kırk yaşından sonra ise lensin negatif sferik aberasyonu pozitifleşir ve korneanınkiyle birleşince gözün toplam aberasyonu artar.[31] [32]

Kataraktlı hastalar, ölçülen görme keskinlikleri iyi olduğu halde, alacakaranlıkta araba kullanırken veya gün ışığında insan yüzlerini ayırt etmede zorlandıklarını belirtmektedirler. Bunun sebebi kontrast duyarlılıktaki değişikliklerdir.

Işık saçılması, gözün optik sistemi içinde tüm katarakt tiplerinde artarak kontrast duyarlılığın azalmasına neden olur. Kataraktın morfolojisi de hastanın fonksiyonel görmesini, yani görmeye dayalı aktivitelerini yerine getirebilme kapasitesini etkilemektedir. Bu etkilenme; nükleer, kortikal, posterior subkapsüler kataraktın retinal görüntünün optik kalitesini üzerindeki direkt etkisine bağlıdır.[33]

Başlangıç kataraktı olan hastalarda, Snellen görme eşelinde görme keskinliği oldukça iyi olmasına rağmen, görme fonksiyon kaybının miktarını ölçmek için

kontrast duyarlılık testi geliştirilmiştir. Hess ve Woo'nun senil kataraktı olan 16 hastalık çalışmalarında görme keskinliği ve kontrast duyarlılığı ölçmüşler ve görme keskinliği testlerinin bazı hastalarda fonksiyonel görmeyi doğru olarak ölçemediğini göstermişlerdir. Ayrıca kataraktlı hastaları kortikal ve nükleer olarak ikiye ayırmışlar, ancak kontrast duyarlılık kaybı ile katarakt morfolojisi arasında ilişki kuramamışlardır.[34]

Posterior subkapsüler kataraktın okuma ve kontrast duyarlılık fonksiyonu üzerindeki önemli etkisi, subkapsüler katarakt opasitelerinin gözün nodal noktasını kapatarak, santral görme kaybına sebep olması olabilir.[35]

Yaşa bağlı kataraktı olan hastalardaki göz içi ışık saçılımı analizleri, posterior subkapsüler kataraktı olan hastalardaki ortalama ileri saçılımının, nükleer ve nükleokortikal kataraktlı hastalarla karşılaştırıldığında daha yüksek bir aralıkta olduğunu göstermiştir. Tersine ortalama geri saçılım, nükleer kataraktlarda en fazla, posterior subkapsüler kataraktlarda orta, kortikal kataraktlarda ise neredeyse sıfırdır.[36] İleri ve geri saçılım kişiden kişiye farklılık göstermekle birlikte, katarakt morfolojisine göre meydana gelen bu değişikliklerin, kontrast ve kamaşma bozukluklarını etkilediği düşünülmektedir.[35]

Görme fonksiyonunu daha detaylı değerlendirebilmek için göze, değişen kontrastta uyaran verilerek hastanın bu kontrast farklılıklarını çözebilme yeteneğini ölçmek, yani kontrast duyarlılık testi yapılmalıdır.[37] Uzaysal kontrast duyarlılık testi hastaların günlük rutinlerinde sık karşılaştıkları farklı kontrastlardaki görsel hedeflerin ayırt edilmesinde güçlük çekmediklerine karar verilmesini sağlamaktadır. Örneğin; düşük ve orta uzaysal frekanslardaki uyaranların farkedilmesinde bir azalma varsa, insan yüzlerinin, yol işaretlerinin ve evlerin tanınmasında güçlük oluşmaktadır.[38] Ancak kontrast duyarlılık testleri katarakt cerrahisine karar vermede ve hastaların görme fonksiyonunu değerlendirmede standart değildir. Çünkü kontrast duyarlılık kaybı katarakta spesifik değildir ve katarakt için spesifik bir kontrast duyarlılık kaybı paterni yoktur.

Paulsson ve Sjöstrand; başlangıç seviyesinde posterior subkapsüler kataraktı olan hastalarda yüksek ve orta uzaysal frekanslarda kontrast duyarlılıkta azalma saptamıştır.[39]

Koch; kortikal kataraktı olan hastalarda yüksek frekanslarda, posterior subkapsüler kataraktı olan hastalarda ise tüm frekanslarda kontrast duyarlılık kaybı olduğunu bildirmiştir.[40]

Maraini ve arkadaşları ise; erken dönemdeki posterior subkapsüler kataraktın kontrast duyarlılığı üzerinde ciddi bir etkisinin olmadığını bildirmektedir.[41]

Sonuç olarak katarakt, kontrast duyarlılık fonksiyonu üzerinde belirgin bir paterne sahip değildir.

2.7 Kontrast Duyarlılığı Etkileyen Diğer Durumlar

Görme keskinliği düzeyi, ortam aydınlanma miktarı, refraksiyon bozuklukları ve yaşın da kontrast duyarlılığı bozduğu bilinmektedir.

Yaşlı bireylerde, oküler hastalığın bulunmaması ve görmenin iyi düzeyde olması durumunda bile kontrast duyarlılığın azaldığı bilinmektedir. Retina aydınlanmasında azalmaya yol açan senil miyozisin buna sebep olduğu bildirilmiştir. Çünkü pupilla küçüldüğünde kontrast duyarlılık değerleri azalmakta, pupilla middilate hale getirildiğinde ise kontrast duyarlılık değerleri artmaktadır.[42]

Kontrast duyarlılık ve yaş arasındaki ilişki kontrast miktarına spesifiktir. En düşük uzaysal frekansta yaşla ilişki yoktur. Bunun sebep olarak, bu frekansta; refraksiyon, lens ve pupilla değişikliklerinin kontrast duyarlılık üzerine etkisinin minimal olması gösterilmektedir. Ancak, yaş arttıkça, orta ve yüksek frekanslarda, kontrast duyarlılık fonksiyonu da azalmaktadır.[43 44]

2.8 Katarakt Cerrahisi

Tıp biliminde tedavisi halen araştırma konusu olan kataraktın cerrahi tedavisinin 3000 yıllık bir tarihi vardır. M.Ö. 1000 yıllarında Mısırlılar kataraktı tanımış ve tedaviye yönelik farklı metodlar uygulamışlardır. Daha sonraları M.Ö. 800 yılında Hintli Susruta Circa'nın sivri bir şişle ön kamaraya girerek bulanık lensi vitreus içine attığı bilinmektedir. İbn-i Sina da bu yöntemi uygulamıştır.[45]

Lensin göz içerisindeki anatomik yerini tam olarak tespit etmek 1600'lü yıllarda mümkün olmuştur. 1752'de Fransa'da Jacques Daviel gözün alt yarısında limbustan yaptığı insizyonla, ön kamaraya girerek lensi göz dışına çıkarmıştır. 1773'te Sharp intrakapsuler tekniği uygulamış, 1865'te de Von Graffe ilk kez üst limbustan yaklaşmış ve iridektomiyi geliştirmiştir. 1867'de Williams ilk kez korneal sutür kullanmıştır. 1902'de Barraquer ilk kez lensi vakumla cıkarmıştır.

Göz içerisine lens yerleştirme fikri ilk olarak M.Ö. 2. yüzyıla dayansa da, I. Dünya Savaşı sırasında İngiliz savaş pilotlarında travma sonrası göze giren pleksiglass maddesinin herhangi bir inflamatuvar reaksiyon vermediği gözlenmiş ve aynı maddeden yapılmış göz içi lensler tasarlanmıştır. Harold Ridley 1949'da afak bir göze pupillanın arkasına akrilik bir lens yerleştirerek oftalmolojide bir devrim yaratmıştır.[46] [47]

Klasik olarak optiği PMMA (polimetilmetakrilat), haptikleri ise polipropilen J bacaklı lensler Shering, Kratz-Sinskey ve Simcoe lensleridir. İlk arka kamara lensi 1975'te Pearce tarafından göziçine implante edilmiştir.

Tek parça PMMA lenslerin kullanımı inflamatuvar hücrelerin yapışmasının önlenmesinin yanı sıra, uzun bacakları ve iyi plastik yapısıyla mükemmel bir santralizasyon sağlamıştır. Geliştirilen PMMA lensler arka kapsülü germekte, görsel distorsiyonları azaltmakta, bikonveks yapısı sayesinde arka kapsul keşifleşme riskini azaltmaktadır.

Günümüzde ise lens üretim teknolojisi oldukça ilerlemiş, uzağı ve yakını net gösterebilen göziçi lensleri tasarlanmaktadır.

Katarakt Cerrahisinin Tipleri

İntrakapsüler Katarakt Ekstraksiyonu

Bu cerrahi tipinde ön kamaraya girilerek lens materyali lens kapsül bütünlüğü bozulmadan forseps veya kriyo yardımı ile dışa alınır. Zonül desteğine sahip olmayan lenslerde tercih edilir.

Ekstrakapsüler Katarakt Ekstraksiyonu

Ekstrakapsüler katarakt ekstraksiyonu iki şekilde yapılabilir. Birinci yöntem nukleusu doğurtarak göz dışına almaktır. İkinci yöntem ise günümüzde katarakt ameliyatlarında rutin olarak kullanılan fakoemulsifikasyon yöntemidir.

Ekstrakapsüler cerrahi intrakapsüler cerrahiye göre daha küçük kesiden uygulanması, kornea endoteli için daha az travmatik olması avantajını kazandırır. Bu yöntemde aynı zamanda arka kapsülün yerinde bırakılması göz anatomisine uygun göziçi lensi yerleştirmeyi mümkün kılar.

Cerrahi teknikte mid-limbal 9-10 mm'lik kesi hazırlanır. Ön kapsül "*can-opener*" veya "*kapsüloreksis*" tekniklerinden biriyle açılır.[48 49]

Nukleus kapsül içinden total olarak dışarı çıkartılır veya kapsül içinde küçük parçalara bölünüp dışarı alınabilir. Korteks materyali irrigasyon-aspirasyon yardımıyla temizlenir. Ardından GİL koyulma planı varsa kapsül içine veya sulkusa yerleştirilir. Cerrahi sonlandırılırken kesi 10/0 polyamid veya 8/0 ipek sutürle tek tek veya kontinu kapatılır.[50]

Fakoemulsifikasyon

Küçük bir kesiden yapılan ekstrakapsüler cerrahisidir. Bu yöntemde lens nukleusu ultrasonik enerji ile parçalanarak aspire edilir. Fakoemülsifikasyon ile

yapılan katarakt cerrahilerinde yara iyileşmesi ve buna bağlı görsel kazanım daha hızlıdır.

Cerrahi teknikte; skleral, limbal veya korneal kesiler yapılarak ön kamaraya girilir. Ön kamaraya viskoelastik madde verildikten sonra kapsüloreksis yapılır. Daha sonrasında korteksle kapsül arası bağları gevşetmek amacıyla özel kanül ile "*hidrodisseksiyon*" yapılır. Hidrodisseksiyon icin kanül ile ön kapsül altına girilip kapsül hafifçe yukarı kaldırıldıktan sonra sıvı yavaş yavaş lens periferine yönlendirilir. Sıvı dalgasının kırmızı refle alanında nukleusun arkasına dolaştığının görülmesi tam ve sağlıklı bir hidrodiseksiyon için önemlidir. Cerrahın tercihine de bağlı olarak bazı durumlarda korteksle epinukleus ve nukleus tabakaları, nukleus icerisine enjekte edilen sıvı ile ayrıştırılır. Bu işlem ise "*hidrodelineasyon*" olarak bilinir. Bu işlemler sırasında dengelenmiş tuz solüsyonları tercih edilir.[51]

Çeşitli fakoemulsifikasyon teknikleri kullanılarak yapılabilen nukleus ve korteks temizliğinden sonra korteks bakiyeleri irrigasyon-aspirasyon yardımı ile temizlenir. Kesi yerinden viskoelastik madde verilerek kapsül kesesi doldurulduktan sonra göziçi lensi yerleştirilir ve ardından viskoelastik madde aspire edilir. Kesi yeri genellikle sutür konulmadan kendiliğinden kapanabilmektedir.

2.9 Akomodasyon

Akomodasyon, yüksek rezolüsyonlu foveanın üzerinde odaklanan bir görüntü elde etmek ve devamlılığını sağlamak için, gözün optik sisteminde yaşanan ve lens temelli olan refraktif değişimlerin tamamıdır. Fovea üzerinde odaklanan bir görüntü elde edilmesi ile sonuçlanan akomodasyon; duyusal, nörolojik, motor, anatomik, biyomekanik ve algısal komponentleri içinde barından kompleks bir olaylar dizisidir. Odaklanmamış bir obje görüntüsünün retina tarafından algılanması, silyer cisime nöromotor bir uyarının gitmesi ile lensin morfolojisinin ve gözün refraktif gücünün değişmesine neden olur. Bu değişim optik kalitenin artması ve retinal görüntünün netleşmesini sağlar.

Akomodasyon olayı için afferent yol; optik sinir, optik traktus, korpus geniculatum laterale, optik radyasyonlar ve oksipital kortekstir. Efferent yol ise optikomezansefalik yol, bilateral Eddinger-Westphall çekirdekleri, okülomotor sinir içindeki parasempatik lifler, siliyer gangliyon, kısa silyer sinirler ve silyer cisimdeki silyer kaslardır.

Akomodasyon refleksine yol açan optik uyaranın doğası yıllardan beri tartışılan bir konudur. Kabul gören en genel ve güncel yaklaşım; akomodasyonun, retina uzerine düşen görüntü kontrastının en yüksek ve en iyi seviyelere gelmesini sağlayan bir feedback sistemi olduğu şeklindedir. Kontrast, akomodasyonun hem yetersiz olduğu hem de fazla olduğu durumlarda azalır. Akomodasyon hadisesinin gelişmesi için bulanık retinal görüntüden gelecek feedback gereklidir. Ancak son yıllarda yapılan çalışmalar retinada görüntü bulanıklığı olmasa da akomodasyonun gerçekleşebileceği yönündedir. Bunların dışında kromatik aberasyonun akomodasyonu uyarmada rolü olduğu görüşü de vardır. Retinal görüntünün uzun-orta-kısa dalga boyuna sahip komponentlerinin kontrast düzeyleri birbirinden farklıdır. Örneğin; kırmızı, yeşil ve mavi renklerin kontrast düzeyleri sırasıyla giderek azalmaktadır.

Göz maksimum akomodasyon yapmış durumunda iken, retina üzerine görüntüsü düşen uzaydaki nokta "*gözün yakın noktası"* olarak tanımlanır. Gözün dinlenme durumundan maksimum akomodasyon durumuna geçerken yaptığı akomodasyon miktarı akomodasyon amplitüdünü tanımlar. Akomodasyon amplitidü gözün, uzak noktaya odaklanmış konumdayken, yakın noktaya odaklanmış konuma geçerken yaptığı akomodasyon miktarı olarak da tanımlanabilir. Gözün uzak noktası ile yakın noktası arasındaki mesafe akomodasyon menzilidir.

Tablo2.1: Belirtilen akomodasyon amplitüdüne karşılık gelen yakın nokta [52]

Yaş(yıl)	Akomodasyon Amplitüdü (D)	Emetroplar için Yakın Nokta (cm)
10	14.0	7.00
15	12.0	8.3
20	10.0	10.0
25	8.5	11.7
30	7.0	14.2
35	5.5	18.2
40	4.5	22.2
45	3.5	28.5
50	2.5	40.0
55	1.75	57.0
60	1.00	100.0
65	0.50	200.0
70	0.25	400.0
75	0.00	∞

Tabloda belirtilen akomodasyon amplitüdlerine karşılık gelen yakın nokta mesafeleri gözün refraktif durumu ile ilişkilidir. Yani emetrop, hipermetrop veya miyop gözlerin akomodasyon amplitüdü aynı olsa da yakın noktaları farklıdır.[52 53]

Scheiner; göze yaklaştırılan bir objenin çift görülmeye başlandığı ilk noktayı akomodasyonun yakın noktası olarak tanımlamış, bu yolla akomodasyonu ölçme yoluna gitmiştir. Akomodasyon miktarı obje gözün yakın noktasında iken maksimumdur. Çocukluk çağından itibaren, 75 yaşına kadar akomodasyon amplitüdünde progresif bir azalma yaşanır. Akomodasyon amplitüdü azaldıkça gözün yakın noktası uzaklaşır.[53]

Akomodasyon Amplitüdü Ölçüm Metodları

Akomodasyonu ve psödoakomodasyonu birbirinden ayırmak icin objektif veya subjektif yöntemler kullanılarak akomodasyon amplitüdü ölçülebilir. Objektif ölçümler; refraktometre, otorefraktometre veya videorefraktometre gibi bir cihaz

gerektirir, gözün optik gücü ve refraktif durumu ölçülür. Göze doğru bir cisim yavaşca yaklaştırılırken akomodasyon yapan gözün optik gücündeki değişim ve miyopiye kayan refraktif durumu cihaz tarafından objektif olarak ölçülür. Presbiyop bir hastada, gözün akomodasyon yeteneği olmayacağından, bu ölçüm yapıldığında cihaz gözün optik gücünde veya refraktif durumunda herhangi bir değişim kaydetmez. Optix Power Refractor cihazı ile akomodasyon miktarı (videorefraktometre yöntemiyle) 5 m uzağa ve 35 cm yakına fikse olan gözün refraksiyon ve pupilla çapının ölçülmesi yoluyla dinamik olarak belirlenir.[54]

Akomodasyonun subjektif olarak değerlendirilmesi icin uzak refraktif düzeltme yapıldıktan sonra göze yaklaştırılan bir obje ya da yazının bulanık görüldüğü mesafenin değerlendirilmesi ile gerçekleştirilir. Akomodatif amplitüd ölçümünde en yaygın kullanılan metod olan bu yöntem "*Push up test*" olarak adlandırılır ve hasta gözüne yaklaştırılan yazının bulanıklığını subjektif olarak yorumlar. Ancak bu testle gözün optik gücü değerlendirilemediğinden akomodasyon ile psödoakomodasyon ayırımı yapılamaz.

Defocusing yöntemi; hasta uzağa bakarken (5 m), Snellen eşeli kullanılarak yapılan uzak tashihin uzerine 0,5 D aralıklarla miyop camlar eklenerek, görme keskinliği 0,4 seviyesine düşürülür. Görme keskinliğini 0,4 seviyesine düşüren eksi cam ile hastanın uzak tashih icin taktığı düzeltme arasındaki fark akomodasyon amplitudunu verir.

Çeşitli görüntüleme yöntemleri ile silyer kasın kasılmasıyla birlikte meydana gelen değişiklikler belirlenip akomodasyon saptanabilir. Ultrason biyomikroskobu, parsiyel koherans interferometre, yüksek rezolüsyonlu MRG (manyetik rezonans görüntüleme), Scheimpflug fotoğrafları ve OCT (optik koherans tomografi) akomodasyon ölçümünde kullanılabilir.[54]

2.10 Presbiyopi

Yunanca "*yaşlı göz*" anlamına gelen presbiyopi, yaşlanmayla birlikte gözün akomodasyon yeteneğini kaybetmesi sonucunda oluşur. Presbiyopi dünyada en sık görülen göz problemidir.[55]

Akomodasyon amplitüdünün yaşla birlikte azalması, hastanın rahat okuyabildiği yakın mesafeyi etkilediği zaman presbiyopi varlığından bahsedilir. Emetrop olan bir birey 45 yaşına geldiğinde akomodasyon amplitüdünün 3.5 diyoptri olduğu durumda presbiyopinin başladığı kabul edilir. Bu kişinin akomodasyon yakın noktası 28.5 cm'dir. Bu kişi 55 yaşına geldiğinde akomodasyon amplitüdü 1.75 diyoptriye düşecek, yakın nokta ise 57 cm olacak, 75 yaşına geldiğinde akomodasyon amplitüdü sıfır diyoptri, yakın noktası ise sonsuz olacaktır.

Presbiyopiye yol açan faktörler fiziksel ve fizyolojik olarak iki grupta sınıflandırılabilir. Fiziksel faktörlerin temelinde, lens kapsülünün elastisitesinde ve nukleusun plastisitesinde azalma ile sonuçlanan kristalin lensteki skleroz ve sertleşme vardır. Silyer kasların inervasyonu ve kasılma yeteneğinin azalması presbiyopiye yol açan fizyolojik faktorlerdir. Diğer yandan siliyer cisimde yaşanan sklerozun da, siliyer kasın fonksiyonlarını bozduğu ve lensin şekil değiştirmesi icin koşulların oluşturulamadığı söylenmektedir. Presbiyopinin patofizyolojisinde fiziksel faktorlerin ön planda olduğu kabul edilirse, kristalin lensin insanın biyolojik saati olduğu söylenebilir.

Kırklı yaşların ortalarında başlayan silyer kas fonksiyonundaki azalma, 50-55 yaşında tamamlanır. Siliyer kas kitlesinde yaşlanmayla birlikte azalma olduğu MRG ile belirlenmiş, iridektomize maymunlarda siliyer kas hareketliliğinin azaldığı goniovideoskopi ile izlenmiş, siliyer kas liflerinin yerini bağ dokusunun aldığı histolojik olarak gösterilmiştir.[56]

Yaş ile birlikte insan gözünde lensin ön ve arka yüzünün kurvatürü artar, lens kalınlaşır, ön-arka çapı artar ve lens ön yüzü korneaya yaklaşır. Bu tanımlanan durumlar akomodasyon esnasında lenste yaşanan değişikliklerle benzerlik gösterir, ancak lens akomodasyon yapmamakta ve sabit bir şekilde durmaktadır, bu olaya "*lens paradoksu*" denir. Lens fibriller yapısındaki yıkım ve bozulma nedeniyle lensin refraktif gücünde düşüş yaşanmaktadır. Siliyer cisim ve lens ekvatoru arasındaki boşluk akomodasyon ile yakından ilişkilidir. Bu boşluk arttıkça akomodasyon

amplitüdü de doğru orantılı olarak artar. Kristalin lens kurvatüründeki dikleşme akomodasyonu sağlar.[56 57]

Presbiyopi; yeterli ve net bir yakın görüş için gerekli akomodasyon genliğinin, kırklı yaşların başından itibaren yetersiz hale gelmesi ve bu yaşları takip eden 20-30 yılda giderek daha da azalması anlamına gelmektedir. Presbiyopinin fizyopatolojik mekanizması tam olarak anlaşılamamış olmasına rağmen, ileri sürülmüş ve tartışılan 3-4 teori vardır. Bununla birlikte bu teorilere dayanan ceşitli tedavi yöntemleri de aynı nedenlerle tartışılır durumdadır.[58]

Ortaya atılmış 4 akomodasyon teorisini şu şekilde özetleyebiliriz:

1. Kapsüler teori / Helmholtz, Fincham, Fisher
2. Vitreus desteği teorisi / Tscherning, Cramer, Pflugk
3. Zonüler teori / Schachar, Rohen
4. Suspensiyon teorisi / Coleman, Fish

1. Kapsüler (Helmholtz) teori: Bu teoriye göre, akomodasyon yapılmadığı dönemlerde zonüller lens kurvatürlerinin düz ve sığ kalmasını sağlar. Silyer kasların kasılarak aksiyel planda öne doğru hareket etmesi zonüllerin gevşemesine, lensin elastik kapsülünün gerginliğinin azalmasına ve lensin daha yuvarlak bir şekil almasına neden olmaktadır. Akomodasyon sonucu lensin ekvator sınırı skleradan uzaklaşmakta, lens kalınlığı artmaktadır. Bu teoriye göre presbiyopi, lentiküler elastisitenin kaybıdır.[59]

2. Tscherning teorisi: Helmholtz' un aksine akomodasyon esnasında zonüllerin gerildiğini, bunun da lensin santral bölgesinin dikleşmesi ve perifer yüzeyinin düzleşmesi ile sonuçlandığını söylemiştir. Ancak günümüzde Helmholtz Teorisi kabul görmektedir.

3. Schachar teori: Siliyer kasların kasılmasının zonüllerdeki gerginliği arttırdığı, bunun da lensin öne doğru hareketi ve lens ön yüzünün kurvatüründe artışa neden olduğunu savunmaktadır. Bu teoriye göre presbiyopi, yaşa bağlı olarak lens

boyutlarındaki büyümenin, lens ekvatoru ile siliyer kaslar arasındaki boşluğun azalmasına yol açması ile gerçekleşir.

4. Coleman teorisi: Lensin ve zonüllerin hümor aköz ve vitreus arasında bir diyafram gibi durduğunu belirtmiş ve bu diyaframın iki tarafındaki basınç değişikliklerinin akomodasyonda rol aldığını iddia etmişlerdir. Vitreus basıncının akomodasyona destek olduğu belirtilmiştir, fakik gözlerde vitrektomi sonrası akomodasyon amplitüdünün düşmesi bu düşünceyi desteklemektedir.[57 59 60]

Presbiyopinin cerrahi yöntemlerle düzeltilmesinde ise, ortaya konmuş birçok yöntem vardır.

Presbiyopinin cerrahisinde kullanılan bazı yöntemler[61]

A. İntraoküler Girişimler

1. Lens Esktraksiyonu /Akomodatif GİL
2. Lens Ekstraksiyonu /Multfokal GİL
3. Fakik Multifokal GİL

B. Skleral Cerrahi

4. Anterior Siliyer Skleretomi
5. Skleral Ekspansiyon Bantları

C. Korneal Girişimler

6. İntrakorneal İnlay
7. Multifokal LASIK
8. Monovizyon LASIK

2.11 Korneal Topografi

Konvansiyonel keratometriler korneanın santral 3 mm'lik apikal kısmının eğriliğini ölçer. Ancak bu ölçümler korneanın tüm yüzeyini temsil etmez. Çünkü kornea eğriliği apeksten limbusa doğru gittikçe düzleşir.

Korneanın topografik haritasını çıkarmak için kullanılan yöntemler; genellikle iç içe geçmiş aydınlatılmış halkalardan oluşan Placido diski benzeri dairesel mirlere veya korneanın farklı ve merkez dışındaki alanlarına yönlendirilmiş standart bir

keratometreye dayanır. Farklı boyutlardaki bir seri mirlerin, aynı düzlemde ve iç içe geçmiş ışıklı halkalar olduğu farzedilir. Böylece merkezi halka keratometrenin merkezindeki standart mir gibi işlev görür ve korneanın merkezi 3 mm'lik alanı için, bir hedef yerine de geçer. Daha sonraki halka da, merkezi çevreleyen bölgeye karşılık gelen alan olarak kabul edilebilir ve bu alanın eğriliğini gösteren halka şeklinde bir yansıma oluşturur.

"*Fotografik keratoskopi*" olarak adlandırılan ve bir seri ışıklandırılmış halkanın bir kamera önüne yerleştirilmesiyle, yansıyan halka görüntülerinin niceliksel olarak da incelenebiliceği yöntemler de bulunmaktadır. Son yıllarda bilgisayarlı videokeratoskopların kullanımı hızlı bir şekilde artmıştır. Bu cihazlar kornea kurvatürünün değerlendirilmesinde kornea tarafından yansıtılan bir seri hedefin görüntülerinin boyutunun ölçümü ile birçok halkanın görüntü analizini yaparak, kornea yüzeyinin renkle kodlandırılmış diyoptrik haritalarını oluşturabilir.[62 63]

2.12 Keratometri ve Astigmatizma

Keratometri korneanın kırıcılık gücünü yaklaşık olarak hesaplar. En yaygın kullanılanı manuel "*Javal-Schiotz Keratometresi*" dir. Kornea merkezinde 3 mm'lik alanın eğrilik yarıçapını ölçerek işlemi gerçekleştirir. Ölçümde korneanın dış bükey bir ayna olduğu kabul edilir ve bu aynanın eğrilik yarıçapını korneanın kırma gücüne çevirerek matematiksel tahmin yapılır.[64]

Temelde keratometre, kırıcılığı direkt ölçmez; yansıtma gücünü ölçer ve bundan kırıcılık hesaplanır. Hedefin gerçek görüntüsü dış bükey yapısından dolayı korneanın arkasında oluşur. Oluşan görüntünün boyutları korneanın ön yüz kurvatür çapına bağlıdır. Kornea çapı yansıttığı görüntünün boyu ile doğru orantılı, cismin büyüklüğü ile ters orantılıdır. Kornea ön kurvatürü dik ise (küçük yarı çaplı) görüntü küçük, düze yakın ise (geniş yarı çaplı) görüntü büyük olacaktır.[65]

Görüntü boyutunu ölçmek için iki prizma taban tabana zıt yerleştirir ve bunları pupillayı ayıracak pozisyonda tutarsak, gözlemci görüntüyü birbirinden sabit uzaklıkta ayrılmış iki parça halinde görecektir. Böylelikle ölçüm esnasındaki göz hareketleri ile

görüntü boyutu değişmez, buna"*çiftleme ilkesi*" adı verilir. Kırmızı ve yeşil şekillerin birbirine temas ettiği noktada alınan sonuçlar dioptriye ve milimetre cinsinden kurvatür çaplarına dönüştürülür. Fakat manuel keratometrelerde ölçüm yapan kişinin refraksiyonu hata kaynağı oluştururken, otomatik keratometreler daha bağımsız, hızlı ve doğru sonuçlar vermektedir.[64 66]

Pratikte karatometreler; bilinen bir cismin boyutunu elde etmek için görüntü boyutunu değiştirir (Von Helmholtz Keratometri) ya da bilinen bir görüntü boyutunu elde etmek için cismin boyutunu değiştirir (Javal Keratometri). Son aşama olarak kornea eğrilik yarıçapının, diyoptri olarak kornea kırıcılık gücü tahminine cevrilmesidir. Helmholtz insan santral korneası optiğinin, sferosilindirik lenslerin optiğine benzediğini ileri sürmüştür.[67]

Gözün optik sistemindeki tüm meridyenlerin eğriliklerinin (kırıcılıklarının) aynı olmaması astigmatizmaya neden olur. Küresel optik sistemlerde meridyenlerin eğriliğinin aynı olması sonucu, noktanın görüntüsü nokta şeklindedir. Silindirik optik sistemlerde eğrilik ve buna bağlı kırıcılık, bütün meridyenlerde aynı değildir. Birbirine 90° açı yapan iki ayrı kırıcı yüzey vardır. Bu tür sistemlerde bir noktanın görüntüsü, iki ayrı planda, birbirine 90° açı yapan iki çizgi şeklinde oluşur. Bu tip astigmatizmaya düzenli astigmatizma denir. Kırıcı yüzeyi düzensiz optik sistemlerde görüntü herhangi bir şekle benzemez. Bunlar düzensiz astigmatizmalardır.

Düzenli Astigmatizma

Sonsuzdan paralel gelen ışın demeti astigmatizmada tek bir noktada değil, sturm konoidi formunda bir odak oluşturur. Astigmatizmada en önemli rolü kornea ön yüzü oynar. Lense bağlı astigmatizma; dislokasyonlar, subluksasyonlar ve nükleer kataraktlarda görülür ve bunlara lentiküler astigmatizma denir. Lentiküler astigmatizma lensin kurvatürlerindeki eşitsizlikten ziyade, lensin eğik durması neticesinde ışınların lense oblik gelmesi sonucu oluşur. Normalde kornea yatay meridyeninin eğrilik yarıçapının (7,8 mm), dikeye (7,7 mm) göre daha fazla olması nedeniyle dikey meridyenin kırıcılığının (42,50 D) yataya (42,00 D) göre daha fazla

olmasına yol açar. Fizyolojik astigmatizma adı verilen bu durum, kornea arka yüzü ve lens tarafından sıfıra indirilir.

Süt çocuklarında genellikle kurala aykırı astigmatizma mevcutken, yaş ilerledikçe bu durum kurala uygun astigmatizma haline gelir. Yaşın ilerlemesiyle korneal astigmatizma azalırken, lentiküler astigmatizma artar. Buna bağlı olarak da gençlerde kurala uygun astigmatizma varken, erişkin yaşta kurala aykırı ve oblik astigmatizma artar.

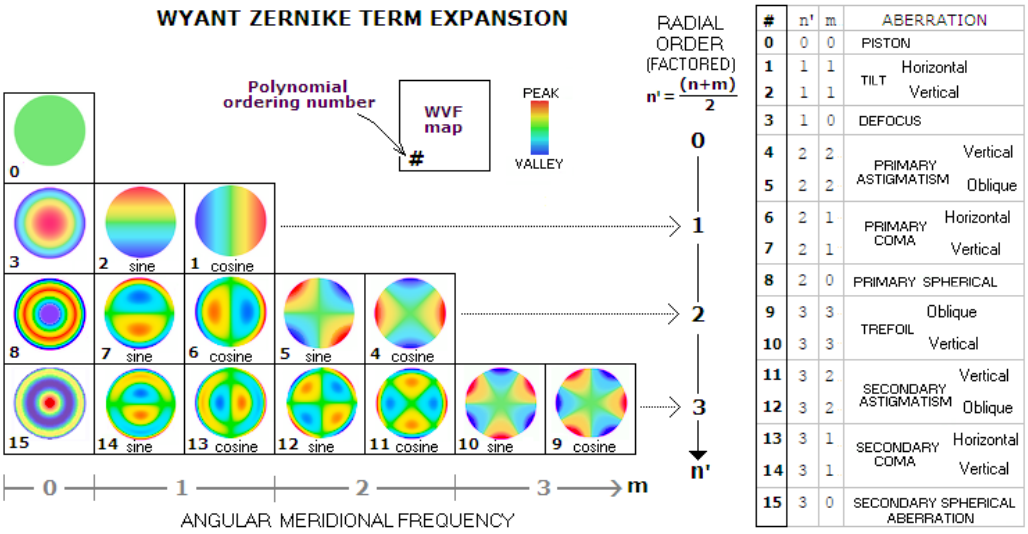
Kurala uygun astigmatizmada, dikey meridyenin kırıcılık değeri yatayınkine göre daha fazladır. Kurala aykırı astigmatizmada ise tam tersi olarak yatayın kırıcılığı dikeye göre daha fazladır. Her ikisinin de basit, bileşik ve karışık olmak üzere üç değişik tipi vardır. Görüntü çizgilerinin birisi retinanın üstünde, diğeri önünde ise basit miyop astigmatizma; çizgilerin birisi retinanın üstünde diğeri arkada ise basit hipermetrop astigmatizma denir. Bileşik miyop astigmatizmada çizgilerin ikisi de retina önünde; bileşik hipermetrop astigmatizmada ise çizgilerin ikisi de retina arkasındadır. Mikst astigmatizmada çizgilerin birisi retina önünde, diğeri arkasındadır.

Silindirikleşmiş kornea yüzeyi, silindir eksenine 90° dik yerleştirilecek silindirik mercekle küreselleştirilir. Böylece iki ayrı görüntü birleştirilir, iki ayrı plandaki çizgi yerine, nokta şeklini alır. Basit astigmatizmada, öndeki veya arkadaki çizgi silindirik mercekle retinadaki diğer çizginin üstüne getirilir. Bileşik astigmatizmada her iki çizgi retina önünde veya arkasında olduğundan, ilk önce, ön ve arkadaki çizgiler silindirik mercekle aynı plana getirilir. Daha sonra noktasallaşmış ancak bulanık olan görüntü miyop veya hipermetrop gibi küresel (kalın veya ince kenarlı) mercekle, retina üstüne getirilir.

Düzensiz Astigmatizma

Pupiller alana denk gelen optik sistemin her noktasında, astigmatizmanın temel meridyenlerinin yönü veya astigmatizmanın gücü değişir. Temel meridyenler her noktada birbirinden 90 ˚uzaklıkta olsalar da, retinoskopi ya da keratometri ile korneal

meridyenlerin bir bütün olarak birbirlerine dik olmadıkları saptanır. Düzensiz astigmatizma tüm gözlerde bir miktar saptanır fakat klinik olarak saptanmaları, korneal topografi ve wavefront aberometre gibi cihazlarla mümkündür. Kornea ve lensteki bu yüksek düzeyli aberasyonlar "*Zernike Polinomları*" denilen matematiksel şekiller ile karakterize edilmektedir. Zernike polinomları asferik aberasyon, koma ve yonca gibi şekilleri içermektedir. Kornea ön yüzünde dejeneresans, nefelyon vb. gibi düzensizlikler sonucu düzensiz astigmatizma oluşur. Görüntüde patolojinin ciddiyetiyle orantılı olarak şekil değişikliği vardır. Hastalar görmelerinin azalmasından yakınırlar. Sert kontakt lensler kornea yüzeyinin düzensizliğini azaltarak, bir ölçüde görüntünün düzelmesini sağlar.[68]



#	n'	m	ABERRATION
0	0	0	PISTON
1	1	1	TILT Horizontal
2	1	1	TILT Vertical
3	1	0	DEFOCUS
4	2	2	PRIMARY ASTIGMATISM Vertical
5	2	2	PRIMARY ASTIGMATISM Oblique
6	2	1	PRIMARY COMA Horizontal
7	2	1	PRIMARY COMA Vertical
8	2	0	PRIMARY SPHERICAL
9	3	3	TREFOIL Oblique
10	3	3	TREFOIL Vertical
11	3	2	SECONDARY ASTIGMATISM Vertical
12	3	2	SECONDARY ASTIGMATISM Oblique
13	3	1	SECONDARY COMA Horizontal
14	3	1	SECONDARY COMA Vertical
15	3	0	SECONDARY SPHERICAL ABERRATION

Şekil 2.5: Zernike Polinomları

2.13 Kontrast Duyarlılık

Genel Bilgiler

Kontrast; görünen iki bölge arasındaki aydınlanma farkıdır. Eğer bir görme uyaranının şiddeti uzayda sabit veya zamanla değişiyorsa, bu uyaranın maksimum ve minimum şiddetini belirlemek mümkündür. Bu şiddetler arasındaki oran ise kontrast olarak bilinmektedir ve aşağıdaki formülle hesaplanabilir.

$$\text{Kontrast} = \frac{I_{max} - I_{min}}{I_{max} + I_{min}}$$

Kontrastın bu ölçümü sıklıkla "*modülasyon*" adını da almaktadır. Kontrastın en büyük değeri L min=0 olduğu zamandır, yani 1'e eşittir.[69 70]

Kontrast, zamansal ve uzaysal olmak üzere 2 çeşittir. Oftalmolojide uzayda sabit veya zaman içerisinde tekrarlayan uyaranları kullanmak sıklıkla tercih edilmektedir. Bunun basit bir örneği tekrarlayan parlak ışıklardır. Eğer kişi bu şekilde değişen homojen bir bölgeye bakarsa titreşim olarak görünür ve böylece elde edilen, temporal aydınlanma kontrastıdır. Buna karşın değişen aydınlanmada "*grating*" de denilen bir seri çizgi halinde tekrarlayan bir patern görülürse, o zaman bu patern uzaysal aydınlanma kontrastı adını almaktadır. Yani, temporal aydınlanma kontrastı, belli bir zaman içerisinde ortaya çıkan görme sahaları arasındaki aydınlanma farkının ayırt edilmesi iken; uzaysal aydınlanma kontrastı, uzayda birbirine bitişik bulunan iki bölge arasında aydınlanma farkıdır.[71]

Bir görme uyaranının varlığının saptanması retina üzerinde oluşturduğu görüntünün büyüklüğüne bağlı olup, bu büyüklük açı-dakika olarak ifade

edilmektedir. Bunun için kabul edilen eşik değer ise "*1 açı-dakika*" olarak ifade edilmektedir ve bir retina reseptörünün çapından daha küçüktür.[72]

Görme açı derecesi başına düşen birbiri ardınca gelen çizgilerin sayısı ise "*frekans (grating siklusu*)" adını almaktadır ve "*cycles per degree (cpd)*" olarak ifade edilmektedir.[73]

Kontrast eşik; verilen bir hedef büyüklüğünün doğru olarak ayırt edilebildiği en küçük kontrast değeridir.[42]

Kontrast duyarlılık; iki görünür bölge arasındaki aydınlanma farkını ayırt etme gücü olup, kontrast eşiğin tersi olarak ifade edilmektedir. Yani bir objeyi tanımak veya saptamak için gerekli kontrast miktarının ölçümüdür.[71 72]

Kontrast duyarlılığın uzaysal frekansın fonksiyonu olarak eğri şeklinde çizdirilmesi, kontrast duyarlılık fonksiyonu (CSF) veya modülasyon transfer fonksiyonu (MTF) adını almaktadır.[42]

Anatomi ve Fizyoloji

Kontrast duyarlılık fonksiyonu ölçümü, farklı kontrast düzeylerine sahip büyük, orta ve küçük objelere karşı hastanın görme hassasiyetini saptamaktadır.[69] 1965 yılında Campbell ve Green tarafından ortaya atılan bu test, insanın görme sisteminin önemli bir ölçütüdür.[74]

Kontrast duyarlılık testlerinde sinuzoidal gratinglerin kullanılır ve bu tesadüfi değildir. Çünkü bu tür örneklerle görme sistemi yan etkilerden arındırılmış olarak uyarılır. Bu şekillerde, sinuzoidal bir dalga olarak ifade edilen, birim uzaklıktaki aydınlık değişimi bir uyum içindedir. Sinuzoidal örnekler keskin kenarlı şekiller olmadığından, kenar veya köşe yapısına bağlı ani kontrast değişiklikleri yoktur ve bu yapıların görme sistemini etkilemesi önlenmiş olmaktadır. Görme yollarının ilk nöronu olan ganglion hücrelerinin ve daha yüksek nöronların alıcı bölgelerinde

bulunan grating şeklindeki uyaranlara nasıl cevap verdikleri hep merak konusu olmuştur.

Campbell tarafından 1966 yılında yapılan kedi gözleri üzerindeki çalışmalar bu konuya ışık tutmuştur. Ganglion hücreleri anatomik olarak X ve Y olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Hareketsiz duran siyah ve beyaz şeritler retinaya düşürüldüğü zaman verdikleri cevaba göre de fonkisyonel olarak "*on center*" ve "*off center*" olarak 2 hücre grubuna ayrılmaktadır. *On center*; hücre merkezinde ışık ile uyarılırken, alıcı bölgesinin etrafındaki ışık ile inhibe olur. *Off center* ise, hücre merkezinde karanlık ile uyarılır ve etrafında karanlık ile inhibe olur. Bu hücreler bu özelliklerinden dolayı diffüz ışıktan ziyade uzaysal kontrasta daha fazla hassastırlar. Bu kontrast duyarlılık, dış ve iç pleksiform tabakadaki horizontal hücrelerin antagonist etkileşimleri ile olmaktadır. Horizontal hücre dendritleri fotoreseptörler arası inhibitör uyaranlar taşımaktadır. Eğer retinaya düşen ışık bir fotoreseptörü hiperpolarize edip uyarırsa, horizontal hücre komşu fotoreseptörleri depolarize ederek antogonize etmektedir. Aynı horizontal hücrenin ayrı dendritik sistemleri aracılığı ile; çomaklar çomaklarla ve koniler konilerle etkileşirler. Fotoreseptörler arasında bu agonist-antagonist şeklindeki etkileşimler uzaysal kontrastı arttırır ve bipolar hücrelerin çalışma marjlarını optimize eder. Retinanın birbirine paralel her bir retina bölgesinden uyarı alan en az 2 sistem *on* ve *off center* ganglion hücreleri vardır:

Birinci sistem, Y hücrelerine karşılık gelir ve güçlü hücre inputları sonucunda devamlı bir uyarana fazik cevap verir. İletimleri hızlıdır, büyük ve geniş aksonlu hücrelerdir. En fazla retina periferinde bulunurlar. Lateral genikulat cismin magnoselüler tabakasından korteksin 16. sahasına ulaşırlar. Temporal kontrastı analiz ederler. Ancak düşük uzaysal frekanslı kontrast algılanmasında da rol oynarlar.

İkinci sistem, X hücrelerine karşılık gelir ve zayıf amakrin hücre inputundan dolayı devamlı bir uyarana tonik cevap verir. İletimleri yavaştır, küçük ve ince aksonlu hücrelerdir. En fazla retina merkezinde bulunurlar. Lateral genikulat cismin parvoselüler tabakasından, korteksin 17. sahasına ulaşırlar. Başlıca yüksek uzaysal

frekansı analiz ederler. Merkez-perifer fenomeni, bipolar hücre seviyesinde de mevcuttur.[42 74-77]

Kontrast Duyarlılık Fonksiyonu

Kontrastın görme üzerindeki etkisi grating uzaysal frekansın bir fonksiyonu olarak kontrast eşiğin saptanması ile keşfedilmiştir. Uzaysal analiz için altta yatan nörofizyolojik temel ne olursa olsun, sinuzoidal gratinglerin kullanımı insanda görsel mekanizmalar üzerinde önemli bir ışık olmuştur. Genellikle kontrast eşik ile ters orantılı olan kontrast duyarlılık, çeşitli uzaysal frekanslara karşı grafik şeklinde gösterilirse uzaysal frekanslı kontrast duyarlılık fonksiyonu (CSF) elde edilir. Sıklıkla uzaysal modülasyon transfer fonksiyonu (MTF) da denir.[42]

Klinik pratikte kontrast duyarlılık testleri sıklıkla 3 ila 5 farklı frekansta cpd veya obje büyüklüğünde, 3-8 farklı kontrast düzeyinde yapılarak CSF elde edilmektedir. Ortaya çıkan eğrinin genel veya spesifik bölgelerinde normalden sapma, kontrast duyarlılıkta azalmayı göstermektedir. Tipik kontrast duyarlılık eğrisinde, insan görme sisteminin kontrastlara maksimum hassasiyeti, 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 herhangi bir sebeple gelişen kontrast duyarlılıktaki bir azalmada, bireyin Snellen testindeki küçük, yüksek kontrastlı objeleri algılayabileceğini; buna karşın azalmış kontrasttaki büyük objeleri saptayamayacağı söylenebilir. 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. MTF'de bu nokta 10/10 görme keskinliğine karşılık gelmektedir.[42 69]

Kontrast duyarlılık gözdeki birçok fizyolojik ve patolojik durumdan etkilenmektedir. Pupilla çapı, görme keskinliğini olduğu gibi kontrast duyarlılığı da etkilemektedir. Miyotik
pupillada difraksiyon kontrast duyarlılığı azaltırken, dilate pupilla optik aberasyonlar neticesinde kontrast fonksiyonunu etkilemektedir. Ayrıca korneada ödem ve distorsiyona sebep olan patolojiler, lens opasiteleri kontrastta düşmeye yol açmaktadır.

Retinitis pigmentosa ve santral seröz koryoretinopati gibi retina patolojileri kontrast duyarlılığı daha çok bozarken, maküla dejenerasyonları daha az bozmaktadır. Ayrıca glokom, retrobulber optik nörit ve ambliyopi de kontrast duyarlılığı bozan patolojilerdir.[78]

Azalmış kontrast seviyelerinde ortaya çıkan belirgin görme düşüklüğü, yüksek kontrastlı görme keskinliği testlerinde gözden kaçabilmektedir.[74-77 79]

Bu yüzden, gözün gerçek hayattaki görme performansını tahmin etmek için düşük ışık ve düşük kontrast koşulları oluşturulmalıdır.[79-81] Standart bir işlem olarak yüksek kontrastlı görme keskinliği ölçümlerinin temeli, boyutları logaritmik olarak standardize edilen optotiplerin ayırt edilmesine dayanmaktadır.[82-84]

Kontrast Duyarlılık Testinin Tarihçesi

Kontrast duyarlılık testi ilk olarak RCA mühendisleri tarafından 1950'li yılların ortasında yapılmıştır. Bu araştırmaların amacı, televizyon ekranlarını daha iyi nasıl dizayn edebileceklerini saptamaktı. Bu amaçla da kişisel kontrast duyarlılığı ölçmüşlerdir. Araştırmacılar, kontrast duyarlılık eğrisinin, standart görme keskinliği testine göre daha fazla bilgi verdiğini bulmuşlardır.

1960'larda Campbell ve arkadaşları kontrast duyarlılık üzerinde yoğun bir şekilde araştırma yapmışlardır. İnsanların günlük yaşamlarında objeleri algılamasında daha anlamlı bir ölçüm olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca, kontrast duyarlılığın klinik görsel problemleri saptamada, görme keskinliği testine göre daha iyi ölçmeye yarayacağını bildirmişlerdir.[85]

Nörolog Ivan Bodis Wollner, 1972'de yaptığı bir çalışmada, kontrast duyarlılık testinin, görme keskinliği testinin ölçemediği bir şekilde görmeyi ölçtüğünü bildirilmiştir. Serebral lezyonu olan pek çok hastasının, görme keskinlikleri iyi olmasına rağmen görmelerinden yakınma şikayetlerinin olması nedeniyle bu sonuca varmıştır. Wollner'ın verileri kontrast duyarlılığın görme şikayetlerini doğru bir şekilde ölçüp, dökümante edebileceğini göstermiştir.[86]

1977'de Arden ticari olarak ilk üretilen ilk kontrast duyarlılık testini tanıtmıştır. Arden ve arkadaşları taşınabilir kontrast duyarlılık testinin, glokom, katarakt, optik nörit, ambliyopi ve daha başka hastalıkların tanı ve değerlendirmesindeki yararını bildiren pek çok yayın yapmışlardır.[87]

2.14 Kontrast Duyarlılık Ölçüm Metodları

Pratikte en sık olarak kullanılan testler sinuzoidal grating örneklerinin televizyon ekranında bilgisayar veya katot ışınlı tüp ekranda üretilir.[69 74] Sinuzoidal örnekler içeren uzak ve yakın kontrast duyarlılık kartları da bir başka alternatif olarak kullanılır.[42] Osiloskop ekranının kullanılması taşınabilme zorluğu ve maliyet fazlalığı sebebiyle kullanımı fazla pratik değildir. Ayrıca bu testler kalibrasyon gerektirmektedir.

1. **CSV 1000 Kontrast duyarlılık testi** (Vector Vision): Değişik uzaysal frekanslarda (3, 6, 8, 12 cpd) uzaysal dalga grating'lerini sunar. 2,5 metreden, 85 cd / m2 luminansta uygulanır.[88]

2. **Visitech VCTS 6000 kartı:** 9 yuvarlak içeren 5 sıradan oluşan bir paneldir. Yuvarlakların her biri bir sinuzoidal dalga grating'ine karşılık gelir. Uzaysal frekansları yukarıdan aşağıya artmaktadır. 1, 5, 3, 6, 12, 18 cpd frekanslar içerir. Her sıra boyunca kontrast ardışık olarak 0,12 log ünitesi azalmaktadır. Doğru olarak belirlenen en son örnek kontrast duyarlılık skorunu verir. Kart 45 cm mesafeden tutulmaktadır. Kart aydınlanması 480 lüx'tür ve her hastada lightmetre tarafından standardize edilmektedir.[81]

3. **Arden Kartı:** Sinuzoidal örnekler özel bir baskı yöntemiyle kağıt levha üzerine geçirilmiştir. Toplam 7 adet kağıt levha vardır ve ilk levha tarama içindir. Test mesafesi 50 cm'dir. 0,2, 0,4, 0,8, 1,6, 3,2 ve 6,4 cpd uzaysal frekansta örnekler vardır. Her sayfada frekans aynıdır ancak kontrast aşağıdan yukarıya doğru artmaktadır. Çubuklar ilk fark edildiği zaman görülebilen levha miktarların bağlı olarak her bir levha için 1-20 arası skorlar verilmiştir. Tüm skorların

toplamı kontrast duyarlılığı sayısal olarak verir. Ortam aydınlanması 11-150 cd/m2 olmalıdır.[42]

4. **Stereo Optical Functional Acuity Kontrast Test** (Stereo Optical, Chicago, IL): Farklı uzaysal frekansların (1,5, 3, 6, 12, 18 cpd) sinuzoidal dalga gratinglerini içeren bir testtir. Kontrast değişimleri 0,15 log ünitedir. Uzak için 3 metre ve yakın için 40 cm'ye ayarlanır. 85, 5 ve 2,5 cd / m2 olarak 3 farklı luminans sağlanabilmektedir. 85 cd / m2 fotopik ve diğerleri mezopik şartlardır. Oda aydınlatması benzer seviyelerdedir. Kontrast duyarlılık önce fotopik şartlarda sonra mezopik şartlarda ölçülmektedir. Testten önce hastalar 5 dakika boyunca her seviyeye adapte olmaktadır.[88]

5. **Pelli-Robson:** 86×43 cm boyutlarında bir karttır. 16 harf üçlüsü içermektedir. Bir metre mesafeden bakıldığında bu harfler 1-2 cpd uzaysal frekansa karşılık gelmektedir. Üçlü içindeki her bir harf aynı kontrasta sahiptir. Her üçlüde bir kontrast 0,15 log ünite azalır. Her bir harf doğru okundukça 0,05 log ünite kredi verilir. Kart aydınlanması 100 cd/m2'dir.[82]

6. **Regan Kartı**: Snellen görme keskinliğinin basit ve genişletilmiş şekli olup, Snellen kartından düşük kontrastlı olmaları ile ayrılan test kartları veya slaytlar kullanılmaktadır. Beyaz kart üzerine basılmış, kontrastları, %93, %64, %31, %25, %11 olan 5 kartı kapsamaktadır. Test 3 metre mesafeden yapılmaktadır. Her bir harf için 0,0125 logÜ kredi verilir. Aydınlanma 100 cd/m2'dir.[83]

7. **Holladay Kontrast Duyarlılık Testi:** %100'den %6,25'e kadar beş ayrı kontrast seviyesi mevcuttur. Test 40 cm mesafeden, monooküler olarak, yakın görme için optimal düzeltme yapılarak uygulanır. Kontrast duyarlılık her kontrast seviyesi için, %100'den başlayarak, %50, %25, %12,5 ve %6,25 kontrast seviyelerinde ayrı ayrı ölçülür. Her kontrast kartı, boyutu logaritmik olarak küçülen 16 harf sırasından oluşur. Her sırada eşit okunaklılıkta 5 harf mevcuttur. Her kartta doğru olarak okunan harfler sayılır. Son kontrast duyarlılık skoru, her kontrast seviyesinde kontrast ve görme keskinliğini

karşılaştırabilmek için, logMAR olarak kaydedilir. Hasta bir sırada üç veya daha fazla hata yaptığında test sonlandırılır. Arka plan aydınlatma standart 80-90 cd/m2 olarak ayarlanmaktadır.[35]

Harf optotiplerini gratingler ile yer değiştirmek pratik hayatta mümkün değildir. Ancak optotipler oldukça bilinen sembollerdir. Harflerin birbirinden ayrımı 26 seçenekten oluşan oldukça güçlü bir psikofiziksel uyarandır. Eğer hastaya uniform bir bölge üzerindeki çizgileri ayırt etmesi istenirse, yani çizgiler dikey mi yoksa sağa veya sola mı bakıyor denirse bu daha az ayırt edici bir test olacaktır. Ancak bazı yazarlara göre görme sisteminde çeşitli uzaysal frekanslara hassas kanallar vardır ve bu kanallar statik grating sembollerine en hassastırlar. Grating testlerinin bir diğer avantajı, düşük uzaysal frekansların ayırt edilebilmesinin gözün kırıcı özelliklerinden etkilenmemesidir.[70 77]

2.15 Kamaşma (Glare)

Kamaşma, ayırt edici görmeyi bozacak olacak şekilde göze giren ışığın oluşturduğu duygudur. Gözün ön kısmından (kornea ve lensten) geçerek arkaya (vitreusa) ulaşan ışığın oluşturduğu görsel semptomdur.[84] Kamaşma değişimi ve kamaşma rahatsızlığı olarak 2 şekilde ifade edilir.

Kamaşma değişimi; görme alanı içerisinde odaklanılan noktadan başka bir yerde bulunan parlak ışık kaynağının göz içinde dağılarak, retinadaki imaj kontrastında bozulma ve azalma oluşturmasıdır.[79]

Kamaşma rahatsızlığı; ortam aydınlanlığının çok parlak olduğu bir ortama çıkıldığında karşılaşılan ve görme fonksiyonu üzerinde belirgin bir etki oluşturmayan ışık rahatsızlığı hissidir.[79]

Lensin yapısında yaşla birlikte ortaya çıkan kesiflikler nedeniye kamaşma değişimi artış göstermektedir. Ayrıca kornea ve lensten geçen ışığın vitreus jeli içerisindeki dağılımı da kamaşmada etkilidir.[84] Kamaşma değişimi; kornea opasiteleri, optik

nöropati, makülanın dejeneratif hastalıkları ve gece körlüğü gibi hastalıklarda da görülmektedir.[89]

Kamaşma değişimini ölçen testler arasında Brightness Acuity Tester (BAT), Berkeley kamaşma testi, Visitech MCT 8000, Miller Nadler kamaşma testi ve CSV 1000 testi sayılabilir.[82 90-92]

2.16 Katarakt Cerrahisinde Kullanılan Göziçi Lensler Hakkında Genel Bilgiler

Günümüzde optik özeliklerine göre göziçi lensleri; monofokal, multifokal (refraktif veya difraktif), akomodatif ve torik olmak üzere dört ana gruba ayırabiliriz. Torik komponent monofokal, multifokal ve akomodadif lenslere de uyarlanarak kullanılabilmektedir. Fiziksel ve kimyasal yapı özeliklerine gore; kromoforlu lensler ve sferik/asferik lensler olarak sınıflanabilir. Göz içinde implante edildikleri yere göre de; ön kamara lensleri ve iris kıskaçlı lensler olarak ayrılabilirler.[93]

A-Optik Özelliklerine Göre

1. Monofokal GİL
2. Multifokal GİL
   - Refraktif
   - Difraktif
3. Torik GİL
4. Akomodatif GİL
   - Tek optikli (öne kayarak akomodasyon yapan) lensler
   - Dual optikli akomodatif lensler
   - Optik şekil (kurvatür) değiştiren modeller
   - Kapsüler keseyi dolduran lensler
   - Refraktif indeksinde veya gücünde dinamik değişiklik olan
   - Işığa duyarlı lensler

B-Diğer Özelliklerine Göre

1. Kromoforlu GİL
2. Sferik/Asferik GİL
3. Ön kamara lensleri
4. İris kıskaçlı lensler

Monofokal GİL'ler

Günümüzde katarakt cerrahilerinde en sık kullanılan GİL türüdür. Markasına göre değişmekle birlikte ortalama 5-6 mm optik çap ve haptikler dahil ortalama 12-13 mm total uzunluğa sahip olan, tek veya üç parçalı modeller mevcuttur. Bikonveks veya balans haptik özellikleri taşıyan lensler gibi farklı tasarımlarda olabilirler.[93]

Multifokal GİL'ler

Multifokal lensler, monofokal lenslerden farklı olarak, yakın ve ara görüş özelliğine de sahip lenslerdir. Bu lensler tam bir akomodasyon yapmayıp sahip olduğu optik zonlarla yakın ve ara görüş sağlamaktadır. Multifokal GİL'ler, akomodasyondan bağımsız olarak birden fazla odak mesafesi sağlar. Bu, lensin optiğindeki iki veya daha çok ayrı odak noktası ile sağlanır. Birincil odak noktası uzak, ikincil odak noktası ise, 3.5-5.0 D (diyoptri) ilave güç sağlanarak, yakın için ayarlanır. Çok odaklılığı sağlamada farklı optik prensipleri olan iki temel model kullanılmıştır. Bu modeller refraktif ve difraktif olmak üzere iki farklı optik tasarıma sahiptir. Hasta odak noktasını bifokal gözlüklerde olduğu gibi istemli bir şekilde değiştirememektedir. Bir başka deyişle beyin, uzak ve yakın odaktan retinaya aynı anda düşen bu yeni görüntüleri işleyerek net hale getirmeyi yeniden öğrenmektedir.[93]

Refraktif Multifokal GİL'ler

Refraktif Multifokal GİL'lerde prensip, çok odağın sağlanabilmesi için optik yüzeyde bulunan refraktif zonla, gelen ışığı bölünerek farklı odak noktalarına yönlenmesidir. Zonlar sferik ya da asferik olabilir. Sferik zonlar, her zon içinde tek bir odak uzunluğuna sahip olup, çok odaklılık zondan zona geçerek oluşturulur. Asferik zonlar her bir zon icinde birçok odak uzunluklarına sahiptir.

Bu konsantrik zonların refraksiyonu sonucu ışık, en çok uzak odak noktasına düşer. Işığın yaklaşık %50'si uzak, %37'si yakın, %13'u ara mesafe gormesi icin kullanılır. Işık enerjisinin bu dağılımı ağırlıklı olarak pupil çapı ile ilişkilidir. Refraktif optik prensipte bir multifokal GİL, aydınlık (fotoptik) koşullarda monofokal bir GİL gibi davranarak ışığı çoğunlukla uzak odağa yönlendirir. Pupil çapı büyüdüğünde ise, yakın odağa nispeten daha fazla ışık düşer. Refraktif zonlar arasında yer alan geçiş zonları da, ışığı ara mesafe odak noktalarına gönderir. 2 mm pupilde, ışığın yaklaşık %83'ü uzak odağa, %17'si ise ara mesafe odağına yönlendirilir. 5 mm pupilde, ışığın yaklaşık %60'ı uzak, %10'u ara mesafe, %30'u ise yakın odağa yönlendirilir.

Işık enerjisinin bu şekilde bölünmesi, tüm multifokal GİL'lerde olduğu gibi kontrast duyarlılığının düşmesine neden olur. Refraktif çok odaklı lensler hem pupillaya bağımlı olmaları hem de disfotoptik şikayetler yönünden dezavantajlar içerir. Bu nedenle de çok odaklı lensler alanından, yavaş yavaş çekilmeye başlamışlardır.[93]

Difraktif Multifokal GİL'ler

Difraksiyon; herhangi bir optik açıklık kenarından (mercek kenarı, pupil, pinhol vs.) geçen ışığın bir kısmının doğrultusunu değiştirerek farklı bir odak noktasına yönelmesidir. Merceğin arka yüzünde bu difraksiyonu sağlayan, çok sayıda konsantrik halkadan oluşan, basamaklı bir yapı bulunmaktadır. Bu halkaların görevi, ışığın kırınımı sonucu oluşan wavefront dalgalarının üst üste binerek birbirini güçlendirmesi ya da zayıflatması sonucu, uzak ve yakın olmak üzere iki belirgin odak noktası oluşturmaktır. Sonuç olarak, halkaların oluşturduğu difraksiyon, merceğe eklenen yakın adisyonu sağlar. Konsantrik halkaların çapı ve basamak yüksekliği değiştirilerek lensin ışık dağılımı ve yakın adisyonu değiştirilebilmektedir. Işığın %41'i uzak görme, %41'i yakın görme için kullanılırken, %18'i kaybedilmektedir. Bu ışık kaybının dezavantajının yanında, refraktif multifokal GİL'lerden farklı olarak difraktif optik prensip pupil çapından bağımsızdır.[93]

Torik GİL'ler

Günümüzde 0.75 D ve üzerindeki korneal düzenli astigmat bozuklukları, hastanın katarakt ameliyatı sırasında, torik göziçi lens (T-GİL) uygulaması ile düzeltilebilmektedir. Bu lensler ile teorik olarak 1-30 D arası astigmatizmayı düzeltmek mümkün olmaktadır. Bu tür GİL'lerin çoğu zaman en önemli sorunu lensin Z aksı etrafındaki rotasyonudur. Cerrahi sonrasında gelişebilecek rotasyonlar önemli derecede aberasyona ve görme azalmasına neden olurlar; 15° rotasyon istenen etkinin yarısının kaybolmasına, 30° rotasyon etkinin sıfırlanmasına ve 90° rotasyon ise problemin ikiye katlanmasına neden olmaktadır.

T-GİL'ler ilk kez 1994'te Shimizu tarafından tasarlanmış ve kullanılmıştır. Torik lenslerde dikkat edilmesi gereken nokta rotasyon sorunu olup, cerrahinin başarısında oldukca önemlidir. T-GİL'ler geniş çap veya boyları, Z şekilli haptikleri ve arka kapsüle çok sıkı yapışma gösteren hidrofobik akrilik materyal özellikleri ile rotasyon sorununu azaltmaya yönelik tasarlanmaya çalışılmıştır.[93]

Kromoforlu Lensler

Bu lensler sarı polimerize edilmiş bir boya ilavesi içerirler. Sarı kromoforlu veya mavi filtreli GİL de denmektedir. Enerjisi yüksek olan mavi ışığın retina üzerinde iki tür olumsuz etkisi bulunur. Tip 1 hasar, uzun süreli düşük doz ışık, rod hücrelerinde hasar oluşturur. Tip 2 hasar, parlak ışık kısa sürede, retina pigment epitelinde hasar oluşturur. Bu kromoformlu yapı mavi ışığın retinaya ulaşan miktarını azaltan veya engelleyen bir filtre olarak işlev görür**.** 200-400 nanometre (nm) ultraviyole ışık, 400-700 nm görünen ışık, 400-550 nm mavi ışığın dalga boyudur. Kromoformlu olmayan standart GİL'ler ultraviyoleyi filtre ederler. Mavi filtreli GİL'ler ise ultraviyole ve aynı zamanda mavi ışığı da filtre ederler (500 nm'ye kadar). Günlük hayatta sık maruz kalınan güneş, bilgisayar ekranları, ofis aydınlatma ortamları, xenon ışık kaynakları, çeşitli makineler mavi ışık kaynaklarına örnek gosterilebilir. Bu lensler mavi ışığı süzerek retinayı mavi ışık hasarından korurlar.[93]

Sferik/Asferik Lensler

Korneadan pupillaya giden santral, parasantral ve periferik ışınların tümünün kırıcılığının aynı olmamasına sferik aberasyon denir. Korneanın santral alanı, periferinden daha kırıcıdır ve sferik aberasyonu +0.27'dir. Genç yaştaki kişilerin lenslerindeki (-) sferik aberasyon, korneanın bu (+) sferik aberasyon özelliklerini nötralize eder. Yaşlanmayla birlikte lensin sferik aberasyonu (+)'e doğru kaymasıyla, total sferik aberasyon (+) yönde artar. Sferik özellikteki GİL'ler bu sferik aberasyonu daha da artırır. Geleneksel GİL'lerin ön yüzeyi eğimlidir. Sferik özellikte olup değeri pozitiftir ayrıca iki farklı odakları olması ve artmış sferik aberasyon değerleri ile kontrast sensitivite kaybı olması beklenir. Asferik lenslerin (-) özellikte olmasının hastanın kontrast duyarlılığı ve görme kalitesini artırması yönünde avantajı vardır.[93]

Ön Kamara Lensleri

Optik kısımları pupillanın önüne, haptikleri açıya gelecek şekilde ön kamaraya yerleştirilirler. Ön kamara açısına ve konfigurasyonuna olumsuz etkilerinden dolayı kullanımları son yıllarda azalmıştır. Bu lensler uygulandığında, aközun dolaşımı icin periferik iridotomi açılması gerekir.[93]

İris Kıskaçlı Lensler

İris kıskaçlı lensler sıklıkla afakinin düzeltilmesinde, yetersiz kapsül desteğinin olduğu durumlarda skleral fiksasyonlu GİL'lere alternatif olarak kullanılmaktadır. Ayrıca fakik olgularda refraksiyon kusurlarının düzeltilmesinde de kullanılabilirler. Afakinin düzeltilmesinde ilk olarak 1970'li yıllarda kullanılmışlardır. Optik kısımları pupilin santraline gelecek şekilde, haptikleri midperiferal irise fikse edilir. Bu lokalizasyon midriazisi etkilemez, açı yapılarına zarar vermez ve iris vaskularizasyonunu etkilemez, korneal endotele guvenli
mesafede bulunur ve sütur işlemi gerektirmez. Buna rağmen destek için yeterli iris dokusu gerekir. Eğer ihtiyaç olursa pupil oluşturmak icin sütur pupilloplasti yapılabilir. Ayrıca bu GİL'ler istenilen aksa yerleştirilebildiğinden torik uygulamalar için de uygundur. Bu GİL'ler 8.5 mm uzunluğunda olup, 5 mm'lik PMMA optik ve uçlarında kıskaçlar olan iki haptiğe sahiptir. 2-30 D arasında 1 D'lik aralıklarla ve 14.5 ile 24.5 arasında ise 0.5 D'lik artış aralıkları ile üretilirler.[93]

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Kliniğine Eylül 2016 – Mart 2017 tarihleri arasında normal poliklinik muayenesi esnasında her iki gözünde cerrahi gerektirecek düzeyde kataraktı olan hastalar çalışmaya dahil edildi. Çalışma 58 hastanın 116 gözü üzerinde yapıldı. Hastalardan çalışmaya katıldıklarını kabul ettiklerine dair, FAKO cerrahisi hakkında ve cerrahi sırasında gelişebilecek komplikasyonlarla ilgili geniş bilgilerin bulunduğu "Aydınlatılmış Onam Formu" alındı.

Çalışmaya hasta almaya başlamadan önce gerekli bilgi ve belgelerle Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığı'na başvuru yapıldı. Kurulun 31 Mayıs 2016 tarih ve 80558721/121 sayılı kararı ile etik kurul onayı alındı.

18 hastanın 36 gözüne kataraktın yanı sıra korneal astigmatizması da olması nedeniyle Trifokal Torik GİL takıldı (*Takılacak olan lensler ESOGÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Kurulu vasıtasıyla, [proje kodu 2016/67] alındı)*. Çalışma grubu olan bu hastaların dışında, kontrol grubu olarak 20 hastanın 40 gözüne Multifokal GİL, 20 hastanın 40 gözüne de Monofokal GİL takıldı.

Trifokal Torik GİL çalışma grubuna dahil edilme kriterleri:

- Düzeltilmiş en iyi uzak görme keskinliği Snellen eşeline göre 0.5 ve altında olan
- Diabetes Mellitus ve Hipertansiyon gibi sistemik hastalığı olmayan
- Bilateral senil katarakt dışında; optik nörit, glokom, DRP, SMD, PEX, pterjiyum, şaşılık, nefelyon vb. başka oküler patolojisi olmayan
- Daha önce oküler cerrahi geçirmemiş olan
- Korneal astigmatizması topografik ölçümlerde bilateral 1.00 D ve üzerinde olan

hastalara her iki göze katarakt cerrahisi yapılarak Acriva Reviol Tri-ED Torik GİL (Amsterdam, Netherlands) uygulandı.

Multifokal GİL kontrol grubuna dahil edilme kriterleri:

- Düzeltilmiş en iyi uzak görme keskinliği Snellen eşeline göre 0.5 ve altında olan
- Diabetes Mellitus ve Hipertansiyon gibi sistemik hastalığı olmayan
- Bilateral senil katarakt dışında; optik nörit, glokom, DRP, SMD, PEX, pterjıyum, şaşılık, nefelyon vb. başka oküler patolojisi olmayan
- Daha önce oküler cerrahi geçirmemiş olan
- Korneal astigmatizması topografik ölçümlerde bilateral 0.75 D ve altında olan hastalara her iki göze katarakt cerrahisi yapılarak Acriva Reviol Multifokal GİL (Amsterdam, Netherlands) uygulandı.

Monofokal GİL kontrol grubuna dahil edilme kriterleri:

- Düzeltilmiş en iyi uzak görme keskinliği Snellen eşeline göre 0.5 ve altında olan
- Diabetes Mellitus ve Hipertansiyon gibi sistemik hastalığı olmayan
- Bilateral senil başlangıç kataraktı dışında; optik nörit, glokom, DRP, SMD, PEX, pterjıyum, şaşılık, nefelyon vb. başka oküler patolojisi olmayan
- Daha önce oküler cerrahi geçirmemiş olan

hastalara her iki göze katarakt cerrahisi yapılarak Acriva Monofokal GİL (Amsterdam, Netherlands) uygulandı.

Çalışmadaki tüm hastaların preoperatif ve postoperatif tam oftalmolojik muayeneleri yapıldı. Refraksiyon ve göziçi basınç (GİB) değerleri NIDEK Tonoref II cihazı (2015, Maehama, Hiroishi, Gamagori, Aichi, Japan) ile alındı. Düzeltilmemiş ve düzeltilmiş en iyi uzak görme keskinliği ölçümleri LogMar görme eşeli ile 6 metre mesafeden yapıldı. Orta mesafe görme keskinlikleri LogMar yakın görme eşeli ile 80 cm mesafeden tespit edildi, en iyi orta mesafe görme keskinliğini ölçmek için hastaya deneme gözlüğü ile 0.50 D aralıklarla (+) camlar eklenerek ulaştığı en iyi görme keskinliği düzeyi kaydedildi. Yakın mesafe görme keskinlikleri ise yine LogMar yakın görme eşeli ile 40 cm mesafeden ölçüldü, en iyi yakın mesafe görme keskinliğini ölçmek için de hastaya deneme gözlüğü ile 0.50 D aralıklarla (+) camlar eklenerek ulaşılan en iyi görme keskinliği düzeyi kaydedildi. Tüm hastaların ön segment

muayeneleri Haag-Streit BQ 900 (2003, Gartenstadtstrasse, Koeniz, Switzerland) biyomikroskop ile yapılarak kornea, konjuktiva, iris, ön kamara ve lense ait (senil katarakt dışında) herhangi bir patolojilerinin olmadığı tespit edildi. Trifokal Torik grubuna alınacak hastalara Topcon Biyomikroskopa takılmış Nikon AS-15 adaptörü (2013, Japan) ve fotoğraf makinesi ile ön segment fotoğrafları alındı.

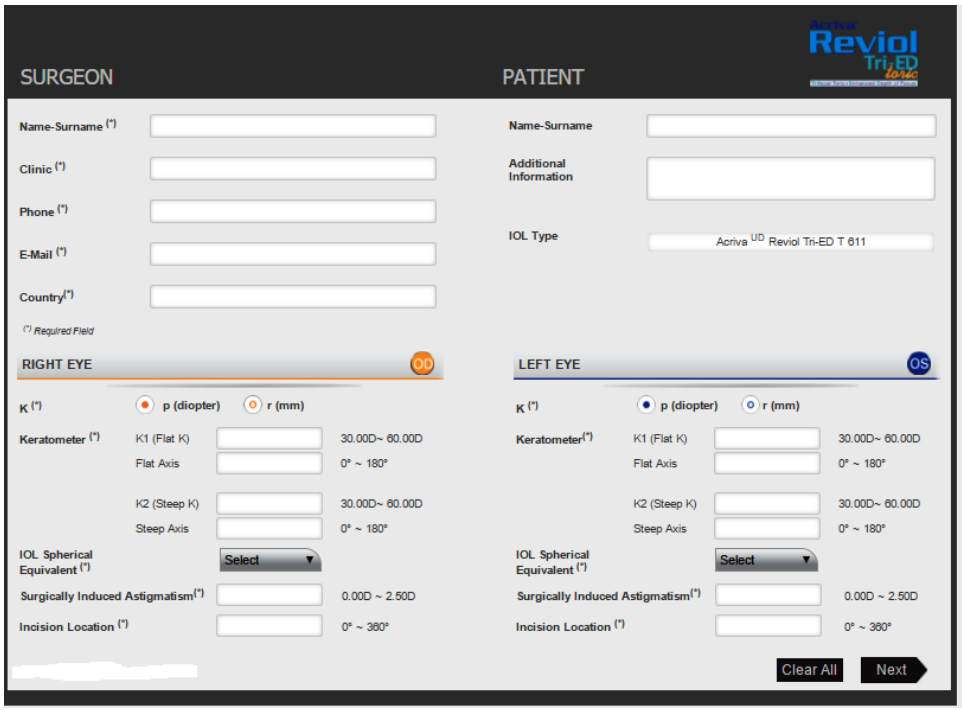
Ön segment muayenelerini takiben hastaların korneal astigmatizmalarının ölçümü için Haag-Streit Lensstar LS900 cihazı (2009, Gartenstadtstrasse, Koeniz, Switzerland) kullanıldı. Ölçüm sonuçlarına göre korneal astigmatizma değerleri 1.00 D üzerinde olan hastalar Trifokal Torik GİL çalışma grubuna dahil edilirken, 0.75 D ve altında olan hastaların Multifokal GİL kontrol grubuna alınması için arka segment muayaneleri yapıldı.

Her iki göz görme keskinlikleri ve kornea astigmatizma değerleri çalışma ve kontrol gruplarına uyan hastaların gözlerine %1'lik tropikamid + %2.5 fenilefrin damlalar ayrı ayrı birer kez damlatılarak pupillaları genişletildikten sonra kataraktın ayrıntıları ve arka segment muayeneleri yapıldı. Arka segment muayanesinde makulada, optik sinir, periferik retina, vitreus ve vasküler yapılar incelenerek herhangi bir patoloji olmadığı kaydedildi. Tüm hastaların Zeiss Cirrus HD-OCT (Oberkochen, Germany) cihazı ile makula OCT görüntüleri alındı. Trifokal Torik GİL grubuna alınacak hastaların Optos 200 Tx (2012, Scotland KY11 8GR, United Kingdom) ile fundus fotoğrafları alındı.

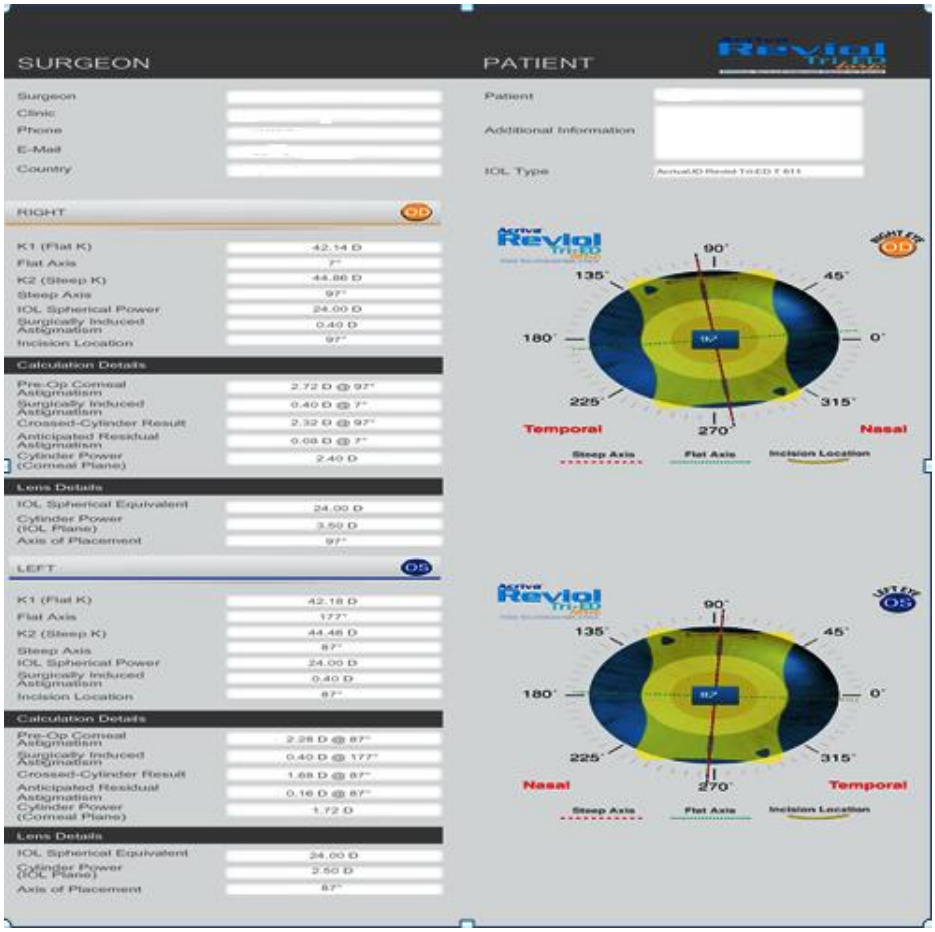
Yapılan muayene ve ölçümlerin ardından Trifokal Torik GİL konacak hastaların GİL'lerinin sferik ve silindirik güçleri için Lensstar LS 900 cihazına eklenmiş olan Haag-Streit T-Cone aparatı (Gartenstadtstrasse, Koeniz, Switzerland) (*Bu aparat ESOGÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Kurulu vasıtasıyla, [proje kodu 2016/67] alındı*) kullanıldı. Keratometrik olarak alınan en dik ve en düz korneal kırıcılığa sahip değerler kullanılarak Trifokal Torik GİL'in silindirik gücü belirlendi.

Silindirik gücün belirlenmesinde, http://easytoriccalculator.com/acriva.php?lang=en&id=3 internet sitesindeki Torik GİL hesaplayıcı modül kullanıldı. Sitedeki

parametrelerde korneal en dik ve en düz kırıcılık dioptrileri, bunların aksları, GİL'in sferik dioptrisi, cerrahinin yapılacağı korneal kesi alanı ve cerrahın korneal astigmatizma indükleme değeri bulunmaktadır. İstenen veriler girildiğinde modül, otomatik olarak silindirik GİL'in gücünü ve cerrahi sırasında göz içinde durması gereken pozisyonu hesaplamaktadır. GİL'in sferik gücünün belirlenmesinde ise SRK-T ve Barret formülleri kullanıldı. Modülde ayrı ayrı gözler için hesaplanan sferik ve silindirik dioptrilerine göre tedarik edici firmadan Trifokal Torik GİL'ler temin edidi.



Şekil 3.1: Trifokal Torik GİL hesaplayıcı



Şekil 3.2: Trifokal Torik GİL hesaplayıcı-örnek hesaplama

Hastalara cerrahi öncesinde ameliyat olmadan önceki yaşam kalitelerinin ölçümü için NEI-VFQ-25 Görme İşlevi Ölçeği anketi uygulandı. 25 adet sorudan oluşan bu anketi hastaların kendileri veya yakınlarından yardım almak suretiyle doldurmaları istendi. Anket hastaların görme fonksiyonlarının rutin günlük hayatlarına olan etkilerini genel olarak ölçmektedir.[94] (Ek-1)

Hastaların preoperatif ölçümlerinde son basamakta ise cerrahi sırasında yapılacak korneal kesilerin yerini, lens kapsülünde açılacak kapsüloreksisin boyutunu ve silindirik GİL'in göz içinde (lens kapsülü içinde) duracağı pozisyonu dijital olarak işaretleyen Alcon Verion Digital İşaretleyici (Fort Worth, Teksas, ABD) cihazında ölçümler yapıldı. Burda cihaz hastadan keratometrik değerler alarak en dik ve düz aksı belirler. Aynı zamanda gözün fotoğrafını da çekerek bu aksların yerini hastanın kendi

gözü üzerinde dijital olarak işaretler. Konulacak silindirik GİL'in pozisyonu bu değerlere göre belirlenir. Klinikte yapılan bu ölçümler taşınabilir bir veri aktarıcıyla (USB bellek) ameliyathanedeki Alcon Mikroskop Güdümlü Görüntü Sistemine (Fort Worth, Teksas, ABD) aktarılır. Hastanın daha önce klinikte Digital İşaretleyici ile çekilen fotoğrafı ile ameliyat masasındaki göz görüntüsü eşleştirilerek önceden alınan keratometrik değerlerin işaretlendiği alanlar canlı görüntü olarak mikroskop yardımıyla hastanın gözünde dijital olarak görülebilir. Korneal kesilerin yapılacağı noktalar göz üzerinde görülebilir. Kapsüloreksis modunda kapsüloreksis boyutu manuel olarak istenilen çapa ayarlanabilir ve buna göre işlem yapılabilir. Biz çalışmamızda 5.5 mm kapsül açıklığı çapını tercih ettik. Son olarak da silindirik GİL kapsül içine koyulduğunda önceden alınan keratometrik ölçümlere göre belirlenen aksa GİL yerleştirilir.

Şekil 3.3: Verion Digital İşaretleyici ve Mikroskop Güdümlü Görüntü Sistemi (kapsüloreksis modu)

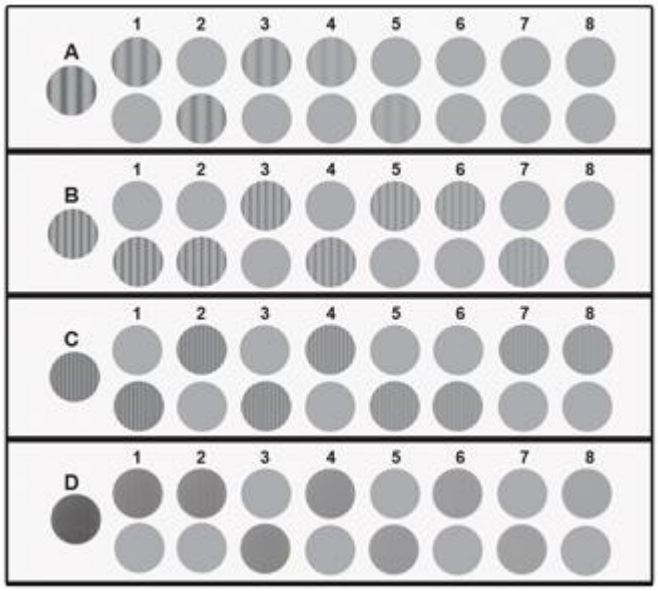
Şekil 3.4: Verion Digital İşaretleyici ve Mikroskop Güdümlü Görüntü Sistemi (lens implantasyon modu)

Hastalar için, ilk muayene oldukları poliklinik vizitinden sonra hesaplanan GİL'ler elimize ulaştığında her iki göz cerrahisi için 2-3 hafta aralıklarla olacak şekilde cerrahi plan yapıldı.

Yapılan cerrahiden sonra hastalar; postoperatif 1. gün, 1. hafta, 1. ay ve 3. ay olmak üzere kontrollerde görüldü. Postoperatif 1. günde sadece biyomikroskopik muayane ve otorefraktometre ölçümü (GİL pozisyonunda rotasyona bağlı olabilecek anormal astigmatik değerlerinin erken tespiti için) yapıldı. 1. hafta ve 1. ay kontrollerinde; otorefraktometre ölçümü, GİB değerleri, uzak-orta-yakın en iyi düzeltilmemiş ve düzeltilmiş görme keskinlikleri değerleri ölçüldü. Ayrıntılı ön ve arka segment muayeneleri yapıldı. Bu kontrollerde postoperatif keratometri değerleri alındı. GİL'de rotasyon olup olmadığı pupil dilate edilerek incelendi ve ön segment fotobiyomikroskopisi ile görüntü alındı. GİL rotasyonun objektif ölçümü için Wolffshon ve Buckhurst'ün 2010 yılında yayınlamış oldukları çalışmada önerdikleri yöntem uygulandı.[95] Bu yöntemde pupil tam olarak dilate edilir, korneanın temporal ve nazal iki yanındaki iki belirgin damar arasında bir doğru çizilir, Torik GİL'in

silindirik işaretleyicileri arasına da bir doğru çizilerek bu iki doğru arasındaki açı ölçülür. Takip eden vizitlerde konjuktival damarların pozisyonunun değişmeyeceği temeline dayandırılan yöntem Torik GİL rotasyon miktarları açısından objektif bilgiler verebilir. Hastaların ikinci göz cerrahilerini takip eden 3. aydaki kontrollerinde yine rutin otorefraktometre ve GİB ölçümü yapıldı, uzak-orta-yakın en iyi düzeltilmemiş ve düzeltilmiş görme keskinlikleri kaydedildi, ayrıntılı ön ve arka segment muayeneleri yapıldı, keratometrik ölçümleri tespit edildi ve pupil dilate edilerek GİL pozisyonu için ön segment görüntülemesi alındı. Bu kontrolde hastalara preoperatif olarak yapılan NEI-VFQ-25 Görme İşlevi Ölçeği anketi tekrarlandı ve sonuçları kaydedildi, aynı zamanda hasta memnuniyeti, kamaşma belirtileri hastalara sorularak değerlendirildi. Hastalara, günlük yaşamda uzak veya yakın görüş için gözlük takmaları gerekip gerekmediği soruldu. Genel hasta memnuniyeti, hastanın cevabına göre; çok memnun, memnun, kararsız veya memnun değil olarak kategorilere ayrıldı. Kamaşma semptomları ise hastaların cevaplarına göre; şiddetli, orta şiddetli, hafif veya hiç şeklinde ayrıldı.

3.ay kontrolünde hastaların kontrast duyarlılık ölçümü için ise VectorVision CSV-1000E Kontrast Duyarlılık Testi (Livingston Road, Suite E, Greenville, Ohio, USA) kullanıldı. Kontrast duyarlılık ölçümü, gözün refraktif durumundan etkilediğinden tüm hastalara en iyi düzeltilmiş görme keskinliğini sağlayacak tashih yapıldıktan sonra test yapıldı. Tüm testler normal oda aydınlanması şartlarında yapıldı. CSV-1000E testi sinüzoidal dalga grating'leri içeren 4 sıradan oluşur. 2,5 metre mesafeden, sırasıyla yukardan aşağı doğru 3, 6, 12, 18 döngü/derece (cpd) uzaysal frekanslar için kontrast duyarlılık test edilir. CSV-1000E cihazında standart olarak 85 cd/m² sabit test aydınlanması bulunmaktadır. Her sıra alfabetik olarak yukardan aşağı sıralı olarak A-B-C-D olarak işaretlidir ve her sırada 8 çift yuvarlak bulunmaktadır. Üst üste duran 2 yuvarlaktan birinde sinüzoidal grating çizgileri mevcuttur ve frekans arttıkça çizgiler incelmektedir. Kontrast duyarlılık eğrisi elde etmek için hastaya 1. sıradan başlayarak hangi yuvarlakta çizgileri fark ettiği sorulur. Hastanın doğru bildiği son numara grafikte işaretlenir.



Şekil 3.5: CSV-1000E kontrast duyarlılık testi

Kamaşma, CSV 1000E cihazına eklenmiş 2 adet halojen lamba yardımıyla ölçüldü. Kamaşma, kontrast duyarlılık testi ile aynı şekilde, fotopik koşullarda halojen lambalar açılarak test edildi.

Hastaların 3. ay ve son kontrollerinde "The Titmus Stereotest" (1992, Stereo Optical Co., Chicago, USA) ile yakın stereopsis (40 cm ve 80 cm) ve "Distance Randot Stereotest" (2008, Stereo Optical Co., Chicago, USA) ile uzak stereopsis (2mt ve 3 mt) ölçümleri alındı. Yakın stereopsis testinde herbiri 4'lü halka gruplarından oluşmuş 9 farklı test düzeyi vardır. Teste başlamadan önce Monofokal grubuna yakın en iyi düzeltilmiş görme kesklinliği sağlandı. Her 4'lü grubun içinden bir halkada üç boyutlu görüntü mevcuttur. Kişi test kitabını 40 cm ve 80 cm mesafeden yüz planına göre 45 ˚eğimli tutarak 9 farklı test düzeyinde (800-400-200-140-100-80-60-50-40 ark/sn) tek olan üç boyutlu halkayı 1'den 9'a kadar bulmaya çalışır. Test binoküler ve polarize edici gözlük kulanılarak yapıldı. Hastanın görebildiği en son düzeydeki ark/sn değeri kaydedildi. Uzak stereopsis testi; 400-200-100-60 ark/sn değerlerinden oluşan üç boyutlu çeşitli geometrik şekillerin olduğu kitap sayfaları ve hastanın bu görüntüleri görmesini sağlayacak bir adet polarize edici gözlükten ibarettir. Test 2 mt ve 3 mt

mesafeden binoküler olarak yapıldı ve hastanın görebildiği en son ark/sn değeri kaydedildi.

Şekil 3.6: Distance Randot Stereotest

Şekil 3.7: The Titmus Stereotest

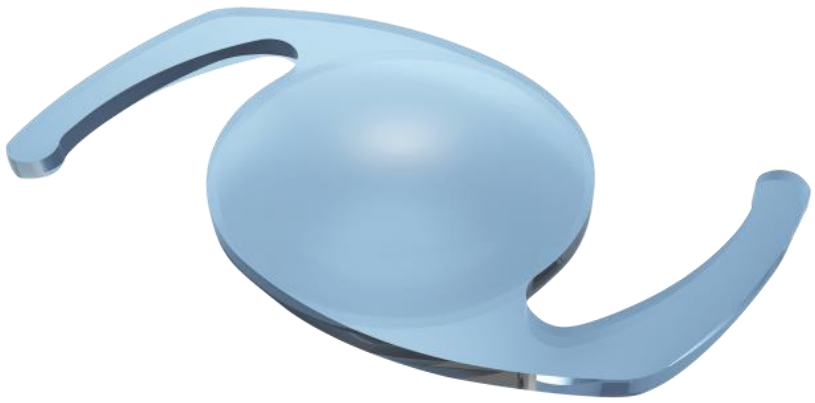
İstatistiksel analiz yöntemi olarak; sürekli veriler Ortalama ± Standart Sapma olarak verilmiştir. Kategorik veriler ise yüzde olarak verilmiştir. Verilerin normal dağılıma uygunluğunun araştırılmasında Shapiro Wilk testinden yararlanılmıştır.

Normal dağılım gösteren grupların karşılaştırılmasında grup sayısı üç ve üzerinde olan durumlar için Tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) kullanılmıştır. Normal dağılıma uygunluk göstermeyen grupların karşılaştırılmasında grup sayısı üç ve üzerinde olan durumlar için Kruskal-Wallis H testi kullanılmıştır. Farklı ölçüm zamanlarındaki değerlerin karşılaştırılmasında, grup sayısı iki olduğu durumda Wilcoxon testi, grup sayısı üç ve üzerinde olduğu durumlarda ise Friedman's testi kullanılmıştır. Oluşturulan çapraz tabloların analizinde Pearson Ki-Kare ve Pearson Kesin (Exact) Ki-Kare analizleri kullanılmıştır. Analizlerin uygulanmasında IBM SPSS Statistics 21.0 (New York, USA) programından yararlanılmıştır. İstatistiksel önemlilik için $p<0.05$ değeri kriter kabul edilmiştir.

Çalışmada kullanılan lenslerin teknik özellikleri

Monofokal GİL (Acriva^{UD} UD 613)

Materyal	Hidrofobik yüzey, %25 su içerikli akrilik
Optik Boyut	6.00mm
Optic Dizayn	Monofokal
Haptik Boyut	13.00mm
Haptik Dizayn	Modifiye C
Haptik Açı	0˚
Tavsiye Edilen Ak. A Konstant	118.0
Tavsiye Edilen Op. A Konstant	Srk-T : 118.4 - Srk-II : 118.6
Diyoptri Güç Aralığı	-20.00D'den +45.00D'ye kadar (0,50D aralıklarla)



Şekil 3.8: Acriva^{UD} UD 613 Monofokal GİL

Multifokal GİL (Acriva^{UD} Reviol MF 613) (+3.00 D yakın adisyonlu)

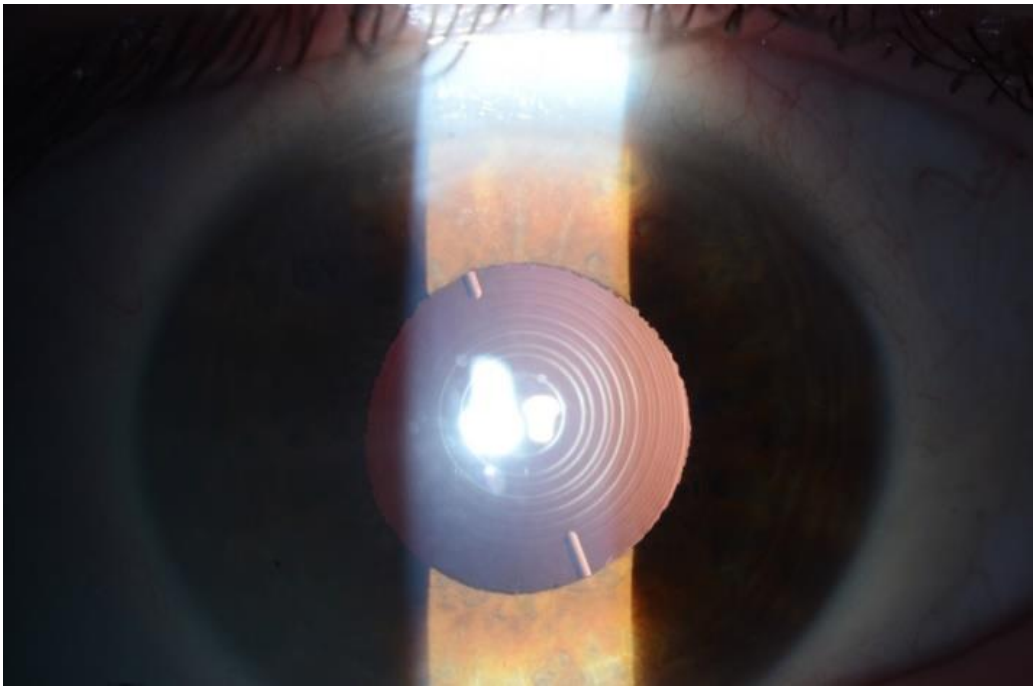
Optik Boyut	6.00mm
Optic Dizayn	Aktif-Difraktif Multifokal
Haptik Boyut	13.00mm
Haptik Dizayn	Modifiye C
Haptik Açı	0˚
Tavsiye Edilen Ak. A Konstant	118.0
Tavsiye Edilen Op. A Konstant	Srk-T : 118.1 - Srk-II : 118.3
Diyoptri Güç Aralığı	0.00D'den +45.00D'ye kadar (0,50D aralıklarla)
Refraktif İndeks Kuru	20˚C / 35˚C - 1.509 / 1509 ± 0.002
Refraktif İndeks Islak	20˚C / 35˚C - 1.462 / 1.462 ± 0.002

Şekil 3.9: Acriva^{UD} Reviol MF 613 Multifokal GİL

Trifokal Torik GİL (Acriva^{UD} Reviol Tri-ED Toric 611) (+1.50 D ara ve +3.00 yakın adisyonlu)

Genel	Trifokal+EDOF Torik, katlanabilir,tek parça, asferik, hidrofobik yüzey, UV filtre
Optik Boyut	6.00 mm
Optic Dizayn	Aktif-Difraktif, Trifokal+EDOF
Haptik Boyut	11.00 mm
Haptik Dizayn	Plate haptik
Haptik Açı	0º
Asferik Değer	-0.165 µm (Hafif Negatif Düzeltme)
Işık geçiş oranı	%89.1
Işık dağılımı	Fotopik koşullar: 40% uzak – 30% ara - 30% yakın Mezopik koşullar: 44% uzak – 28% ara - 28% yakın
Kenar yapısı	360º yükseltilmiş keskin kenar
Tavsiye Edilen Ak. A Konstant	118.0
Tavsiye Edilen Op. A Konstant	SRK-II: 119.0, SRK-T: 118.7, ACD: 5.28, Haigis a0: 1.15, Haigis a1: 0.40, Haigis a2: 0.10, Hoffer Q pACD: 5.32
Refraktif İndeks Kuru	20°C /35°C 1.509 / 1.509 ± 0.002
Refraktif İndeks Islak	20°C /35°C 1.462 / 1.462 ± 0.002

Şekil 3.10: Acriva^{UD} Reviol Tri-ED Toric 611 Trifokal Torik GİL



Şekil 3.11: Acriva^{UD} Reviol Tri-ED Toric 611 Trifokal Torik GİL'in göz içinde duruşu

4. BULGULAR

Çalışmaya Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Polikliniğine bilateral görme azlığı ile başvuran toplamda 58 adet hasta alındı. Bunlardan; 18 hastanın 36 gözü Trifokal Torik çalışma grubuna, 20 hastanın 40 gözü Multifokal kontrol grubuna ve yine 20 hastanın 40 gözü de Monofokal kontrol grubuna dahil edildi. Trifokal Torik çalışma grubundaki hastaların 7'si erkek 11'i kadın, Monofokal kontrol grubundaki hastaların 11'i erkek 9'u
kadın, Multifokal kontrol gurubundaki hastaların ise 6'sı erkek 14'ü kadın hastadan oluştu (p=0,267). Hastaların ortalama yaşı Trifokal çalışma grubunda 64,55±10,98 iken; Multifokal ve Monofokal kontrol grubunda sırasıyla 62,20±12,99 ve 68,15±8,06 idi (p=0,228). Çalışmaya alınan hastaların demografik verileri açısından istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu.

Tablo 4.1: Çalışmaya katılan hastaların yaş-cinsiyet analizi

HASTA	Trifokal	Multifokal	Monofokal	p değeri
Yaş*	64,55±10,98	62,20±12,99	68,15±8,06	0,228
min-max	49-81	41-81	50-79	
Cinsiyet**				
Kadın	11	14	9	0,267
Erkek	7	6	11	
Toplam	**18**	**20**	**20**	

*One Way Anova

** Pearson Ki-Kare

Bütün cerrahiler Fakoemulsifikasyon tekniğiyle ve aynı cerrahi ekip tarafından yapıldı. Cerrahiler sırasında herhangi bir komplikasyon olmadı.

Uzak Mesafe Görme Keskinliği

Çalışma grubundaki hastaların preoperatif düzeltilmemiş en iyi uzak görme keskinlikleri ortalama 0,883±0,249 (LogMar), düzeltilmiş en iyi uzak görme keskinlikleri ortalama 0,705±0,221 (LogMar) idi.

Cerrahiler sonrasında postoperatif; 1.hafta, 1.ay ve 3.ay en iyi düzeltilmiş ve düzeltilmemiş uzak mesafe görme keskinlikleri sırasıyla (LogMar):

1. 1.hafta UGK: 0,187±0,075 DUGK: 0,145±0,081
2. 1.ay UGK: 0,129±0,054 DUGK: 0,094±0,064
3. 3.ay UGK: 0,077±0,054 DUGK: 0,061±0,059

Orta Mesafe Görme Keskinliği

Çalışma grubundaki hastaların preoperatif düzeltilmemiş en iyi orta mesafe görme keskinleri 0,813±0,110 (LogMar), düzeltilmiş en iyi orta mesafe görme keskinlikleri ortalama 0,694±0,150 (LogMar) idi.

Cerrahiler sonrasında postoperatif ; 1.hafta, 1.ay ve 3.ay en iyi düzeltilmiş ve düzeltilmemiş orta mesafe görme keskinlikleri sırasıyla (LogMar):

1. 1.hafta OGK: 0,338±0,084 DOGK: 0,236±0,094
2. 1.ay OGK: 0,258±0,083 DOGK: 0,163±0,084
3. 3.ay OGK: 0,172±0,085 DOGK: 0,147±0,092

Yakın Mesafe Görme Keskinliği

Çalışma grubundaki hastaların preoperatif düzeltilmemiş en iyi yakın mesafe görme keskinlikleri ise 0,813±0,151 (LogMar), düzeltilmiş en iyi yakın mesafe görme keskinlikleri ortalama 0,636±0,170 (LogMar) idi.

Cerrahiler sonrasında postoperatif ; 1.hafta, 1.ay ve 3.ay en iyi düzeltilmiş ve düzeltilmemiş yakın mesafe görme keskinlikleri sırasıyla (LogMar):

1. 1.hafta YGK: 0,380±0,077 DYGK: 0,277±0,088
2. 1.ay YGK: 0,283±0,088 DYGK: 0,175±0,081
3. 3.ay YGK: 0,188±0,097 DYGK: 0,133±0,087

Tablo 4.2: Çalışmadaki tüm hastaların preoperatif ve postoperatif takiplerde uzak mesafe görme keskinliği değişimi

Görme Keskinliği	Preoperatif	Postoperatif 1. Hafta	Postoperatif 1. Ay	Postoperatif 3. Ay	p değeri*
Trifokal(n=36)					
UGK	0,883±0,249	0,187±0,075	0,129±0,054	0,077±0,054	P<0.001
min-max	1,40-0,40	0,40-0,05	0,22-0,00	0,15-0,00	
DUGK	0,705±0,221	0,145±0,081	0,094±0,064	0,061±0,059	P<0.001
min-max	1,20-0,40	0,40-0,00	0,20-0,00	0,15-0,00	
Multifokal(n=40)					
UGK	0,916±0,161	0,207±0,079	0,167±0,062	0,087±0,043	P<0.001
min-max	1,20-0,50	0,40-0,00	0,30-0,00	0,15-0,00	
DUGK	0,725±0,123	0,192±0,070	0,128±0,054	0,073±0,035	P<0.001
min-max	1.00-0.50	0,30-0,00	0,30-0,00	0,15-0,00	
Monofokal(n=40)					
UGK	0,827±0,128	0,152±0,060	0,111±0,041	0,075±0,049	P<0.001
min-max	1.20-0.60	0,30-0,05	0,20-0,05	0,10-0,05	
DUGK	0.692±0,136	0,136±0,053	0,091±0,043	0,053±0,047	P<0.001
min-max	1.00-0.40	0,30-0,05	0,15-0,00	0,15-0,00	

*Friedman's Two Way Analysis

UGK: Düzeltilmemiş uzak görme keskinliği (6 mt), DUGK: Düzeltilmiş uzak görme keskinliği (6mt)

Tablo 4.3: Çalışmadaki tüm hastaların preoperatif ve postoperatif takiplerde uzak mesafe görme keskinliği değişimi

Görme Keskinliği	Preoperatif	Postoperatif 1. Hafta	Postoperatif 1. Ay	Postoperatif 3. Ay	p değeri*
Trifokal(n=36)					
OGK	0,813±0,110	0,338±0,084	0,258±0,083	0,172±0,085	P<0.001
min-max	1,00-0,60	0,50-0,20	0,40-0,10	0,30-0,00	
DOGK	0,694±0,150	0,236±0,094	0,163±0,084	0,147±0,092	P<0.001
min-max	1,00-0,40	0,40-0,10	0,30-0,00	0,20-0,00	
Multifokal(n=40)					
OGK	0,825±0,144	0,470±0,060	0,385±0,053	0,235±0,076	P<0.001
min-max	1,00-0,40	0,60-0,30	0,50-0,30	0,30-0,10	
DOGK	0,685±0,112	0,377±0,065	0,252±0,059	0,212±0,088	P<0.001
min-max	0,80-0,40	0,50-0,30	0,40-0,10	0,30-0,00	
Monofokal(n=40)					
OGK	0,755±0,128	0,665±0,105	0,602±0,080	0,512±0,068	P=0.408
min-max	1,00-0,40	0,80-0,40	0,70-0,40	0,60-0,40	
DOGK	0,712±0,120	0,467±0,091	0,392±0,088	0,325±0,108	P<0.001
min-max	1,00-0,40	0,60-0,30	0,50-0,20	0,50-0,10	

*Friedman's Two Way Analysis

OGK: Düzeltilmemiş orta görme keskinliği (80 cm), DOGK: Düzeltilmiş orta görme keskinliği (80 cm)

Tablo 4.4: Çalışmadaki tüm hastaların preoperatif ve postoperatif takiplerde yakın mesafe görme keskinliği değişimi

Görme Keskinliği	Preoperatif	Postoperatif 1. Hafta	Postoperatif 1. Ay	Postoperatif 3. Ay	p değeri*
Trifokal(n=36)					
YGK	0,813±0,151	0,380±0,077	0,283±0,088	0,188±0,097	P<0.001
min-max	1,00-0,50	0,50-0,30	0,40-0,10	0,30-0,00	
DYGK	0,636±0,170	0,277±0,088	0,175±0,081	0,133±0,087	P<0.001
min-max	1,00-0,50	0,40-0,20	0,30-0,00	0,20-0,00	
Multifokal(n=40)					
YGK	0,907±0,091	0,442±0,078	0,242±0,084	0,192±0,102	P<0.001
min-max	1,00-0,70	0,60-0,30	0,40-0,00	0,30-0,00	
DYGK	0,752±0,067	0,237±0,080	0,182±0,084	0,162±0,095	P<0.001
min-max	0,80-0,60	0,30-0,00	0,30-0,00	0,30-0,00	
Monofokal(n=40)					
YGK	0,872±0,117	0,782±0,110	0,682±0,110	0,632±0,088	P=0.372
min-max	1,00-0,60	0,90-0,50	0,80-0,40	0,80-0,40	
DYGK	0,807±0,142	0,552±0,160	0,332±0,120	0,222±0,069	P<0.001
min-max	1,00-0,50	0,70-0,20	0,50-0,10	0,30-0,10	

*Friedman's Two Way Analysis

YGK: Düzeltilmemiş yakın görme keskinliği (40 cm), DYGK: Düzeltilmiş yakın görme keskinliği (40cm)

Postoperatif takiplerde Trifokal Torik çalışma grubundaki hastaların 3. ay sonunda uzak-orta-yakın mesafelerdeki görme keskinliklerinde istatistiksel olarak anlamlı artış sağlandı. (p<0.001)

Kontrol grubundaki hastalardan Monofokal GİL implantasyonu yapılan hastaların ise orta mesafe (OGK) ve yakın mesafedeki (YGK) düzeltilmemiş görme keskinliklerinde istatistiksel olarak anlamlı olabilecek bir artış izlenmedi. (orta mesafe p değeri: 0.408, yakın mesafe p değeri: 0.372)

Refraktif Değişiklikler

Preoperatif otorefraktometre ölçümlerine göre Trifokal Tofik çalışma grubu hastalarının;

- sferik refraktif kusurları ortalama -1,304±3,17 (-6,00 ile +4,50 arasında),
- sferik eşdeğer ortalamaları -2,265±3,889 (-7,50 ile +5,50 arasında)
- astigmatik refraktif kusurları ise ortalama 2,701±0,776 (min:1,25 max:4,25) ölçüldü.

Bu ölçümler sırasında 1 hastanın her iki gözünden, 2 hastanın ise birer gözünden katarakt yoğunluğu sebebiyle otorefraktometre değerleri alınamadı. Bu gözlerin astigmatik ölçümleri Lensstar LS900 cihazı yardımıyla alındı.

Postoperatif alınan ölçümlerde hastaların;

- Sferik refraktif kusurları ortalama -0,118±0,407 (-1,00 ile +0,75 arasında) ($p<0.001$)
- Sferik eşdeğer ortalama -0,399±0,503 (-1,25 ile +0,75 arasında) ($p<0.001$)
- Astigmatik refraktif kusurları ortalama 0,645±0,334 (min: 0,25 max: 2,00) ($p<0.001$)

Preoperatif Lensstar ile yapılan korneal keratometrik ölçümlere göre hastaların;

- Düz K1 değerleri ortalaması 42,419±1,821 (min:38,60 max:45,50)
- Dik K2 değerleri ortalaması 44,558±2,126 (min:40,80 max: 47,70)

Postoperatif alınan ölçümlerde hastaların;

- Düz K1 değerleri ortalaması 42,702±1,735 (min:39,70 max:46,20) ($p=0.682$)
- Dik K2 değerleri ortalaması 44,667±1,942 (min:41,40 max:47,90) ($p=0.591$)

Tablo 4.5: Trifokal Torik hastalarının preoperatif ve postoperatif refraktif değişiklikleri

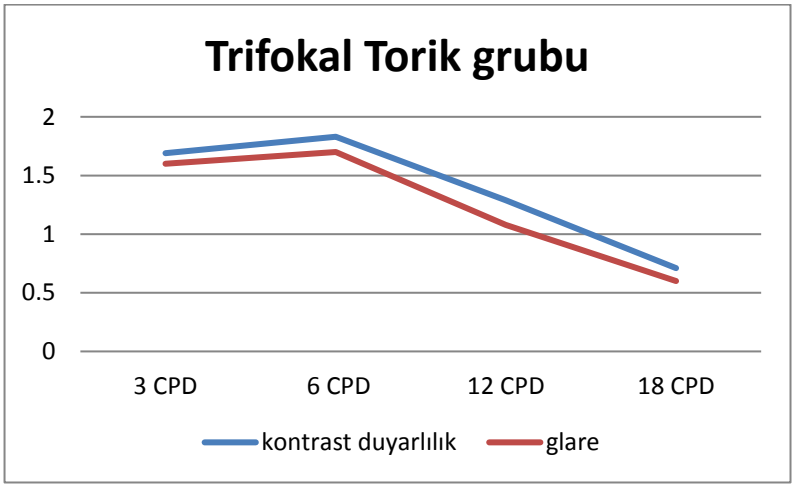
	Preoperatif	Postoperatif	p değeri*
Sferik	-1,304±3,17	-0,118±0,407	P<0.001
Astigmat	2,701±0,776	0,645±0,334	P<0.001
Sferik eşdeğer	-2,265±3,889	-0,399±0,503	P<0,001
Düz K1	42,419±1,821	42,702±1,735	0,682
Dik K2	44,558±2,126	44,667±1,942	0,591
K2-K1	2,139±0,295	1,965±0,207	0,812

*Wilcoxon Single Ranked Test

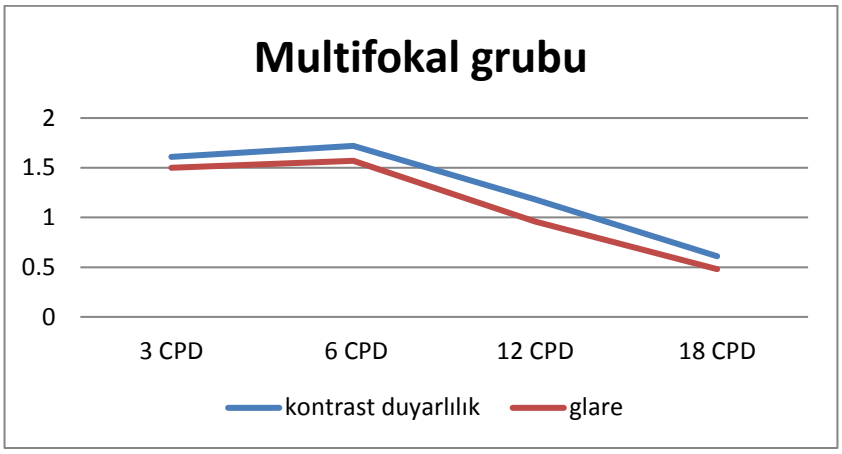
Buna göre hastaların preoperatif ve postoperatif sferik, astigmatik ve sferik eşdeğer ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı düzelme sağlanmakla birlikte (p<0.001), keratometrik ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik olmadı. (p=0.812)

Kontrast Duyarlılık ve Kamaşma

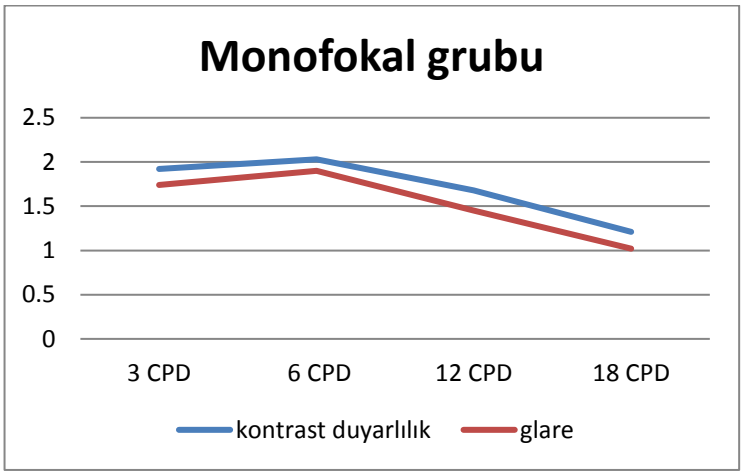
Kontrast duyarlılık testi Trifokal Torik, Multifokal ve Monofokal grubundaki hastaların tamamına postoperatif 3.ayda uygulandı.



Şekil 4.1: Trifokal grubu 3.ay kontrast duyarlılık ve kamaşa eğrisi



Şekil 4.2: Multifokal grubu 3.ay kontrast duyarlılık ve kamaşma eğrisi



Şekil 4.3: Monofokal grubu 3. ay kontrast duyarlılık ve kamaşma eğrisi

Her üç grupta da en iyi kontrast duyarlılık değerleri 6 CPD spasyal frekansta elde edildi. Artan frekanslarda Trifokal ve Multifokal grubundaki duyarlılık düşüşünün Monofokal gruba göre daha fazla olduğu görüldü.

Tablo 4.6: Çalışmadaki hastaların uzaysal frekanslara göre değişen ortalama kontrast duyarlılıkları (LogU olarak)

Kontrast duyarlılık logU	**Trifokal Torik**	**Multifokal**	**Monofokal**
3 CPD	1.69±0.20	1.61±0,18	1.92±0,14
6 CPD	1.83±0.23	1.72±0,25	2.03±0,18
12 CPD	1.29±0.26	1.18±0,30	1.68±0,25
18 CPD	0.71±0.37	0.61±0,29	1.21±0,21

*Kruskall-Wallis testi

Tablo 4.7: Trifokal Torik ve Monofokal gruplarının kontrast duyarlılık testi karşılaştırması

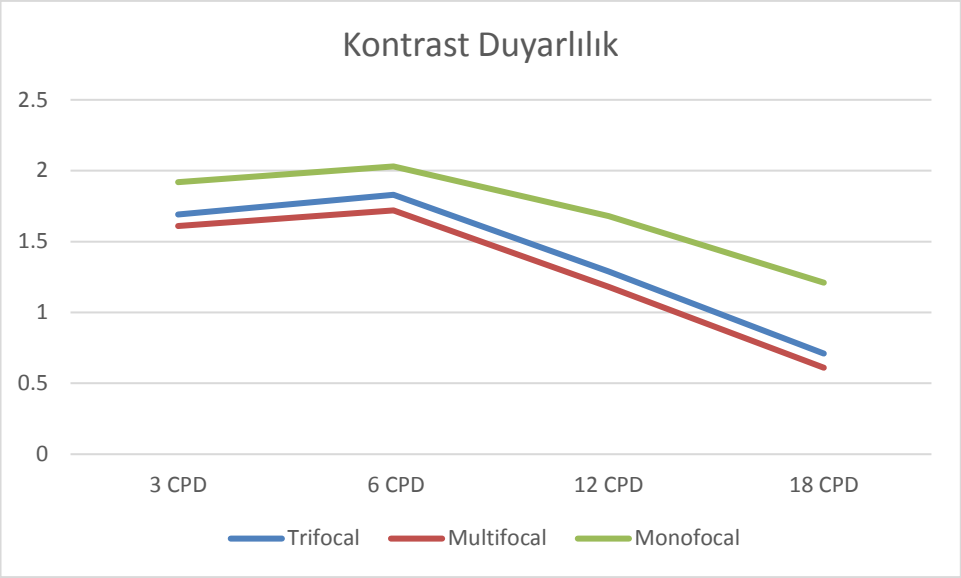
Kontrast duyarlılık logU	**Trifokal Torik**	**Monofokal**	p değeri
3 CPD	1.69±0.20	1.92±0,14	P<0.001
6 CPD	1.83±0.23	2.03±0,18	P<0.001
12 CPD	1.29±0.26	1.68±0,25	P<0.001
18 CPD	0.71±0.37	1.21±0,21	P<0.001

*Kruskall-Wallis testi

Tablo 4.8: Trifokal Torik ve Multifokal gruplarının kontrast duyarlılık testi karşılaştırması

Kontrast duyarlılık logU	**Trifokal Torik**	**Multifokal**	p değeri
3 CPD	1.69±0.20	1.61±0,18	P>0.05
6 CPD	1.83±0.23	1.72±0,25	P>0.05
12 CPD	1.29±0.26	1.18±0,30	P>0.05
18 CPD	0.71±0.37	0.61±0,29	P>0.05

*Kruskall-Wallis testi



Şekil 4.4: Üç hasta grubunun kontrast duyarlılık grafiği-aynı grafikte

Trifokal ve Multifokal grupları kontrast duyarlılık açısından incelendiğinde Trifokal grubundaki kontrast duyarlılık fonksiyonunun Multifokal gruba istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte ($p>0.05$) minimal oranda daha iyi olduğu izlendi. Monofokal grubun kontrast duyarlılık sonuçları ise tüm spasyal frekanslarda diğer iki gruba istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha iyi bulundu ($p<0.001$)

Kamaşma testi sonuçlarına göre ise hastaların gözlerine doğru tutulan halojen lambaların
kontrast duyarlılığı her güç grupta da azalttığı izlendi.

Tablo 4.9: Çalışmadaki hastaların uzaysal frekanslara göre değişen kamaşma test sonuçları (LogU olarak)

Kamaşma logU	**Trifokal Torik**	**Multifokal**	**Monofokal**
3 CPD	1.60±0.19	1.50±0.26	1.74±0.24
6 CPD	1.70±0.27	1.57±0.22	1.90±0.21
12 CPD	1.08±0.34	0.96±0.27	1.45±0.27
18 CPD	0.60±0.32	0.52±0.24	1.02±0.26

Tablo 4.10: Trifokal Torik ve Monofokal gruplarının kamaşma testi karşılaştırması

Kamaşma logU	**Trifokal Torik**	**Monofokal**	**p değeri**
3 CPD	1.60±0.19	1.74±0.24	P=0.002
6 CPD	1.70±0.27	1.90±0.21	P=0.003
12 CPD	1.08±0.34	1.45±0.27	P<0.001
18 CPD	0.60±0.32	1.02±0.26	P<0.001

*Kruskall-Wallis testi

Tablo 4.11: Trifokal Torik ve Multifokal gruplarının kamaşma testi karşılaştırması

Kamaşma logU	**Trifokal Torik**	**Multifokal**	**p değeri**
3 CPD	1.60±0.19	1.50±0.26	P>0.05
6 CPD	1.70±0.27	1.57±0.22	P>0.05
12 CPD	1.08±0.34	0.96±0.27	P>0.05
18 CPD	0.60±0.32	0.52±0.24	P>0.05

*Kruskall-Wallis testi

Bu sonuçlara göre Monofokal grubundaki hastaların kamaşma değerleri Trifokal Torik ve Multifokal grubundaki hastalara kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha iyi olduğu (p<0.001), Trifokal Torik grubundaki hastaların sonuçlarının ise Multifokal gruba göre istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte (p>0.05) hafif düzeyde daha iyi olduğu görüldü.

Hasta Memnuniyeti

Cerrahiler öncesinde her üç gruptaki hastalara Görme İşlevi Ölçeği (NEI-VFQ-25) anketi uygulandı. Trifokal Torik grubundaki hastaların preoperatif anket sonuçları ortalama 62,81±16,24'tü (min:27,00 max:88,80). Her iki göz cerrahisinden sonra 3. ayda yinelenen anket skoru ise 88,20±8,87 (min:67,12 max:95,90)

Multifokal grubundaki hastaların preoperatif anket sonuçları ortalama 68,32±18,99'du (min:37,82 max:91,05), her iki göz cerrahisinden sonra 3. ayda yinelenen anket skoru ise 85,88±6,96 (min:65,89 max:96,33)

Monofokal grubundaki hastaların preoperatif anket sonuçları ortalama 73,08±9,57'di (min:57,71 max:89,10), her iki göz cerrahisinden sonra 3. ayda yinelenen anket skoru ise 85,80±4,30 (min:83,16 max:96,80)

Tablo 4.12: Çalışmadaki tüm hastaların preoperatif ve postoperatif VFQ-25 anket skorları

Hasta grubu	TRİFOKAL TORİK (n=18)	MULTİFOKAL (n=20)	MONOFOKAL (n=20)	P DEĞERİ
NEI-VFQ25 PREOP	62,81±16,24	68,32±18,99	73,08±9,57	P=0.132
NEI-VFQ25 POSTOP	88,20±8,87	85,88±6,96	85,80±4,30	P=0.237

*Oneway anova

Üç hasta grubunda da NEI-VFQ-25 anket sonuçlarında kendi grupları içinde artış olduğu ancak üç grup kendi arasında değerlendirildiğinde istatistiksel bir artış farkı izlenmedi (p=0.237)

Tablo 4.13: Genel hasta memnuniyeti

Genel Hasta Memnuniyeti	**Trifokal Torik N=18**	**Multifokal N=20**	**Monofokal N=20**	**P değeri**
	Gözlük bağımlılığı			<0.001
Yok	15 (%83)	16 (%80)	1 (%5)	
Yakın için	2 (%13)	3 (%15)	16 (%80)	
Uzak için	1 (%4)	1(%5)	2 (%10)	
Uzak ve Yakın için	0	0	1 (%5)	
	Memnuniyet			>0.05
Çok memnun	16 (%88)	15 (%75)	14 (%70)	
Memnun	2 (%12)	5 (%25)	6 (%30)	
Kararsız	0	0	0	
Memnun değil	0	0	0	
	Kamaşma			0.0263
Hiç	14 (%77)	14 (%70)	18 (%90)	
Hafif	3 (%16)	5 (%25)	2 (%10)	
Orta şiddetli	1 (%7)	1 (%5)	0	
Şiddetli	0	0	0	
Toplam	**18**	**20**	**20**	

Trifokal Torik grubundaki 2 (%13) hastaya yakın gözlük, 1 (%4) hastaya ise uzak gözlük reçete edildi. Yakın ya da uzak gözlük ihtiyacı olmayan hastaların sayısı ise 15 (%83) idi. Multifokal grubundaki hastalardan 3'üne (%15) yakın gözlük reçete edilirken, 1'ine (%5) uzak gözlük reçete edildi. Monofokal grubundaki hastaların ise 16'sında (%80) yakın gözlük ihiyacı olurken, 2 hastaya (%10) uzak gözlük ve 1 hastaya (%5) da hem uzak hem yakın gözlük reçete edildi.

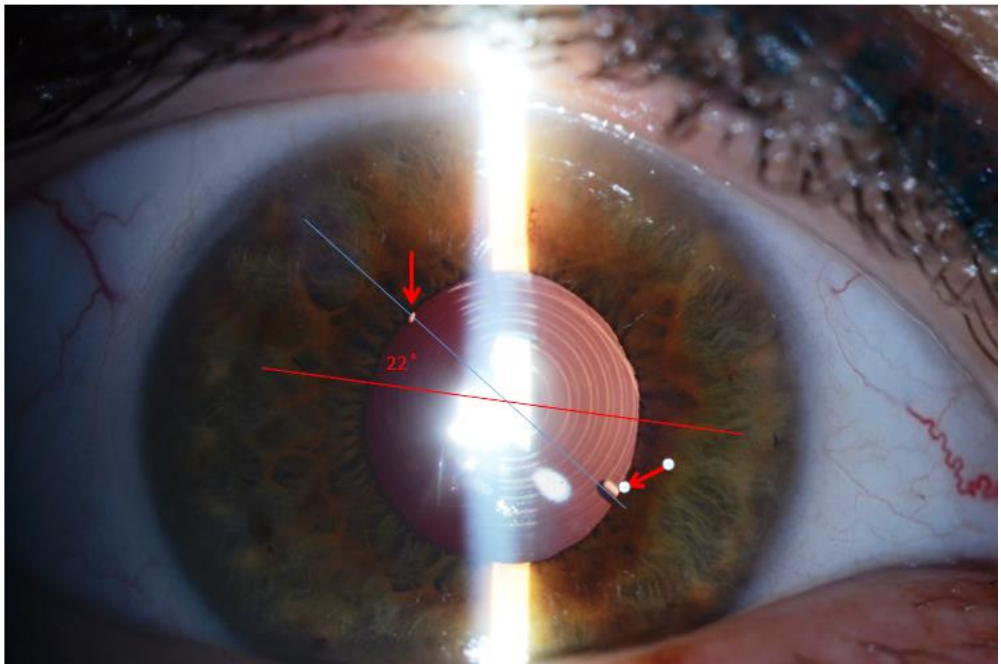
Trifokal ve Multifokal grubundaki hastaların yakın gözlük ihtiyaçlarının Monofokal gruptaki hastalara oranla istatistiksel olarak anlamlı olarak düşük olduğu görüldü ($p<0.001$)

Hastaların genel memnuniyetlerine bakıldığında her üç gruptaki hastaların çoğunluğunun (Trifokal Torik 16 hasta (%88), Multifokal 15 hasta (%75) ve Monofokal 14 hasta (%70)) cerrahilerinden ve postoperatif görme performanslarından çok memnun oldukları izlendi, istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmedi ($p>0.05$)

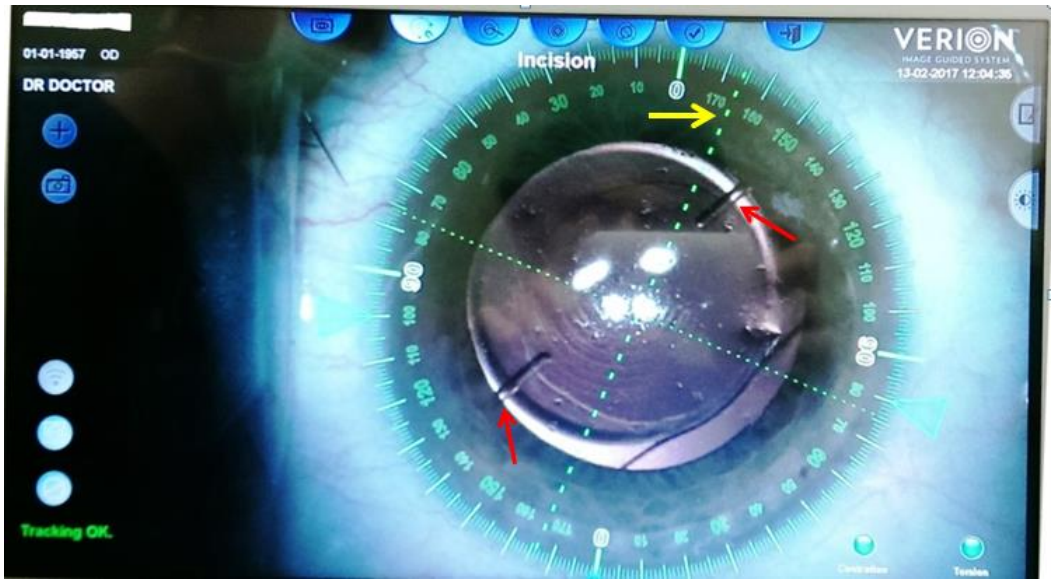
Kamaşma şikayetleri açısından hastalar sorgulandığında Trifokal Torik grubundaki 14 hastada (%77), Multifokal grupta 14 hastada (%70) ve Monofokal grupta ise 18 hastada (%90) hiç şikayetin olmadığı görüldü. Monofokal grubunun istatistiksel olarak anlamlı oranda ($p=0.0263$) kamaşma şikayetlerinin daha az olduğu tespit edildi. Hafif şikayeti olan hastaların sayısı ise Trifokal Torik grubunda 3 iken (%16), Multifokal grubunda 5 (%25) ve Monofokal grubunda 2 (%10) idi. Monofokal grupta orta şiddette kamaşma şikayeti olan hasta olmazken, Trifokal Torik ve Multifokal gruplarında 1'er hastada (%7, %5) orta düzeyde kamaşma şikayetlerinin olduğu görüldü.

Torik GİL rotasyon

Trifokal Torik GİL uygulanan hastaların postoperatif GİL rotasyonlarına pupil dilate edilerek bakıldı. Ortalama rotasyon miktarı 5,88 °±4,15 °(min:0,00°max:15°) idi. Ancak belirgin GİL rotasyonu olarak yalnızca bir hastanın bir gözünde postoperatif ilk gün 22°'lik bir aks sapması görüldü. Hastanın cerrahi öncesi astigmatik değeri 4.00 D iken cerrahi sonrası ilk gün 2.00 D 'lik değer alındı. Yapılan ön segment muayenesinde 167° aksında durması gereken GİL aksının 22°kadar kaydığı ve GİL'in 145°de durduğu tespit edildi.



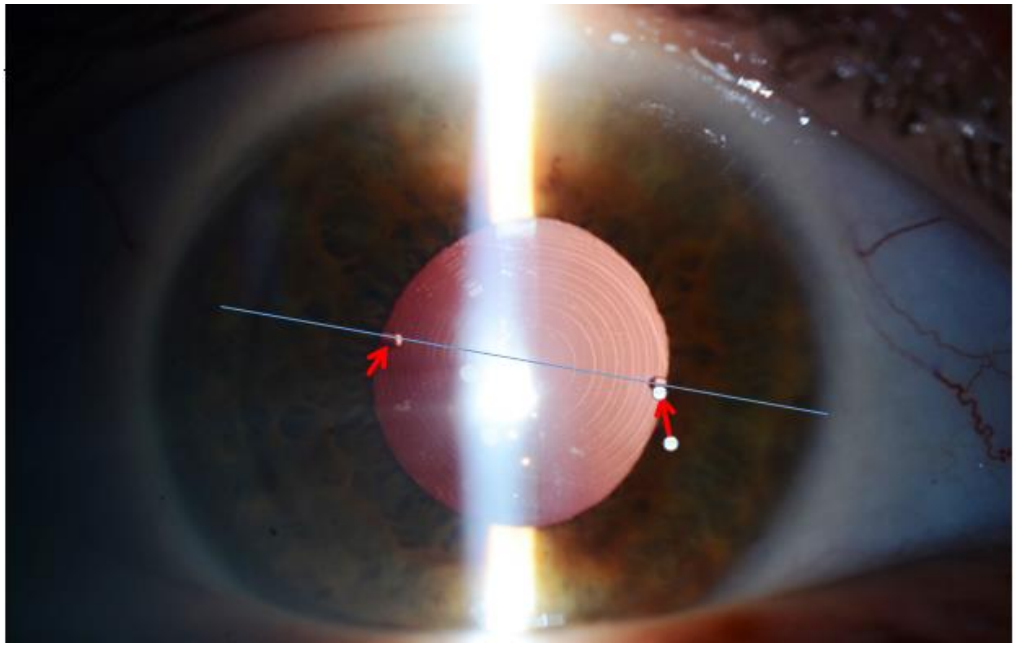
Şekil 4.5: 22 ˚rotasyona uğramış GİL'in ön segment görüntüsü, kırmızı çizgi lensin durması gereken pozisyon, mavi çizgi: lensin mevcut pozisyonu, kırmızı oklar silindirik belirteçler



Şekil 4.6: Rotasyona uğramış GİL düzeltilmeden önceki Verion Görüntüsü, kırmızı oklar silindirik belirteçler, sarı ok planlanan aks çizgisi

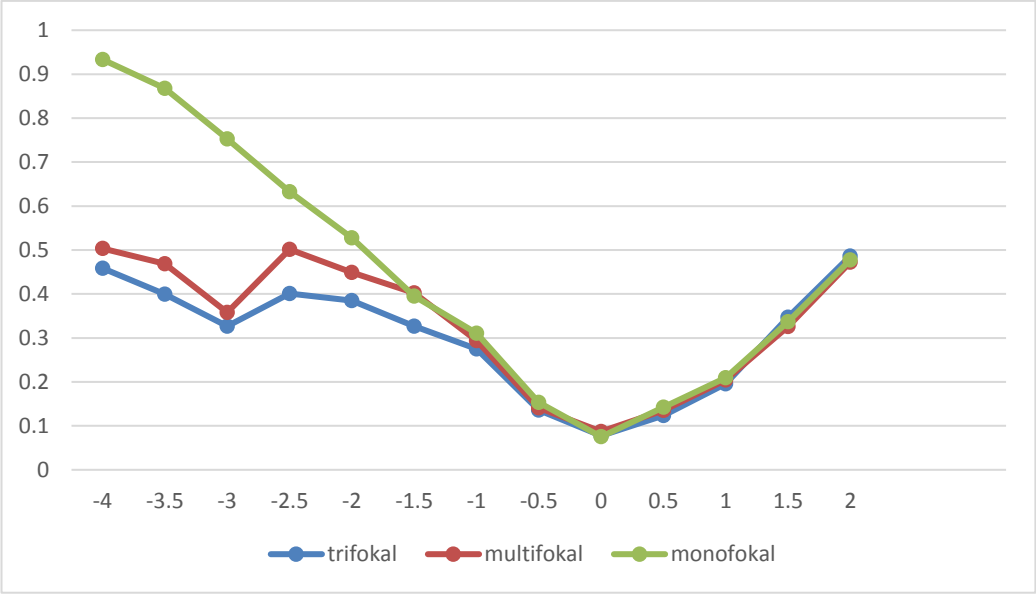
Hasta 1 hafta boyunca takip edildi, kontrollerinde GİL'in pozisyonuna bakıldı. Ancak 1 hafta sonraki kontrolünde de GİL pozisyonun stabil olarak 145 ˚olduğu görüldü. Hasta GİL aksının düzeltilmesi için postoperatif 9. gün tekrar cerrahiye alındı. Cerrahi sırasında GİL'in kapsül içinde manipülasyonlar ile oldukça rahat hareket ettiği, herhangi bir yapışıklığın olmadığı görüldü.

Önceki cerrahi sırasında kullanılan Verion Mikroskop Güdümlü Görüntüleme Sisteminin yardımıyla GİL cerrahi öncesi planlanan 167 ˚lik pozisyonuna getirildi.



Şekil 4.7: GİL düzeltildikten sonraki ön segment görüntüsü, kırmızı oklar silindirik belirteçler

Aynı göze ikinci cerrahiden sonra ilk gün alınan refraksiyon ölçümünde 0,25 D'lik astigmat değeri alındı. GİL pozisyonu da 167 ˚de izlendi. Bu hastanın 3. aya kadar olan kontrollerinde yeni bir aks kayması yaşanmadı.



Şekil 4.8: Trifokal Torik, Multifokal ve Monofokal gruplarının optik defokus eğrileri

Uzak ve Yakın Stereopsis

Hastalara 3. ay sonunda binoküler olarak "The Titmus Stereotest" ile yakın ve orta mesafeden, "Distance Randot Stereotest" ile uzak mesafeden stereopsis testi yapıldı. Titmus testi 40 cm ve 80 cm uzaklıktan, Distance Randot testi ise 2 mt ve 3 mt mesafeden yapıldı.

Trifokal Torik grubu hastaların yakın (40 cm ve 80cm) ve uzak (2mt ve 3mt) stereopsis değerleri sırasıyla; 40 cm: 63.3±23.9 ark/sn, 80 cm: 76±25.6 ark/sn, 2 mt: 153±80.5 ark/sn ve 3 mt: 266±113.7 ark/sn idi

Multifokal grubu hastaların yakın (40 cm ve 80cm) ve uzak (2mt ve 3mt) stereopsis değerleri sırasıyla; 40 cm: 73.1±17 ark/sn, 80 cm: 93±28.4 ark/sn, 2 mt: 158±53.4 ark/sn ve 3 mt: 285±108.9 ark/sn idi.

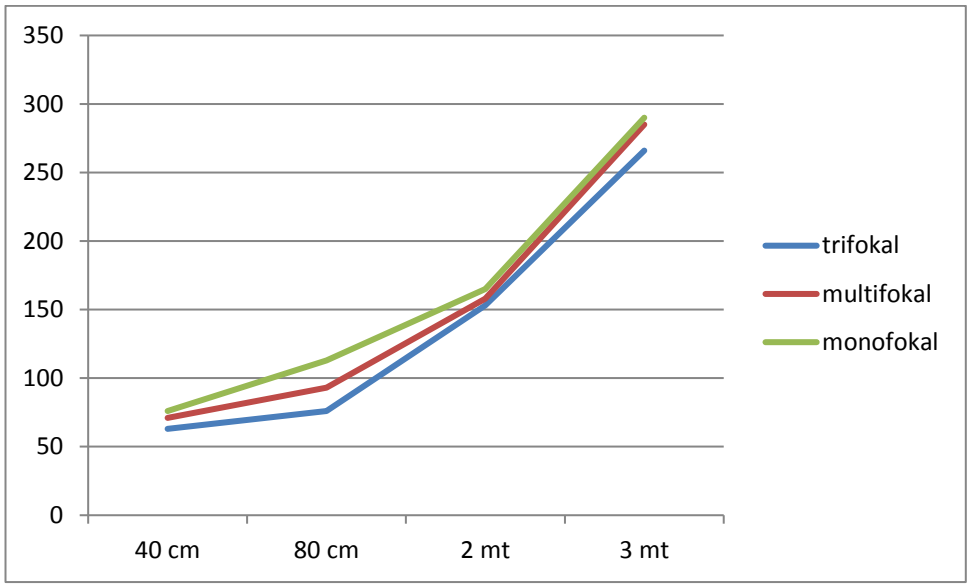
Monofokal grubu hastaların yakın (40 cm ve 80cm) ve uzak (2mt ve 3mt) stereopsis değerleri sırasıyla; 40 cm: 76.0±18.8 ark/sn, 80 cm: 113±33.2 ark/sn, 2 mt: 165±74.5 ark/sn ve 3 mt: 290±102 ark/sn idi.

Her üç grup hastanın düzeltilmiş görme keskinlikleri ile ölçülen çeşitli mesafelerdeki stereopsis değerleri arasında istatistiksel anlamlı fark bulunamadı(40cm: p=0.372, 80cm: p=0.264, 2mt: p=0.720 ve 3mt p=0.753)

Tablo 4.14: Postoperatif 3.ay kontrolünde ölçülen binoküler stereopsis değerleri

Stereopsis Ark/sn	Trifokal Torik	Multifokal	Monofokal	p değeri
40 cm	63.3±23.9 100-40	73.1±17 140-40	76.0±18.8 140-60	P=0.372
80 cm	76±25.6 140-40	93±28.4 140-60	113±33.2 200-60	P=0.264
2 mt	153±80.5 400-60	158±53.4 200-60	165±74.5 400-100	P=0.720
3 mt	266±113.7 400-100	285±108.9 400-100	290±102 400-200	P=0.753

*Kruskal-Wallis test



Şekil 4.9: Üç grup hastanın binoküler derinlik hissi test sonuçları

5. TARTIŞMA

Gelişen teknolojiyle beraber günümüzde uygulanan FAKO ile katarakt cerrahisindeki yeniliklere eş zamanlı olarak GİL'lerin üretim teknolojilerinde ve uygulamalarında da ciddi ilerlemeler göze çarpmaktadır. Uzak-orta-yakın mesafe görüşü sağlamaya çalışan Trifokal GİL'lerine astigmatik düzeltici komponentin eklenmesiyle üretilen Trifokal Torik GİL'ler kısa zamanda popüler olmuştur.

Trifokal Torik lensler; optik kırıcılığının uzak-orta-yakın mesafe için düzenlendiği semi-apodizasyon mekanizması ve arttırılmış fokus derinliği (EDOF) özelliğine sahip göziçi lenslerdir. Aynı zamanda korneal astigmatizması 1.00 D veya üzerinde olan hastaların bu problemini optiğinin üzerindeki Torik eklenti ile düzeltebilirler. Sonuç olarak uzak mesafe (6mt ve uzağı), orta mesafe (80 cm) ve yakın mesafede (40 cm) gözlüksüz olarak en iyi ve sorunsuz görme düzeyini hedefleyen lenslerdir.

Geleneksel Multifokal GİL'ler geniş fokus derinlikleri ve fonksiyonel çalışma mesafesinde kısmi artışlar sağlarlar. Ancak uzak ve yakın mesafede daha net görüş sağlasalar da, kişinin günlük yaşamında oldukça fazla yer edinen orta mesafe görüşü konusunda yeterli performansı çoğu zaman gösteremezler.[96] Trifokal lenslerin ise üzerindeki konsantrik halkalar ile aktif difraktif yapısıyla ara (orta) mesafede +1.50 D, yakın mesafede ise +3.00 D kırıcılığı mevcuttur. Bu nedenle kişiye hem yakın hem de orta mesafede yüksek performanslı bir görüşü uzak mesafe görme düzeylerini etkilemeden sağlayabilmektedir.[97] Ara mesafe görüşündeki bu kazanç hastalarda günlük rutin yaşam kalitesinde anlamlı artışlar sağlanmaktadır.[98]

Monofokal GİL'ler ise sadece uzak mesafede net görüş sağlayabilirler. Yakın ve orta mesafe için gözlük kullanılmasını gerektirirler. Bununla birlikte katarakt cerrahilerinde günümüzde en yaygın kullanım oranına sahip lenslerdir.

Trifokal ve Multifokal lensler uzak ve yakın mesafelerde hastaları gözlük veya kontakt lensten bağımsız kılarak yeterli görme seviyeleri sağlayabilirler. Ancak cerrahi sonrası ilk dönemlerde hastaları daha çok rahatsız eden, zamanla şikayetlerin

nispeten azaldığı, kamaşma ve halo bu tür lenslerde kullanımı sınırlayan önemli bir şikayet konusudur. [99]

Bu çalışmada Acriva Reviol Tri-ED Torik GİL'in kataraktlı ve korneal astigmatizması ≥1.00 D olan hastalardaki etkinliğinin değerlendirilmesi amaçlandı. 18 hastanın 36 gözüne Fakoemülsifikasyonla implantasyon yapıldı ve 3 ay süreyle hastalar takip edildi. Bu hastalar; uzak-orta-yakın mesafe görme düzeyleri, refraktif değişiklikleri ve torik GİL'in postoperatif rotasyonu açısından açısından değerlendirildi. Görme performansı açısından görme keskinliği testinden daha önemli olduğu bilinen kontrast duyarlılık ve kamaşma testleri yapıldı. Hastalara günlük rutinlerin görmeye bağlı etkilenme düzeylerini ölçen İşlevsel Görme Anketi (NEI-VFQ-25) uygulandı. Hasta genel memnuniyetini sorgulamak adına memnuniyet düzeyleri belirlendi. Binoküler uzak (2 mt ve 3 mt) ve yakın (40 cm ve 80 cm) derinlik hissi için Monofokal ve Multifokal kontrol gruplarından 20'şer hasta ile karşılaştırıldılar.

Çalışmamızda; 36 gözün preoperatif düzeltilmemiş en iyi uzak, orta ve yakın görme düzeyleri sırasıyla 0,883±0,249 logMar, 0,813±0,110 logMar, 0,813±0,151 logMar olarak tespit edildi. Katarakt cerrahileri sonrasında 3. ay kontrollerinde bu değerler sırasıyla 0.077±0.054 logMar, 0,172±0,085 logMar, 0,188±0,097 logMar olarak ölçüldü ($p<0.001$). Acar ve ark. 40 hastanın 80 gözüne Acriva Reviol Tri-ED GİL implante etmiş ve hastalar altı ay boyunca takip edilmiş olup, postoperatif 6. Ay görme sonuçları sırasıyla UGK: -0.04±0.08 logMar, OGK: 0.08±0.11 logMar, YGK: 0.15±0.12 logMar olarak bildirilmiştir.[100] Vryghem ve ark. 25 hastanın 50 gözüne FineVision Trifokal GİL implantasyonu yapmış ve postoperatf 6.ay binoküler görme sonuçlarnı UGK: -0.04±0.09 logMar, OGK: -0.10±0.15 logMar ve YGK: 0,02±0,06 logMar olarak raporlamışlardır.[101] Jonker ve ark. 15 hastanın 30 gözüne FineVision Micro F Trifokal GİL uygulamış ve postoperatif 6.aydaki binoküler görme keskinliklerini UGK: 0.01±0.11 logMar, OGK: 0.32±0.15 logMar ve YGK: 0.15±0.13 logMar olarak tespit etmişlerdir.[102] Cochener ve ark. yapmış olduğu 47 hastalık bir seride 94 göze FineVision Trifokal GİL uygulaması yapılmış ve postoperatif 6.ayda

binoküler görme keskinlikleri UGK: 0.02±0.09 logMar, OGK: 0.05±0.08 logMar ve YGK: 0.00±0.04logMar olarak raporlanmıştır.[103] Kretz ve ark. 38 hastanın 76 gözüne uygulamış oldukları AT LISA Trifokal GİL uygulamasının ardından postoperatif 3.ayda binoküler görme keskinliklerini UGK: 0.00 logMar, OGK: 0.10 logMar ve YGK: 0.10 logMar veya daha iyi olarak bildirmişlerdir.[104]

Trifokal Torik GİL uygulaması son birkaç yılda yaygınlaşmış olmasına rağmen bu tür lensler üzerine yapılan çalışmalarda alınan sonuçlar oldukça olumludur. Kullanımları arttıkça yapılacak olan daha fazla sayıda hasta içeren çalışmalarla görme keskinliklerine ait sonuçlar çok daha tutarlı olacaktır. Mojzis ve ark. 16 hastanın 30 gözüne AT LISA 939M/MP Trifokal Torik GİL uygulaması yapmış ve postoperatif 3.ayda görme keskinliklerini UGK: 0.03±0.11 logMar, OGK: 0.08±0.11 logMar ve YGK: 0.16±0.09 logMar olarak tespit edilmiştir.[105] Kretz ve ark.; 28 hastanın 56 gözüne AT LISA 939M/MP Trifokal Torik GİL implantasyonu ardından hastaların cerrahiler sonrası 3.ay görme keskinliklerini monoküler UGK: 0.13±0.15 logMar, OGK: 0.08±0.15logMAr ve YGK: 0.13±0.18 logMar şeklinde; binoküler UGK: 0.05±0.10 logMar,OGK: 0.08±0.19 logMar ve YGK: 0.10±0.16 logMar şeklinde raporlarmışlardır.[106] Farideh ve ark.; 5 keratokonus hastasının 10 gözüne AT LISA 939M/MP Trifokal Torik GİL implantasyonu ardından postoperatik 6.ay monoküler UGK: 0.13±0.09 logMar, OGK:0.11±0.07 logMar ve YGK: 0.1±0.06 logMar olarak raporlamışlardır.[107] Gundersen ve Potvin; 11 hastanın 22 gözüne FineVision Trifokal Torik GİL ve 11 hastanın da yine 22 gözüne Alcon Restor SND1T Bifokal Torik uygulamasının ardından her iki grup arasındaki UGK ve DUGK düzeyleri arasında anlamlı fark bulamamışlardır.(p=0.16 ve p=0.44)[108]

Uzak görme keskinliği açısından çalışmamız literatür ile karşılaştırıldığında yapılan çalışmalar ile benzer görme düzeylerini elde etmiş bulunmaktayız. Ancak orta ve yakın mesafe görme keskinlikleri açısından değerlendirme yapıldığında; Acar ve ark. ‘nın[100], Vryghem ve ark. ‘nın[101], Cochner ve ark.’nın[103], Mojzis ve ark.’nın[105], Kretz ve ark. ‘nın[104] çalışmalarında bizim çalışmamızdan daha iyi orta mesafe görme

keskinliği değerleri olduğu görlüldü. Çalışmamızdaki orta mesafe görme keskinliği Jonker ve ark.'nın[102] raporladığı görme keskinliği düzeylerinden ise daha iyi olduğu izlenmiştir. Farideh ve ark.'nın[107] bildirdiği orta mesafe görme keskinliği düzeylerinin ise çalışmamızdakine benzer olduğu görüldü. Yakın mesafe görme keskinlerinde literatür sonuçları ise; Vryghem ve ark.'nın[101] yayını dışındaki çalışmalarda, çalışmamıza benzer düzeylerde bildirilmiştir. Genel olarak postoperatif görme seviyelerine bakıldığında literatürdeki çeşitli yayınlarda uzak-orta-yakın mesafelerdeki görme seviyeleri benzer olarak değerlendirilmiştir. Bizim çalışmamızda da literatürdeki yayınlara yakın seviyelerde görme keskinlikleri tespit edilmiş olmasına rağmen hasta sayımızın nispeten daha az olması dezavantaj olarak görülebilir.

Çalışmamızda hastaların postoperatif 3.ayda sferik ölçümleri ortalama -0.11±0.40, silindirik değerleri ortalama 0.64±0.33 ve sferik eşdeğerleri ortalama -0.39±0.50 olarak ölçüldü ($p<0.005$) Farideh ve ark. yapmış olduğu çalışmada gözlerin tamamında 1.00 D altında postoperatif astigmatizma ve gözlerin %60'ında ise 0.75 D ve altında astigmat değerleri bildirilmiştir.[107] Gundersen ve Potvinin çalışmasında Trifokal Torik grubunda; postoperatif sferik eşdeğer ortalaması 0.28±0.38, silindirik değer 0.30±0.26 olarak, Bifokal Torik grubunda ise postoperatif sferik eşdeğer ortalaması 0.09±0.42, silindirik değer 0.49±0.45 olarak raporlanmıştır. [108]

Mojzis ve ark. çalışmalarında hastaların postoperatif 3. ay sferik değer ortalaması -0.28±0.41, silindirik değer ortalamaları 0.35±0.27 ve sferik eşdeğer ortalamaları -0.45±0.42 olarak bildirilmiştir[105] Kretz ve ark. çalışmalarında ise bu değerler sırasıyla postoperatif 3.ayda sferik değer ortalama -0.17±0.51, silindirik değer ortalama -0.40±0.31 ve sferik eşdeğer ortalama -0.37±0.50 şeklinde tespit edilmiştir. [106] Postoperatif sferik değer sonuçlarımız literatürdeki diğer Trifokal Torik GİL çalışmaları ile karşılaştırıldığında birbirine benzer değerler ile karşılaşıldığı görüldü. Rezidü astigmatizma sonuçlarımız ise literatüre kıyasla nispeten yüksek değerlerde olmasına rağmen kabul edilebilir sınırlar içindedir. Hastaların çok yüksek oranda uzak gözlük ihtiyacının olmaması bunu destekler niteliktedir. Cerrahi sırasında kullanılan ana giriş yerinin korneal astigmatizma akslarına olan pozisyonu da rezidü astigmatizma değerlerinde önemlidir. Bu parametre ayrı bir çalışma konusu olarak

değerlendirilebilir ve kesi yeri-rezidü astigmatizma karşılaştırılması yapıldığında daha değerli bilgiler elde edilebilir.

Çalışmamızda fotopik koşullarda kontrast duyarlılık ve kamaşma testi Trifokal Torik, Multifokal ve Monofokal gruplarındaki hastalara ayrı ayrı uygulanmış ve her üç gruptaki tüm hastaların 6 CPD uzaysal frekansta en yüksek kontrast duyarlılığa sahip olduğu izlenmiştir. (Trifokal Torik: 1.83±0.22 logU, Multifokal: 1.72±0,25logU, Monofokal: 2.03±0,18 logU) Artan uzaysal frekans değerlerinde tüm hastaların kontrast duyarlılıkların azaldığı görüldü. Trifokal Torik grubunun Multifokal gruba göre istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte daha iyi kontrast duyarlılığa sahip olduğu ($p>0.05$) ancak Monofokal gruptan daha düşük duyarlılık değerlerine sahip olduğu izlendi ($p>0.05$). Bu sonuçlarla Monofokal GİL uygulanan hastalarda kontrast duyarlılık sonuçlarının Multifokal ve Trifokal GİL uygulanan hastalara kıyasla daha iyi olduğu söylenebilir. Kretz ve ark.[106] , Farideh ve ark. [107] ve Mojzis ve ark.[105] yaptıkları çalışmalarda Trifokal Torik GİL uygulanan hastaların en yüksek kontrast duyarlılık düzeylerin çalışmamızda olduğu gibi 6 CPD uzaysal frekansta tespit edildiği bildirilmiştir. Acar ve ark.[100] yaptıkları çalışmada Trifokal GİL uygulanan hastalarda yine 6 CPD uzaysal frekansta en yüksek kontrast duyarlılık ve artan frekans değerlerinde azalan duyarlılık raporlanımıştır. Jonker ve ark. çalışmasında Trifokal ve Bifokal hastaların fotopik şartlarda kontrast duyarlılık eğrileri çıkartılmış ve bizim çalışmamızdaki sonuçlara benzer bir eğri elde edilmiştir.[102] Voskresenskaya ve ark. çalışmasında ise 28 hastanın 36 gözüne Trifokal GİL implante edilmiş ve postoperatif 6. ayda test edilen fotopik şartlardaki kontrast duyarlılık teslerinde en yüksek duyarlılığın 3 CPD spasyal frekans düzeyinde olduğu bildirilmiştir.[98] Hastalarımızın kontrast duyarlılık eğrisi diğer çalışmalardakine benzer şekilde 6 CPD spasyal frekansta en yüksek oranda tespit edilmiş olup, 3 CPD ve 6 CPD frekanslarında normal değerler üzerindedir. (Normal kontrast duyarlılık LogU değerleri 3 CPD: 1.56±0.15, 6 CPD: 1.80±0.16, 12 CPD: 1.50±0.15 ve 18 CPD: 0.93±0.25)[109] Fakat artan frekanslarda diğer çalışmalarda olduğu gibi bizim çalışma grubumuzdaki hastalarda da normal sınırların altındaki değerlere düşüş gözlenmiştir. Yine de bu düşüş Multifokal grubundaki hastalara kıyasla daha az orandadır. Bunun sebebi olarak

Acriva Reviol Tri-ED Torik GİL'in ışık kaybı oranının %10.9, Acriva Reviol Multifokal GİL'de ise bu oranın %20'lere varması gösterilebilir.

Çalışmamızda postoperatif 3. ayda Trifokal Torik GİL rotasyon ölçümlerinde ortalama 5.88 °±4.15 °bir rotasyon izlendi. Mojzisve ark.[105] çalışmalarında hastaların %40'ında (12 gözde) 0 °rotasyon, %53'ünde (16 gözde) 1°- 3°rotasyon ve %7'sinde de (2 göz) 4°- 5°rotasyonel sapma olduğu bildirilmiştir. Lubinski ve arkadaşları 18 hastanın 26 gözüne Torik GİL implantasyonu uygulamış ve postoperatif 6.ayda ortalama rotasyonel sapmanın 1.1°±2.4°olduğunu tespit etmiştir.[110] Venter ve Pelouskova'nın çalışmalarında 58 hastanın 89 gözüne Multifokal Torik GİL implante edilmiş ve postoperatif 3.ayda GİL rotasyonel sapma miktarı ortalama 2.53°±2.27° olarak raporlanmıştır. Bu çalışmada bütün gözlerdeki rotasyonel sapma miktarı 10° içinde kalmıştır.[111] Bilindiği üzere Torik GİL implantasyonu sonrasındaki; 15° rotasyon istenen etkinin yarısının ve 30 ° rotasyon istenen etkinin tamamının kaybolmasına neden olmaktadır. 90 °'lik bir rotasyon ise mevcut astigmatik problemin ikiye katlanmasıyla sonuçlanır.[93] Torik GİL'in göz içinde cerrahi sonrası dönemde stabil şekilde kalması haptik yapısı ile yakından ilişkilidir. Acriva Reviol Tri-ED Torik GİL'in plate haptikli yapısı ile bu konuda oldukça başarılı olduğunu düşünmekteyiz. Rotasyon ölçüm yöntemi konusunda bilgisayar destekli objektif bir ölçüm metodu bulamadık. Ölçümü yapan kişiye bağlı olarak rotasyon miktarlarında küçük farklılıklar izlenebilmektedir. Bu konuda teknolojik gelişmelerin ilerlemesi ile gelecekte daha net bilgiler elde edebileceğimiz kanaatindeyiz.

Bulgular kısmında da bahsedildiği üzere yalnızca bir hastanın bir göz cerrahisinden sonra postoperatif 1. gün 22 °'lik aks sapması görüldü. Bu durumun cerrahi sırasında kullanılan viskoelastik maddelerin GİL'in arkasında bir miktar kalmış olabileceği veya yara yerinin postoperatif ilk saatlerde fazla miktarda sızdırmasına bağlı ön kamara hacim azalmasından kaynaklanmış olabileceği düşünüldü. Bu rotasyon postoperatif 9.günde ikinci bir cerrahiyle düzeltildi. Takip eden dönemlerde herhangi bir problemle karşılaşılmadı.

Çalışmamızda Trifokal Torik GİL'in optik defokus eğrisi yapıldığında ve diğer gruplar ile karşılaştırıldığında +1.00 ile -3.00 sferik değerleri arasında hastaların tatminkar bir görme keskinliğine sahip olduğu izlendi. M şeklindeki defokus eğrisinin Multifokal grubundaki hastalarda da benzer şekilde ortaya çıktığı ancak orta mesafe görüş alanı olan -1.00 ile -2.50 arasında Trifokal gruba kıyasla daha derin bir düşüş olduğu görüldü. Acriva Reviol Trifokal Tri-ED lensinin özelliklerinden biri de lensin arka yüzünde basamaklı yapıdaki semi-apodizasyon teknolojisidir. Bu sistem lense EDOF (Enhanced Depth of Focus) özelliği kazandırmakta, gözün odaklanma alanını arttırp uzak, orta ve yakın mesafede hastaları memnun edebilecek bir görme düzeyine ulaştırmaktadır. Acar ve ark. yapmış olduğu çalışmada da benzer şekilde bir defokus eğrisi elde edilmiş olup hastaların görme keskinlikleri, +1.50 ile -4.00 D arasında, 0.30 logMar düzeyinin altına inmemiştir[100] Gundersen ve Potvin'in Bifokal ve Trifokal Torik GİL uygulanan hastaların karşılaştırıldığı çalışmalarında, bizim çalışmamıza benzer şekilde, Trifokal grubundaki hastaların defokus eğrilerinin Bifokal gruba kıyasla daha stabil olduğu ve ara mesafe görüş alanı olan -1.00 ile -2.50 D'ler arasında daha az görme düşüşü yaşandığı tespit edilmiştir. [108] Mojzis ve ark. çalışmalarında ise Trifokal Torik GİL uygulanan hastaların defokus eğrilerine göre -1.00 ile -5.50 D'ler arasında görme keskinliği 0.20 logMar düzeyinin altına inmediği belirlenmiştir.[105] Literatür kaynakları ve bizim çalışmamızda da izlendiği üzere Trifokal lensler ile hastalara her mesafede net bir görme kazandırılabilir.

Çalışmamızda Görme İşlevi Ölçeği Anketi (NEI-VFQ-25) sonuçlarına göre her üç grupta da, istatistiksel olarak anlamlı, görmeye bağlı yaşam kalitesinde artış olmuştur. ($p<0.001$) Ancak üç hasta grubu birbirleriyle değerlendirildiklerinde anket skoru artış oranlarının istatistiksel olarak anlamsız olduğu görüldü ($p=0,237$). Bu sonuçlarla hastaların görmeye bağlı günlük aktivitelerinin katarakt gelişimiyle etkilendiği, cerrahi sonrasında kataraktlı lensin alınıp GİL implantasyonu yapılmasının hastaların görme düzeylerinin artışını sağlayarak günlük aktivitelerinin daha rahat yapılmasını sağladığı sonucuna ulaşılabilir. Gundersen ve Potvin'in çalışmalarında Bifokal ve Trifokal hastalarının postoperatif NEI-VFQ-25 anket skorları arasında bizim çalışmamızda olduğu gibi istatistiksel fark bulunamadığı tespit edilmiştir ($p>0.26$)[108]

Hastaların kataraktlı olan lenslerinin alınması ve GİL implantasonu yapılmasıyla görüş netliğine yeniden sahip olmaları sonucu yaşam kalitelerinin her koşulda arttığı söylenebilir.

Hastaların genel memnuniyet düzeylerine bakıldığında üç gruptaki hastaların çoğunluğunun genel görme performansından çok memnun olduğu (Tifokal Torik %88, Multifokal %75 ve Monofokal %70) görüldü. Gözlük bağımlılık oranları değerlendirildiğinde Trifokal Torik grubundaki hastaların %83'ünün uzak veya yakın gözlüğe ihtiyaç duymadığı, %13'ünün sadece yakın gözlüğe ve %4'ünün de sadece uzak gözlüğe ihtiyaç duyduğu belirlendi. Multifokal grubunda bu oranlar; gözlüğe hiç ihtiyaç duymayanlar %80, sadece yakın gözlük ihtiyacı olanlar %15 ve sadece uzak gözlüğe ihtiyaç duyanlar ise %5 idi. Monofokal grubundaki hastaların %80'i yakın gözlük ihtiyacı duyarken, %10'u uzak gözlük ve %5'inin de hem yakın hem de uzak gözlük ihtiyacı oldu. Acar ve ark'nın çalışmalarında hastaların %90'dan fazlasının günlük aktivitelerinde görmeye bağlı herhangi bir zorluk yaşamadıkları bildirilmiştir.[100] Voskresenskaya ve ark.'nın çalışmasında %95 oranında hastaların yakın için gözlük ihtiyacı olmadığı tespit edilmiştir. [112] Hayashi ve ark'nın çalışmalarında ise Multifokal GİL takılan hastaların Monofokal gruptaki hastalara göre yakın gözlük ihtiyacının istatiksel olarak anlamlı oranda daha az olduğu raporlanmıştır.[113] Bu sonuçlarla Trifokal veya Multifokal GİL takılan hastalarda yakın gözlük ihtiyacının önemli oranlarda azaldığını söylemek mümkündür. Uzak gözlük ihtiyacı ise Monofokal, Multifokal ve Trifokal gruptaki hastalarda istatistiksel olarak benzer oranlarda azaldığı izlenmiştir.

Trifokal ve Multifokal GİL uygulanan hastaların önemli problemlerinden biri olan cerrahi sonrası kamaşma şikayetleri de hastalarda sorgulandı. Trifokal Torik grubunda hastaların %77'si bu durumdan şikayet etmezken, Multifokal grubunda bu oran %70 ve Monofokal grubunda ise öngörüldüğü üzere %90 idi. Hafif düzeyde kamaşma şikayeti olan hastaların oranı ise Trifokal Torik grubunda %16, Multifokal grubunda %25 ve Monofokal grubunda ise %10 idi. Trifokal Torik grubunda %7 ve Multifokal grubunda ise %5 oranında orta şiddette kamaşma şikayeti olan hasta mevcuttu. Hayashi ve ark.'nın çalışmasında %83 oranında hastada hiç kamaşma

şikayeti olmazken, %4'lük bir hasta grubunda hafif düzeyde ve %3.3 oranında da orta şiddette kamaşmadan şikayetten söz edilmiştir.[113] Voskresenskaya ve ark.'nın çalışmasında ise genel olarak kamaşma şikayeti olan hastaların oranı %16.7 olarak bildirilmiştir.[112] Çalışmamızdaki hasta sayısının literatürdeki kaynaklara göre nispeten az olması bu oranları etkilemiş olabilir. Kontrast duyarlılık tartışmasında bahsedildiği gibi Acriva Reviol Tri-ED Torik GİL'in semi-apodizasyon teknolojisi sayesinde göze giren ışık kaybını oldukça önemli miktarda azaltmasının kamaşma şikayetlerinin de ciddi oranda azalmasına neden olduğunu düşünüyoruz.

Yakın stereopsis değerlerinin ölçüldüğü Titmus testinin çalışmamızdaki sonuçları, Trifokal Torik grubunda: 56±23.0 ark/sn, Multifokal grubunda: 75±24.3 ark/sn ve Monofokal grubunda: 96±26.4 ark/sn olarak değerlendirilmiştir. Teresa Ferrer-Blasco ve ark yapmış olduğu çalışmada 30 hastaya bilateral Multifokal GİL implatasyonu yapılmış ve yakın stereopsis titmus test sonuçları (40cm) 44.55±1.08 ark/sn olarak bildirilmiştir.[114] Ken Hayashi ve ark., 100 psödofak (monofokal) hastanın yakın stereopsisinin değerlendikleri çalışmalarında hastaların değerleri 57.1± 36.9 ark/sn olarak raporlanmıştır.[115] Yakın stereopsis sonuçlarımız ve literatür kaynakları arasında benzer sonuçlar elde edilmiştir. Ancak yaptığımız araştırmada literatürde Trifokal GİL uygulanmış hastalar üzerinde uzak ve orta mesafe stereopsis değerlerinin çalışıldığı bir kaynağa ulaşılamadı. Çalışmamızın bu konuda literatüre önemli bir kaynak olacağını düşünmekteyiz.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yaptığımız çalışmada Trifokal Torik GİL kullanımının, gözünde herhangi bir hastalığı olmayan ve daha önce oküler cerrahi geçirmemiş, korneal astigmatizması olan katarakt hastalarında görme keskinliği düzeylerini her mesafede tatminkar şekilde arttırdığı izlendi. Uzun yıllar boyunca astigmatik gözlük kullanan hastaların, katarakt cerrahisi sonrasında uzak görüşünde gözlük veya kontakt lensten bağımsız hale getirilmesinde Trifokal Torik GİL'ler gelecekte önemli bir yer tutacaktır.

Postoperatif kontrast duyarlılıkta azalma ve hastaların bir kısmının hafif düzeyde kamaşma şikayetleri olsa da cerrahiler sonrasında gözlükten kurtulmuş olmaları yaşam kalitelerinde anlamlı düzeyde artış olmasını sağlamıştır.

Trifokal Torik hastalar uzak mesafe stereopsis testlerinde Monofokal hastalara yakın bir performans göstermişlerdir.

Sonuç olarak Trifokal Torik GİL'lerin astigmat düzeltici etkisi ve sağladığı geniş odak noktalı görme performansı sayesinde hastaların konforlu bir şekilde kullanabileceği bir GİL türü olacağı kanaatindeyiz.

KAYNAKLAR

1. Gozum N. Katarakt ve Tedavisi. Klinik Gelişim 2012;**25**:12-15.
2. Fındık H. Fakoemülsifikasyon Cerrahisinde 3,0 Ve 4,1 Mm Kornea Kesilerinin Astigmatizma Üzerine Etkisi. TC Sağlık Bakanlığı Şişli Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi 2009;**uzmanlık tezi** 5-9.
3. O'Dwyer PA. Anatomi. American Academy of Ophthalmology 2008-2009;**Lens ve Katarakt**:5-9.
4. Tök L. Lens Hastalıkları Derman Medical Publishing 2016:89.
5. Özçetin H. Katarakt ve Tedavisi, 1. Baskı. İstanbul, Scala Basın Yayım Dağıtım 2005;**19**:45-47.
6. Yanoff M DJS, Rosen ES,. Cataract Formation Mechanisms. Chitkara DK 2004;**2.2**:273-79.
7. Sweeney MH TR. An İmpediment to glutathione diffusion in older normal human lenses: a possible precondition for nuclear cataract. Exp Eye Res 1998;**67**:587-95.
8. Truscott R. Age-related nuclear cataract: a lens transport problem. Ophthalmic Res 2000;**32**:185-94.
9. Albert DM JF. Biochemistry of the lens. Principles and practice of ophthalmology. Basic sciences 1994:147-65.
10. Zigman S. Schultz J YT. Cataract induction in mice exposed to near UV light. Ophthalmol Res 1974;**6**:259.
11. Kashima K TB, Unser M,. Aging studies on normal lens using the Scheimpflug slit lamp camera. Invest Ophthalmol Vis Sci 1993;**34**:263.
12. Van Heyningen R SB, Henkind P, Lichter P. What happens to the human lens in cataract? Selected Readings in Ophthalmology Companion Source Manual San Francisco: American Academy of Ophthalmology 1976:112.
13. Maraini G PP, Sperduto RD. Distribution of lens opacities in the Italian-American Case-Control Study of Age-Related Cataract. The Italian-American Study Group Ophthalmology 1990;**97**:752.

14. Kinoshita JH KP, Datiles M. Aldose reductase in diabetic cataract. JAMA 1981:246-59.

15. Karel F IY, Takmaz T. Lens metabolizması ve katarakt gelişim mekanizmaları. T Klin Oftalmoloji 1997;**6**:50-56.

16. Schein O WS, Mundy B,. Cortical lenticular opacification: Distribution and location in a longitudinal study. Invest Ophthalmol Vis Sci 1994;**35**:363.

17. Taylor HR WS. The clinical grading of lens opacities. Aust NZ J Ophthalmol 1989;**17**:81.

18. Klein BE KR, Linton KL. Prevalence of age-related lens opacities in a population: The Beaver Dam Eye Study. Ophthalmology 1992;**99**:546.

19. Lasa S PM, Datiles M,. Glare sensitivity in early cataracts. Br J Ophthalmol 1993;**77**:489.

20. Datiles MB. Tasman W JE. Clinical evaluation of cataracts. Duane's Clinical Ophthalmology Philadelphia: JB Lippincott 1993;**6**:127.

21. Yanoff M FBTW, Jaeger EA. Lens. Duane's Clinical Ophthalmology Philadelphia: JB Lippincott, 1986;**2**:273.

22. Fishman GA AR, Lourenco P. Prevalence of posterior subcapsular lens opacities in patients with retinitis pigmentosa. Br J Ophthalmol 1985;**69**:263.

23. Fagerholm PP PB. Cataract in retinitis pigmentosa: an analysis of cataract surgery results and pathological lens changes. Acta Ophthalmol 1985;**63**:50.

24. Kaiser-Kupfer M KT, Uga S,. Cataract in gyrate atrophy: clinical and morphologic studies. Invest Ophthalmol Vis Sci 1983;**24**:432.

25. Vrensen GF WB, De Jong PT,. Heterogeneity in ultrastructure and elemental composition of perinuclear lens retrodots. Invest Ophthalmol Vis Sci 1994;**35**:199.

26. Phelps Brown N A. The morphology of cataract and visual performance. . Eye 1993; **7**:63-7.

27. Lasa M S DMB, Freidlh V. Potential vision test in patients with cataarcts. . Ophthalmolgy 1995;**102**:1007-11.

28. American Academy of Ophthalmolgy. Preferred Practice Pattern: Cataract in the otherwise healthy adult eye. San Fransisco American Academy of Ophthalmology. . 1989.

29. Regan D GDE, Fresco B B. . Measurement of glare sensitivity in cataract patients using low contrast letter chart. . Ophthalmic Physiol Opt 1993;**13**:115-23.

30. Owsley C SR, Siemsen B. . Contrast sensitivity throughout adulthood. . Vision Research 1983;**23**:689-99.

31. Artal P BE, Guirao A, Piers P. . Contrubition of the cornea and internal surfaces to the change of ocular aberations with age. . J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis 2002;**19**:137-43.

32. Smith G CMJ, Calver R, Garner L F. The spherical aberration of the crystalline lens of the human eye. . Vision Res 2001;**41**:235-43.

33. Stifter E SS, Weghaupt H. . Functional vision with cataracts of different morphologies: Comparative study J Cataract Refract Surg 2004;**30**:1883-91.

34. Hess R WG. Vision through cataract. . Invest Ophthalmol Vis Sci 1978;**17**:429-35.

35. Stifter E SS, Thaler A, Weghaupt H. Contrast acuity in cataracts of different morphology and association to self reported visual function. . Investigative Ophthalmology and Visual Science 2006;**47**:5412-22.

36. De Waard P W T JJK, Van Den Berg T J T P, De Jang P T V M. Intraocular light scattering in age related cataracts. Invest Ophthalmol Vis Sci 1992;**33**:618-25.

37. Howe J MKW. The objective assesment of contrast sensitivity function by electrophysiological means. . Br J Ophthalmol 1984;**68**:626-38.

38. Owsley C SME. Contrast sensitivity, acuity, and perception of real world targets. . Br J Ophthalmol 1987;**71**:791-96.

39. Paulsson L E SJ. Contrast sensitivity in the presence of a glare light. Theoritical concepts and preliminary clinical studies. Invest Ophthalmol Vis Sci 1980;**19**:401-06.

40. Koch D D. Glare and contrast sensitivity in cataract patients. J Cataract Refract Surgery 1989;**15**:158-64.

41. Maraini G RF, Graziosi P, Tomba M C, . Bonacini M and Italian American Study Group: Influence of type and severity of pure forms of age related cataract on visual acuity and contrast sensitivity. . Invest Ophthalmol Vis Sci 1994;**35**:262-67.

42. Arden GB. The importance of measuring contrast sensitivity in cases of visual disturbance. . Br J Ophthalmol 1978;**62**:198-209.

43. Derefeldt Lennerstrand G LB. Age variations in normal human contrast sensitivity. Acta Ophthalmol 1979;**57**:679-90.

44. Ross J E CDD, Bron A J:. Effect of age on contrast sensitivity function: Uniocular and binocular findings. . Br J Ophthalmol 1985;**69**:51-56.

45. Clayman H. Evolution and current status of cataract surgery. In: Albert DM, eds Ophthalmic surgery: principles and tecniques USA: Blackwell Science İnc, 1999;**6**:250.

46. Drews R. Two million intraocular lenses. In: Stark W, Terry AC, Maumenee AE, eds. . Anterior segment surgery Baltimore: Williams and Wilkins 1987;**9**:15.

47. Clayman H. İntraocular lenses. In: Albert DM, eds. . Ophthalmic surgery: principles and tecniques USA: Blackwell Science İnc, 1999;**34**:327.

48. Gimbel HV NT. Development, advantages and methods of the continuous capsuorhexis technique. J Cataract Refract Surg 1990;**7**:16-31.

49. Fine IH MW, Dillman DM. . Crack and flip phacoemulsification. J Cataract Refract Surg 1993;**19**:797-802.

50. Weingeist TA LT, Grand MG. Lens and Cataract. In: Denny M, Taylor F, eds. . Basic and Clinical Science Course San Francisco: American Academy of Ophthalmology 2000-2001;**5**:160.

51. Nairn R. Immunology. In: Jawetz E, Melnick JL, Adelberg EA Medical Microbiology New York: Lippincott-Raven Publishers 1995;**26**:105.

52. Kasthurirangan S GA. Changes in accommodative dynamics. . Vis Research 2006;**46**:1507-19.

53. Schor CM BS. A pulse step model of accomodation dynamics in the aging eye. . Vis Research 2005;**45**:1237-54.

54. Glasser A. Accomodation: Mechanism and measurement. Ophtalmol Clin N Am 2006;**19**:1-12.

55. Burke AG PI, Munoz B, et al. Population-based study of rural Tanzania. . Ophtalmol 2006;**113**:723.

56. Croft MA KP. Accomodation and presbyopia: The ciliary neuromuscular view. Ophtalmol Clin N Am 2006;**19**:13-24.

57. Coleman J FS. Presbyopia, accomodation, and the mature catenary. Ophtalmol 2001;**108**:1544-51.

58. Coleman D. Theory and mechanism of accommodation. In: Belville JK, Smith RJ Presbyopia surgery NJ: Pearls and pitfalls Slack Incorp, 2006;**183**:9.

59. Martin H GR, Terwee T, Schmitz KP. Comparision of the accomodation theories of Coleman and of Helmholtz by finite element simulations. . Vis Research 2005;**45**:2910-5.

60. Dubbelman M HV, Weeber HA, Vrensen G. Changes in the internal structure of the human with age and accomodation. . Vis Research 2003;**43**:2363-75.

61. Davis EA CF. Theory and mechanism of accommodation. . In: Belville JK, Smith RJ Presbyopia surgery NJ: Pearls and pitfalls Slack Incorp, 2006;**12**:9.

62. Corbett MC RE, O'Brart DPS. Corneal topography: Principles and Applications. . Corbett MJ Ed London BMJ Boks 1999:557-58.

63. Wilson SE KS. Advances in the analysis of corneal topography. . Surv Ophthalmol 1991; **35**:269-77.

64. Kanski JJ. Cornea. Clinical Ophthalmology, A Systematic Approach. . Makepeace C, Benson K, eds London Butterworth Heinamann 2003:95-143.

65. Maguire JL. Keratometry, photokeratoscopy and computer assisted topographic analysis. Volume 1 2 nd ed Cornea Krachmer JH, Mannis MJ, Holland EJ Eds Philadelphia Elsevier lnc 2005:171-83.

66. Ay GM. Oftalmolojide diğer muayene yöntemleri. Aydın P, Akova YA. eds. . Temel Göz Hastalıkları Ankara Güneş Kitabevi 2001:71-83.

67. Clark BAJ. Kertometry: a review. . Aust J Optom 1973:56-94.

68. Bengisu Ü. Göz hastalıkları, 4 baskı Ankara Palme Yayıncılık 1998;**8**:1-23, 69-89, 123-37.

69. Masket S. Glare disability and contrast sensitivity function in the evaluation of symptomatic cataract, in: Ophthalmology Clinics of North America, eds: Stamper R L, . Obstbaum S A W B Saunders Company Philedelphia, 1991:365-81.

70. Arden G. Psychophysical testing. Measurement of contrast sensitivity. in: Princeples and Practice of Clinical Electrophysiology of Vision, eds: Heckenlively J R, Arden G B Mosby Year Book St Louis 1991:365-81.

71. Mc Menemy M G SRL. Psychophysical testing in glaucoma, in: Ophthalmology Clinics of North America, eds: Stamper R L, Caprioli J W B Saunders Company Philedelphia 1991:699-711.

72. Hamer R D MDL. The development of spatial vision, in: Princeples and Practice of Ophthalmology, eds: Albert D M, Jacobiec F A. . W B Saunders Company Philedelphia 1994:578-91.

73. The Comitte of Ophthalmic Procedures assesment. American Academy of Ophthalmology: Contrast sensitivity and galare testing in the evaluation of anterior segment disease. . Ophthalmol Res 1990;**97(9)**:1233-37.

74. Campbell F W GDJ. Optical and retinalfactors affecting visual resolution. J Physiol(London) 1965;**181**:576-93.

75. Davson H. Physiology of the Eye 4 Baskı Churchill Livingstone London 1980:590.

76. Gouras P CS. Physiology of retina, in: Clinical Ophthalmology, eds:Duane T D. Jaeger E A Harper&Row, Philedelphia 1986:5-7.

77. Cohen AI. The retina. Synaptic connections of the retina. in: Adler's Physiology of the Eye, eds: Hart W M Mosby Year Book St Louis 1992:579-616.

78. Marmor M F GA. Effect visual blur on contrsat sensitivity. Clinical implications Ophthalmology 1998;**95**:139-43.

79. Katz M. The Human Eye as an optical system. in Clinical Ophthalmology, eds: Duane T D, Jaeger E A Harper&Row, Philedelphia, 1986:30-32.

80. Wollner I. Dedection of visual defects using the contrast sensitivity function. . Int Ophthalmol Cl 1980; ;**20**:135-53.

81. Ginsberg AP. A new contrast sensitivity vision chart. . Am J Optom Physiol Opt 1984;**61**(403-407).

82. Pelli D G RJG, Wilkins A J: . The design of a letter chart for measuring contrast sensitivity. . Clin Vis Sci 1988;**2**:187-99.

83. Regan D ND. Low contrast letter charts as a test of visual function. Ophthalmol Res 1983;**90**:1192-200.

84. Wolf E. Glare and age. . Arch Ophthalmol 1960;**64**:502-14.

85. Campbell F RJ. Aplication of Fourier Analysis to the visibility of Gratings. J Phys 1968;**197**:1045-52.

86. Bodis-Wollner I DS. The measurement of spatial contrast sensitivity in cases of blurred vision associated with cerebral lesions. . Brain 1976;**99:**:695-710.

87. Arden G JJ. A simple grating test for contrast sensitivity , glaucoma screening. . Inv Ophthalmol Vis Sci 1978;**17**:23-32.

88. Rodriguez-Galietero A M-MR, Munoz G, Alberran-Diego C. . Comparison of contrast sensitivity and color discrimination after clear and yellow intraocular lens implantation. . J Catarct Refract Surg 2005;**31**:1736-40.

89. Hirch R P NP, Miller D,. Clinical performance of adisability glare tester. . Arch Ophthalmol 1984;**102**:1633-36.

90. Vistech Consultants Inc. Multivision Contrast Tester(MCT) 8000. Instruction Manual.

91. Bailey I L BMA. A new test for the evaluation of disabilty glare. . Optom Vis Sci 1991;**68**:911-17.

92. Le Claire J NMP, Weiss S, Miller D. Anew glare tester for clinical testing. Arch Ophthalmol 1982;**100**:148-53.

93. Özbağçıvan M. KT, Çakmak H. Göz İçi Lensleri ve Sınıflandırılması. ADU Tıp Fakültesi Dergisi 2014;**15**:110-13.

94. Ahmet Barış Toprak EE, Cenap Guler, Fatma Esin Başer, Hüseyin Mayalı. National Eye Institute Visual Functioning Questionnaire – 25 Türkçeleştirilmiş Şekli (VFQ-25/TR) sürüm 2000 2004.

95. Wolffsohn JS, Buckhurst PJ. Objective analysis of toric intraocular lens rotation and centration. J Cataract Refract Surg 2010;**36**(5):778-82.

96. Steinert RF AB, Trentacost DJ, et al. A prospective comparative study of the AMO ARRAY zonal–progressive multifocal silicone intraocular lens and a monofocal intraocular lens. Ophthalmology 1999;**106**:1243-55.

97. Mojzis P P-GP, Liehneova I, Ziak P, Alio JL. . Outcomes of a new diffractive trifocal intraocular lens. . J Cataract Refract Surg 2014;**40**:60-69.

98. Voskresenskaya A, Pozdeyeva N, Pashtaev N, et al. Initial results of trifocal diffractive IOL implantation. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol 2010;**248**(9):1299-306.

99. Calladine D EJ, Shah S, Leyland M. . Multifocal versus monofocal intraocular lenses after cataract extraction. Sao Paulo Med J 2015;**133**:68.

100. Acar B. DE, Simsek S. Clinical outcomes of a new diffractive trifocal intraocular lens with Enhanced Depth of Focus (EDOF). BMC Ophthalmology 2016;**16**:208-17.

101. Vryghem JC HS. Visual performance after the implantation of a new trifocal intraocular lens. Clin Ophthalmol 2013;**7**:1957–65.

102. Soraya M.R. Jonker M, No€el J.C. Bauer, MD, PhD, Natalia Y. Makhotkina, MD, Tos T.J.M. Berendschot, PhD, Frank J.H.M. van den Biggelaar, PhD, Rudy M.M.A. Nuijts, MD, PhD. Comparison of a trifocal intraocular lens with a D3.0 D bifocal IOL: Results of a prospective randomized clinical trial. Journal of Cataract Refract Surg 2015;**41**:1631-40.

103. Cochener B VJ, Rozot P, Lesieur G, Heireman S, Blanckaert JA, Van Acker E, Ghekiere S. . Visual and refractive outcomes after implantation of a fully diffractive trifocal lens. Clin Ophthalmol 2012;**6**:1421–247.

104. Kretz FT BD, Diakonis VF, Klabe K, Henke F, Auffarth GU, Kaymak H. Clinical Outcomes after Binocular Implantation of a New Trifocal Diffractive Intraocular Lens. J Ophthalmol 2015;**96**:289.

105. Mojzis P, Majerova K, Plaza-Puche AB, et al. Visual outcomes of a new toric trifocal diffractive intraocular lens. J Cataract Refract Surg 2015;**41**(12):2695-706.

106. Florian T. A. Kretz M, FEBO; Detlev Breyer, MD; Karsten Klabe, MD; Phillipp Hagen, MD; Hakan Kaymak, MD; Michael J. Koss, MD; Matthias Gerl, MD; Matthias Mueller, PhD; Ralf H. Gerl, MD; Gerd U. Auffarth, MD, PhD. Clinical Outcomes After Implantation of a Trifocal Toric Intraocular Lens. Journal of Refractive Surgery 2015;**31(8)**:504-10.

107. Doroodgar Farideh M, Sanginabadi Azad, MSc, Niazi Feizollah, MD, Niazi Sana, MS, Alinia Cyrus, PhD, Ghoreishi Mohammad, MD, Baradaran-rafii Alireza, MD. Clinical outcomes of new toric trifocal diffractive intraocular lens in patients with cataract and stable keratoconus Six months follow-up. Medicine 2017;**96**:12-17.

108. Gundersen KG, Potvin R. Comparison of visual outcomes after implantation of diffractive trifocal toric intraocular lens and a diffractive apodized bifocal toric intraocular lens. Clin Ophthalmol 2016;**10**:455-61.

109. Pomerance G ED. Test-Retest Reliability of the CSV-1000 Contrast Test and Its Relationship to Glaucoma Therapy. Invest Ophthalmol Vis Sci 1994;**35(9)**:3357-61.

110. Lubinski W, Kazmierczak B, Gronkowska-Serafin J, et al. Clinical Outcomes after Uncomplicated Cataract Surgery with Implantation of the Tecnis Toric Intraocular Lens. J Ophthalmol 2016;**2016**:3257217.

111. Venter J, Pelouskova M. Outcomes and complications of a multifocal toric intraocular lens with a surface-embedded near section. J Cataract Refract Surg 2013;**39**(6):859-66.

112. Voskresenskaya A PN, Pashtaev N, Batkov Y, Treushnicov V, Cherednik V. . Initial results of trifocal diffractive IOL implantation. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol 2010;**248**:1299–306.

113. Ken Hayashi S-iM, Koichi Yoshimura, Akira Hirata. Binocular visual function with a diffractive multifocal intraocular lens in patients with unilateral cataract. J Cataract Refract Surg 2013;**39**:851–58.

114. Teresa Ferrer-Blasco DM-C, Santiago García-Lázaro, Alejandro Cerviño, Robert Montés-Micó. Stereopsis in bilaterally multifocal pseudophakic patients. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol 2011;**249**:245–51.

115. Ken Hayashi HH. Stereopsis in bilaterally pseudophakic patients. J Cataract Refract Surg 2004;**30**:1466–70.