

T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
İSTANBUL MEDENİYET ÜNİVERSİTESİ
GÖZTEPE EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ

GÖZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

**ASTİGMATİZMASI OLAN KATARAKT CERRAHİSİ
OLGULARINDA TORİK GÖZ İÇİ LENSLERİ,
LİMBAL GEVŞETİCİ KESİ VE
KARŞILIKLI SAYDAM KORNEAL KESİ
UYGULAMALARININ SONUÇLARI**

Dr. Işılray Özsoy Koyun

UZMANLIK TEZİ

İSTANBUL

Kasım, 2016

T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
İSTANBUL MEDENİYET ÜNİVERSİTESİ
GÖZTEPE EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ

GÖZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

**ASTİGMATİZMASI OLAN KATARAKT CERRAHİSİ
OLGULARINDA TORİK GÖZ İÇİ LENSLERİ,
LİMBAL GEVŞETİCİ KESİ VE
KARŞILIKLI SAYDAM KORNEAL KESİ
UYGULAMALARININ SONUÇLARI**

Dr. Işılray Özsoy Koyun

UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI

Yrd. Doç. Dr. Hacı Uğur Çelik

İSTANBUL

Kasım, 2016

Yazar Bildirimi

ASTİGMATİZMASI OLAN KATARAKT CERRAHİSİ OLGULARINDA TORİK GÖZ İÇİ LENSLERİ, LİMBAL GEVŞETİCİ KESİ VE KARŞILIKLI SAYDAM KORNEAL KESİ UYGULAMALARININ SONUÇLARI isimli uzmanlık tezinde Dr. Işıl Özsoy Koyun

- Bu tezin kabulünden önce nerede ve ne kadarının yayınlandığını “Bilgilendirme” bölümünde belirtmiştir.
- Tezin hazırlanmasında katkısı olanları “Bilgilendirme” bölümünde eksiksiz olarak belirtmiştir.
- Bu tez ile ilgili çıkar çatışması olup olmadığını “Bilgilendirme” bölümünde belirtmiştir.
- Tez içerisinde başkalarının yayınlanmış veya yayınlanmamış çalışmalarından yapılan alıntılar için gerekli kaynakları açıkça belirtmiştir.
- Bu tez ile ilgili çıkar çatışması yoktur.

Kasım, 2016

Dr. Işıl Özsoy Koyun

İmza:

Asistanlık eğitimime olan katkılarından dolayı sayın hocalarım Prof. Dr. Ahmet Demirok ve Prof. Dr. Halit Oğuz'a; kliniğimizin eski hocalarından Prof. Dr. Hüseyin Bayramlar ve Prof. Dr. Hasan Erbil'e;

Asistanlık eğitimime çok büyük katkılar sağlayan, kliniğimizin değerli hocalarından Doç. Dr. Remzi Karadağ'a, Doç. Dr. Sevil Arı Yaylalı'ya, Doç. Dr. Aylin Ardagıl Akçakaya'ya;

Tezimle titizlikle ilgilenen danışman hocam Yrd. Doç. Dr. H. Uğur Çelik ve Yrd. Doç. Dr. Veysel Aykut'a;

İhtisasım boyunca tecrübe, bilgi ve birikimlerinden faydalandığım uzman abi ve ablalarıma;

Beraber çalışmaktan büyük mutluluk duyduğum asistan arkadaşlarıma;

Bizlere her konuda özveriyle yardımcı olan kliniğimiz hemşire ve personellerine teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca desteklerini ve güvenlerini benden esirgemeyen anne ve babama; bana hayatın her alanında hep örnek olan ablalarım Dr. Özlem Özsoy ve Dr. Özge Özsoy'a;

Ve çok değerli eşim Dr. Efe Koyun 'a;

Minnet, saygı, sevgi ve şükranlarımı sunarım.

Dr. İslay Özsoy Koyun

drisilayozsoy@gmail.com

Özet

ASTİGMATİZMASI OLAN KATARAKT CERRAHİSİ OLGULARINDA TORİK GÖZ İÇİ LENSLERİ, LİMBAL GEVŞETİCİ KESİ VE KARŞILIKLI SAYDAM KORNEAL KESİ UYGULAMALARININ SONUÇLARI

Amaç: Astigmatizması olan katarakt cerrahisi olgularında torik göz içi lensleri, limbal gevşetici kesi ve karşılıklı saydam korneal kesi uygulamalarının etkinliğini ve görsel sonuçlarını karşılaştırmak.

Yöntem: Bu retrospektif karşılaştırmalı çalışma İstanbul Medeniyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı'nda görsel olarak anlamlı kataraktı ve eşlik eden astigmatizması olan 56 hastanın 56 gözüne fakoemülsifikasyon uygulanıp, torik göz içi lensi (Torik GİL) veya monofokal göz içi lensi ile birlikte limbal gevşetici insizyon (LRI) veya monofokal göz içi lensi ile birlikte karşılıklı saydam korneal insizyon (OCCI) uygulanan hastaların dosyaları incelenerek yapıldı. Başlıca sonuç kriterleri postoperatif 6 aylık düzeltilmiş görme keskinliği, silindirik ve keratometre değer değişimleri idi.

Bulgular: 6 ayda düzeltilmiş görme keskinlikleri başlangıç ölçümlerine göre 3 grupta da istatistiksel olarak anlamlı derecede daha iyi idi. ($p<0.0001$, $p<0.0001$, $p<0.0001$) Ortalama astigmat değerleri cerrahi öncesi LRI grubunda 2.92 ± 1.09 D, OCCI grubunda 2.46 ± 1.66 D, Torik grubunda 2.68 ± 0.90 D iken; cerrahi sonrası sırasıyla 1.01 ± 0.61 D, 1.16 ± 1.12 D, 0.9 ± 0.76 D olmuştur. ($p<0.0001$, $p<0.0001$, $p<0.0001$) Tedavi sonrası düzeltilen astigmat miktarı LRI grubu için 1.9 ± 1.09 , OCCI grubu için 1.3 ± 1.19 , Torik grubu için 1.78 ± 0.90 diyoptridir.

Sonuç: Tüm LRI, OCCI ve torik göz içi lensi implante edilmiş gruplar, fakoemülsifikasyon cerrahisi ile birlikte yapıldığında astigmatizmanın düzeltilmesinde etkilidirler. Cerrahi etkinlik en fazla torik grupta izlenmiştir. Cerrahi ile düzeltilen astigmatizma en fazla LRI grubunda izlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Astigmatizma, Limbal gevşetici kesi, Karşılıklı saydam korneal kesi, Torik göz içi lensi.



Abstract

RESULTS OF TORIC INTRAOCULAR LENS IMPLANTATION, LIMBAL RELAXING INCISIONS AND OPPOSITE CLEAR CORNEAL INCISION FOR MANAGEMENT OF CO-EXISTING ASTIGMATISM ON CATARACT SURGERY

Purpose : To compare the efficacy and the visual outcomes of toric intraocular lens (IOL) implantation, limbal relaxing incisions (LRI) and opposite clear corneal incision (OCCI) for management of coexisting astigmatism on cataract surgery.

Methods: This retrospective comparative study revealed 56 eyes of 56 patients' files with visually significant cataract and coexisting corneal astigmatism were undergone phacoemulsification with either Toric IOL or monofocal IOL with LRI or monofocal IOL with OCCI at İstanbul Medeniyet University medical faculty ophthalmology department. The main outcome measures were postoperative 6-month best corrected distance visual acuity (BCVA), cylindrical and keratometry values changes.

Results: At 6 month, the CDVA was statistically significantly better in all 3 groups according to baseline measurements. ($p < 0.0001$, $p < 0.0001$, $p < 0.0001$) The mean cylindrical values were decreased from 2.92 ± 1.09 D for LRI, 2.46 ± 1.66 D for OCCI, 2.68 ± 0.90 D for Toric IOL group to 1.01 ± 0.61 D for LRI, 1.16 ± 1.12 D for OCCI, 0.9 ± 0.76 D for Toric IOL group. ($p < 0.0001$, $p < 0.0001$, $p < 0.0001$) Surgically corrected astigmatisms for the correction of refractive cylinder were 1.9 ± 1.09 D for LRI, 1.3 ± 1.19 D for OCCI, 1.78 ± 0.90 D for Toric IOL group.

Conclusion: All LRI, OCCI and Toric IOL implantation groups were effective on surgical correction of refractive astigmatism combined with phacoemulsification. Surgical effectiveness was found the highest at toric group. Surgically corrected astigmatism was found the highest at LRI group.

Keywords: Astigmatism, Limbal relaxing incision, Opposite clear corneal incision, Toric intraocular lens

İçindekiler

Şekil Listesi	vii
Tablo Listesi	viii
Kısaltmalar	ix
GİRİŞ ve AMAÇ	1
GENEL BİLGİLER	3
2.1. KORNEA ANATOMİSİ	3
2.1.1. Kornea Epiteli	3
2.1.2. Bowman Tabakası	4
2.1.3. Stroma	4
2.1.4. Descement Membranı	6
2.1.5. Endotel	6
2.1.6. Korneal İnnervasyon	7
2.1.7. Korneal Beslenme	8
2.2. KORNEA FİZYOLOJİSİ	9
2.3. LENS ANATOMİSİ	9
2.3.1. Kapsül	10
2.3.2. Lens Epiteli	11
2.3.3. Nükleus ve Korteks	12
2.3.4. Zonüler Lifler	12
2.3.5. Sütürler	12
2.3.6. Büyüme	13
2.3.7. Kütle	14
2.3.8. Boyutlar	14
2.4. LENS EMBRİYOLOJİSİ	15
2.5. LENS BİYOKİMYASI VE FİZYOLOJİSİ	16
2.6. KATARAKT	18
2.6.1. Kataraktın Tarihçesi	19
2.6.2. Katarakt Cerrahisi	22
2.7. ASTİGMATİZMA	25
2.7.1. Ameliyat Sonrası Korneal Astigmatizma	27
2.7.2. Cerrahi Olarak İndüklenmiş Astigmatizma Hesaplama Metodları	28
2.7.3. Astigmatizmanın İnsizyonla Düzeltilmesi	31
2.7.4. Astigmatizmanın Düzeltilmesinde Torik İntraoküler Lensler	36
GEREÇ ve YÖNTEM	41
BULGULAR	45
TARTIŞMA ve SONUÇ	53
Kaynaklar	70
Ek A. Etik Kurul Onay Formu	84
Tez Değerlendirme Formu	86

Şekil Listesi

2.1:	Kornea epitel tabakasının şematik görünümü	4
2.2:	Kornea katlarının ve farklı derinliklerdeki keratosit çeşitlerinin şematik görünümü.	5
2.3:	Endotel hücrelerinin konfokal mikroskopik görünümü.	7
2.4:	Korneal sinir liflerinin dağılımı (a), mikroskopik görünümü (b)	8
2.5:	Erişkin insan lensinin anatomisi	10
2.6:	Erişkin lens kapsülünün bölgelere göre kalınlığı.....	11
2.7:	Lens sütürlerinde ilerleyen yaş ile birlikte oluşan değişiklikler	13
2.8:	İlerleyen yaşla birlikte lens ağırlığında ve hücre sayısında oluşan artış.....	14
2.9:	Sturm Konoidi	26
2.10:	Çeşitli astigmatizmalarda Sturm Konoidi fokal çizgilerinin retina konumları.....	27
2.11:	Orijinal Ruiz Prosedürü	31
2.12:	Astigmatik kesilerin coupling oranları.....	32
2.13:	A. Transvers kesi (T-cut) B. T-cut ve radyal kesi C. Arkuat kesi D. Chevron.....	33
2.14:	Nichamin'in "NAPA" LRI nomogramı	34
2.15:	Düzenli ve düzenli olmayan korneal topografi örnekleri	37
2.16:	Günümüzde kullanılan torik lenslerin resimleri.....	39
3.1:	Eyecril Torik İntraoküler Lens	42
4.1:	Tashihli uzak görme keskinliği değişimi.....	46
4.2:	Silindirik Değer Değişimi	47
4.3:	Refraktif Silindirik değer farkı grafiği	47
4.4:	K-1 değer değişim grafiği.....	48
4.5:	K2 değer değişim grafiği.....	49
4.6:	Grup 1 aks değişimi.....	49
4.7:	Grup 2 aks değişimi.....	50
4.8:	Grup 3 aks değişimi.....	50
4.9:	Topografik K değer değişimi grafiği	51

Tablo Listesi

2.1:	GİL silindirik gücünün korneal düzlemde düzeltme miktarı.....	37
2.2:	Günümüzde kullanılan torik lensler ve özellikleri	40
3.1:	Eyecril Torik İntraoküler Lenslerin Özellikleri	42
4.1:	Değerlendirmeye alınan hastaların demografik verileri.....	45
4.2:	Cerrahi öncesi ve cerrahi sonrası 6.ayda tashihli uzak görme keskinliği	46
4.3:	Refraktif Silindirik Değer Değişimi	47
4.4:	K1 değerinin preoperatif ve postoperatif değişimi	48
4.5:	K-2 değerinin preoperatif ve postoperatif değişimi.....	48
4.6:	Preoperatif-postoperatif korneal astigmatizma	51
4.7:	Cerrahi ile İndüklenen Astigmatizma	52
4.8:	Gruplar arası cerrahi olarak indüklenen astigmatizmanın karşılaştırılması.....	52

CCI.....	Clear Corneal İncision-
OCCI	Opposite Clear Corneal İncision
LRI	Limbal Relaxing İncision
IOL	Intraocular Lens (Göz içi Lens)
Fako.....	Fakomemülsifikasyon
İKKE	İntrakapsular katarakt ekstraksiyonu
EKKE	Ekstrakapsular katarakt ekstraksiyonu
LASIK	Laser-Assisted İn Situ Keratomileusis
PRK.....	Fotorefraktif Keratektomi
AK	Astigmatik keratotomi
SIA	Cerrahi olarak indüklenen astigmatizma
TIA	Hedeflenen indüklenen astigmatizma
ME	Magnitude of Error (SIA ve TIA arasındaki fark)
D.....	Diyoptri
BCVA.....	En iyi düzeltilmiş görme keskinliği
UCVA	Düzeltilmemiş görme keskinliği
UNVA	Düzeltilmemiş yakın görme keskinliği
VS.....	Versus (karşılaştırma)

GİRİŞ ve AMAÇ

Dünya Sağlık Örgütü'ne göre tüm dünyada körlük ve görme düşüklüğünün önde gelen nedeni katarakttır. İşgücü kaybının yanı sıra, yaşam kalitesini de son derece olumsuz etkilemektedir. Bununla birlikte katarakt cerrahisindeki gelişmeler baş döndürücü bir hızla ilerlemektedir. Modern devamlı kürvilineer kapsüloreksisin avantajları, yeni nesil katlanabilir göz içi lenslerinin kullanıma girmesi, insizyon boyutunun küçültülmesi cerrahi travmanın ve cerrahiye bağlı astigmatizmanın azalması sonucu postoperatif dönemde elde edilen optik ve görsel kalite geçmiş dönemlere kıyasla çok daha iyi bir noktaya gelmiştir. Hastaların postoperatif dönemde iyileşme süreleri kısalmış ve komplikasyon sıklığı azalmıştır. Teknolojideki hızlı gelişmeler, hasta ve hekimlerin memnuniyetini arttırmakla birlikte, beklentilerin de yüksek tutulmasına neden olmuştur. Katarakt cerrahisi sonrası postoperatif dönemde hastaların tamamen ya da kısmen gözlüğe bağımlı hale gelmeleri hasta memnuniyetini ve yaşam kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle hastaların gözlük ihtiyaçlarını azaltmak katarakt cerrahisinin en önemli amaçlarından biri haline gelmiştir. Bu nedenle katarakt cerrahisi günümüz koşullarında refraktif cerrahi haline gelmiştir. Katarakt cerrahisinde yaygın olarak kullanılan sferik lensler, hastanın sferik kusurunu düzeltmeyi amaçlarken silindirik değerde herhangi bir düzeltme yapmamaktadır. Buna bağlı olarak hastanın preoperatif mevcut olan korneal astigmatizması bu lensler ile düzeltilemediği için hastanın ameliyat sonrası gözlüğe bağımlı olma ihtimali artmakta ve hasta memnuniyeti azalmaktadır. Bu nedenle modern katarakt cerrahisinde sferik değer düzeltilmesi kadar silindirik değer de düzeltilmesi büyük önem arz etmektedir. Katarakt cerrahisi sırasında daha önceden var olan astigmatizmanın tedavi edilmesi için çok çeşitli tedavi yöntemleri olmakla birlikte bunlardan başlıcaları limbal gevşetici insizyon

(daha sonra literatürdeki yaygın kullanımı nedeniyle LRI' limbal relaxing incision' olarak bahsedilecektir), karşılıklı saydam korneal kesi (daha sonraki bölümlerde literatürdeki yaygın kullanımı nedeniyle OCCI' opposite clear corneal incision' olarak bahsedilecektir) ve torik GİL (göz içi lens) implantasyonudur.

Biz bu çalışmamızda bu 3 yöntemin katarakt cerrahisiyle birlikte uygulandığında etkinliğini karşılaştırmayı amaçladık.

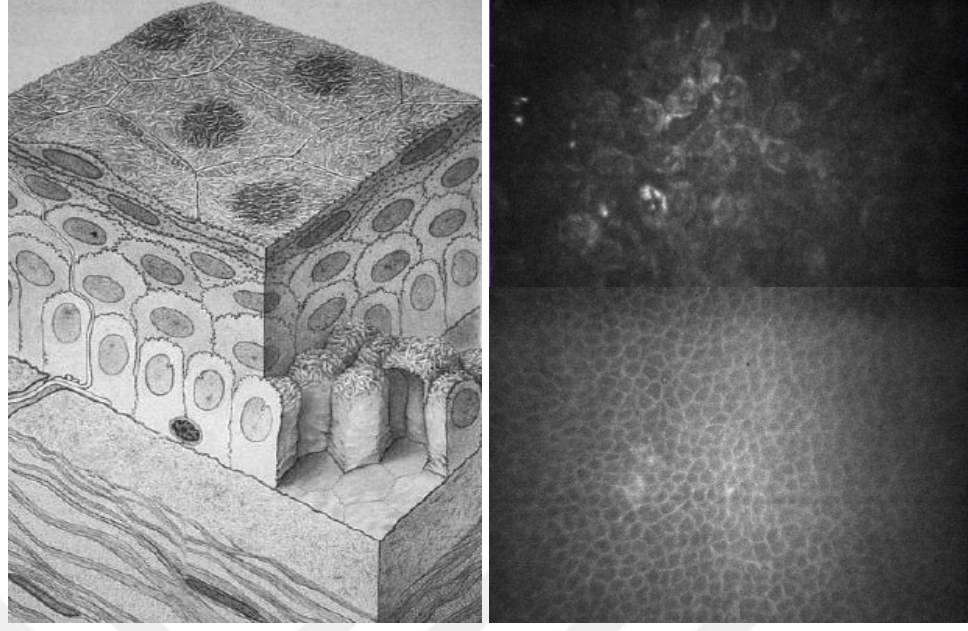


GENEL BİLGİLER

2.1. KORNEA ANATOMİSİ

2.1.1. Kornea Epiteli

Keratinize olmayan çok katlı (5-7 sıra) yassı epitelden oluşur. Yaklaşık 50µm kalınlığı ile toplam kornea kalınlığının yaklaşık %10'unu oluşturmaktadır. Epitelin tabakalı yapısı içinde 3 tip epitel hücresi bulunur: yüzeyel hücreler, kanat hücreleri ve bazal hücreler. Bazal hücreler kendilerinin salgıladığı 40-60 nm kalınlığında bir bazal membran üzerine yerleşmiştir. Sadece bazal hücreler çoğalma yeteneğine sahiptir. Epitel yapısını devam ettirmek için çoğalan bu hücreler yüzeyel hücrelere dönüşüp yüzeyden dökülürler. Bu süreç 7-14 gün sürerken dökülen hücrelerin yerini alttan gelenler doldurur. Epitel tabakası içinde kemik iliği orijinli özelleşmiş makrofajlar olan dendritik Langerhans hücreleri bulunur. Bu hücreler korneal immunolojik süreçlerde önemli rol oynar ve normal koşullarda kornea periferinde yoğun olarak bulunurlar ancak santral korneada oldukça seyrek görülürler (1). Sayıları oküler inflamasyon ile artarken steroid tedavisi ile azalır (2).



Şekil 2.1: Kornea epitel tabakasının şematik görünümü (3) ve konfokal mikroskopi ile yassı yüzey hücreler (b) ve bazal hücrelerin (c) görünümü.

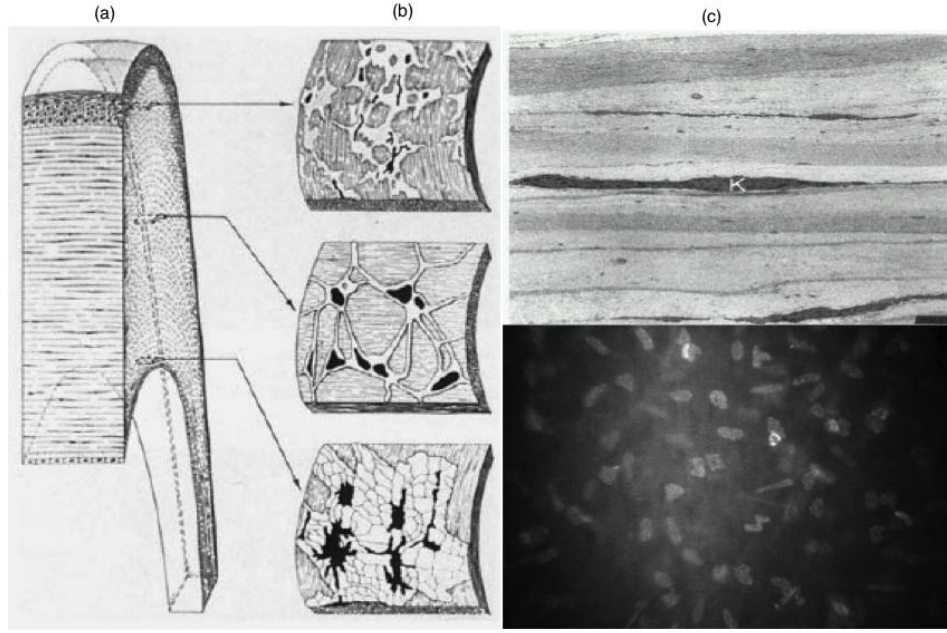
2.1.2. Bowman Tabakası

Kornea epitelinin bazal membranının altında bulunan 12 mikron kalınlığında hücresiz bir bölgedir. Proteoglikanların ve kollajen fibrillerinin (çoğunlukla tip 1 ve tip 3) rastgele dizilmesinden oluşmuştur. Buradaki kollajen fibriller stromal keratositler tarafından salgılanır ve stroma ile devamlılık gösterir.

2.1.3. Stroma

Kornea kalınlığının yaklaşık %90'ını oluşturur. Korneanın fiziksel gücü, şeklinin devamlılığı ve şeffaflığı büyük ölçüde stromanın anatomik ve biyokimyasal özelliklerine bağlıdır. Kornea stroması hücresel elemanlar (%2-3) ve ekstraselüler matriks'ten oluşmaktadır ve bu yapı içerisinde sinir lifleri de geçmektedir. Stromanın temel hücresel elemanları keratositler iken ekstraselüler matriksin temel elemanları kollajen ve proteoglikanlardır. Keratositler korneaya özelleşmiş fibrositlerdir ve stromal hasar ile metabolik olarak aktive olduklarında fenotipleri değişerek fibroblast veya myofibroblast olarak isimlendirilen hücrelere dönüşebilirler. Keratotsitler stromal matriksin devamlılığından sorumludurlar. Kollajen, proteoglikan ve çeşitli kollajen parçalayıcı enzimler salgırlar. Kornea stromasının yapısal ve biyokimyasal dengesi ekstraselüler matriks bileşenlerinin sentez ve

yıkımının keratositler tarafından düzenlenmesiyle sağlanır. Keratositlerin 2-3 yıllık dönüşüm süreleri vardır. Kollajen lamellerinin aralarına saçılmışlardır ancak uzun sitoplazmik çıkıntılar ile birbirlerine temas halinde üç boyutlu bir ağ oluştururlar (Şekil 2.2) (4). Keratositlerin mitotik fonksiyonları ekstraselüler matriksle etkileşimleri ile organize ediliyor gibi görülmektedir çünkü normal organize stromada oldukça düşük olan mitotik aktiviteleri kültür ortamında göreceli olarak yüksektir.



Şekil 2.2: Kornea katlarının ve farklı derinliklerdeki keratosit çeşitlerinin şematik görünümü.

(a) Keratositlerin ve lamellaların elektron mikroskopik görünümü (b), keratosit nükleuslarının konfokal mikroskopi ile görünümü (c).

Kollajen lifleri keratositler tarafından sentezlenip ekstraselüler matrikse salgılanırlar. Kollajen molekülünün sarmal bir yapısı vardır. Sarmal yapıdaki her bir kollajen molekülü yine sarmal yapıdaki başka 2 kollajen molekülü ile birleşerek 3'lü bir sarmal oluşturur. Hem 3'lü sarmaldaki zincirler arasında hem de komşu 3'lü sarmallar arasında çapraz bağlar bulunması oldukça dayanıklı bir yapı oluşturur. İnsan vücudunda 3'lü sarmal yapıdaki α zincirlerinin kombinasyonuna göre 21 farklı Kollajen tipi vardır ve bunların en az 11'i insan korneasında da bulunur ancak stromada en çok bulunan Tip I kollajendir (5-10). Kollajen liflerinin hem çapı (27-35nm) hem de kollajen lifleri arası mesafe tüm korneada oldukça

tekdüzedir ve kornea yüzeyine paralel dizilerek limbustan limbusa uzanan yaklaşık 300 lamel oluştururlar (11). Bu düzenli yapı saydamlığın sağlanması için çok önemlidir. Tip I kollajenin korneaya özgü küçük çapı ve düzenli yapısında tip V kollajen ve proteoglikanlar önemli rol oynar (5).

Proteoglikanlar stroma matriksinin diğer ana bileşenidir ve keratositler tarafından sentezlenmektedirler ancak yara iyileşmesinin erken dönemlerinde epitelyum hücreleri tarafından da sentezlenirler. Proteoglikanlar merkezi bir proteine bağlanmış 1 ya da daha fazla glikozaminoglikan (GAG) yan zincirden oluşurlar ve çoğunlukla bu glikozaminoglikan yan zincirlerine göre isimlendirilmişlerdir. Korneada en çok bulunan glikozaminoglikan keratan sulfattır ve bilindiği kadarıyla lumikan, keratocan, mimecan/osteoglikan ve fibromodulin merkezi proteinlerine bağlı olarak bulunur. Stromal GAG'lar arasında stromaya özgün olduğu bilinen yalnızca keratokandır. GAG'lar eksi yüklü moleküllerdir ve çok miktarda suyu absorbe etme ve tutma kapasiteleri vardır dolayısıyla korneal hidrasyonu sağlayan dengede endotel ve epitel ile birlikte önemli rol oynarlar.

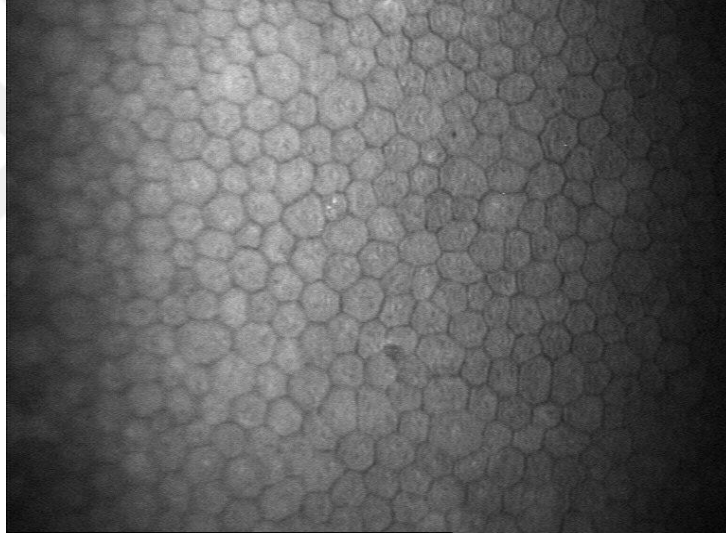
2.1.4. Descement Membranı

Descement membranı aslında kornea endotelinin bazal membranıdır. Endotel tarafından in utero 8.haftada sentezlenmeye başlar ve üretimi ömür boyu devam eder dolayısıyla kalınlığı doğumda yaklaşık 3 mikron iken erişkinlikte 8-10 mikrona kadar artar. Yapısını esas olarak tip IV kollajenden ve laminin oluşturmuştur ancak fibronektin de bulunur (12-14). Yapısındaki kollajen Bowman membranındaki tersine stromal kollajen ile devamlılık göstermez. Descement membranı yırtılırsa aköz hümör arkasındaki stromaya geçerek ödeme neden olur. Rejenerasyon gösteremez ancak endotel hücreleri migrasyon ile Descement membranındaki defekti kaplayarak ödemin çözülmesini sağlayabilir.

2.1.5. Endotel

Descement membranını kaplayan tek sıra hekzagonal hücre tabakasıdır (Şekil 2.3). Hücrelerin kalınlığı yaklaşık 5 mikrondur. En önemli fizyolojik görevi korneal hidrasyonun sağlanması ile ilgilidir ve bu süreçte çok önemli bir rol oynar. Genç erişkinlerde ortalama endotel hücre yoğunluğu 3500

hücre/mm²'dir. CV (Coefficient of variation: Hücre alanları ortalamasının standart deviasyonu/ortalama hücre alanı) değeri klinik olarak endotel disfonksiyonunun en hassas göstergesidir. Normali 0.25 olup artması polimegatizm olarak isimlendirilir. Bir başka önemli gösterge hegzagonal hücrelerin toplam hücrelerin ne kadarını oluşturduğudur. Normal değeri % 70 olup hegzagonaliteden uzaklaşılması pleomorfizm olarak adlandırılır ve endotelde yara iyileşmesinin iyi bir göstergesidir. Endotel hasarı hücre alanlarının değişkenliğini arttırırken hegzagonal hücrelerin oranını azaltır. İnsan endotel hücreleri in vivo olarak çoğalmaz ancak kültür ortamında üreyebilmeleri mitoz kapasiteleri olduğunu göstermektedir. Aköz hümördeki ya da mikro çevrelerindeki bir takım faktörler nedeniyle çoğalmalarının engellendiği düşünülmektedir.

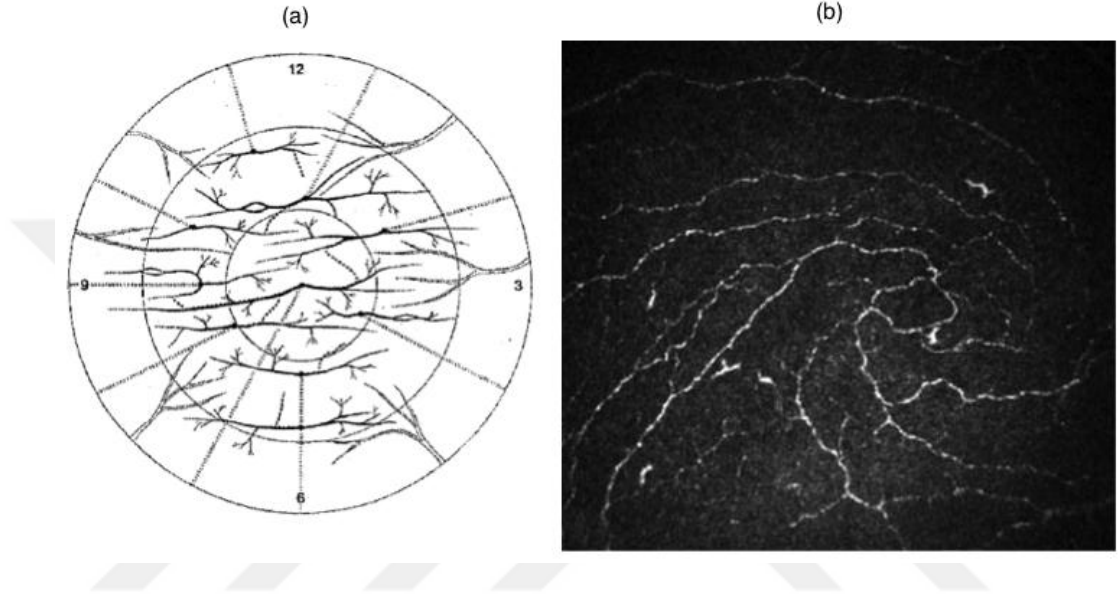


Şekil 2.3: Endotel hücrelerinin konfokal mikroskopik görünümü.

2.1.6. Korneal İnnervasyon

Kornea duyarlılığı çok yüksek olan bir dokudur. Kornea hassasiyetinin en önemli nedeni kornea dokusunda çok sayıda sinir lifinin var olmasıdır. Korneal innervasyon epitel tabakasının devamlılığı için temel oluştururken korneal yara iyileşmesinde de görev almaktadır. Duyusal liflerin kaynağı Nervus Trigeminalis'in terminal dalı olan Oftalmik sinirdir (uzun silier sinir). İnsan korneasında miyelinsiz 0.2-10 µm çapında sinir lifleri bulunmaktadır. Uzun silier sinir kaynaklı lifler kornea periferinden saat 3 ve 9 hizasından giriş yaparak kornea ön ve orta stromada ön yüzeye paralel olacak şekilde radyal olarak dağılım gösterirler (Şekil 2.4a). Derin stromada sinir lifi

bulunmamaktadır. Ön stromada sinir liflerinin bir kısmı hemen Bowman membranının altında dallanarak subepiteliyel sinir ağının oluştururlar (Şekil 2.4b). Bir kısım sinir lifi 90 derece açı yaparak yüzeye yönelir, Bowman membranını geçerek bazal epitel tabakası ile Bowman membranı arasında dallanır ve bazal epitel sinir ağını oluşturur. Buradan çıkan sinir lifleri serbest sinir uçları şeklinde korneal yüzeyinde sonlanır.



Şekil 2.4: Korneal sinir liflerinin dağılımı (a), mikroskopik görünümü (b)

2.1.7. Korneal Beslenme

Korneanın normal metabolik fonksiyonlarını sürdürebilmesi için oksijen ve glukoz ihtiyacının karşılanması şarttır (15-18). Oksijen korneaya temel olarak gözyaşı filminden difüzyonla ulaşmaktadır. Kornea periferinde limbusa komşu 0.5-1 mm'lik korneal halkada besin maddelerinin sağlanması ve metabolik maddelerin uzaklaştırılması bakımından limbal korneal damarlar rol oynasa da bu bölgenin santralinde kornea epitelisi de dahil olmak üzere korneanın glukoz ihtiyacı ise esas olarak aköz sıvıdan difüzyon ile sağlanır (19). Bu nedenle stroma içine yerleştirilecek suya geçirgen olmayan bir implant glukozun epitel ile implant arasında kalan korneaya ulaşımını etkileyebilir ancak implant ile aköz sıvısı arasındaki bölgenin glukoz metabolizmasını etkilemeyecektir.

2.2. KORNEA FİZYOLOJİSİ

Kornea stromasında yer alan proteoglikanların elektriksel yükü sebebiyle stroma, suyu içine çekme eğilimindedir fakat iki faktör kornea stromasındaki ödemi önleyip stromanın su içeriğini yaklaşık % 78 seviyesinde tutar. Bunlar, endotelin bariyer ve pompa fonksiyonlarıdır. Endotel çıkarıldığı zaman kornea kalınlığının saatte 127 μm , metabolik pompa inhibe edildiğinde ise 33 μm arttığı görülmüştür (20). Yani endotelin bariyer etkisine rağmen stromaya doğru bir sızıntı vardır ve metabolik ihtiyacı karşılayan bu sızıntıdan kaynaklanacak olan ödem metabolik pompa ile sıvının tekrar aköze gönderilmesi sayesinde engellenir. Suyun tekrar aköz sıvısına gönderilmesi aktif transport mekanizmasıyla değil iyonların aktif transportu sonucu oluşan ozmotik gradient farkı sayesinde dolaylı yoldan gerçekleşir (20).

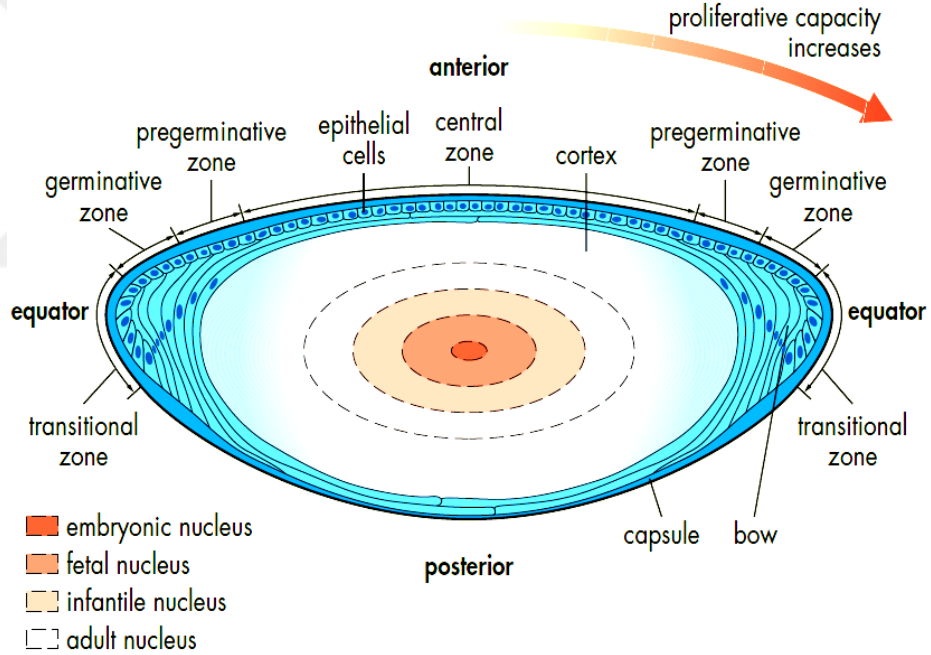
Kornea endotelinde çok sayıda iyon transport sisteminin varlığı tanımlanmıştır. Endotelial hücrenin lateral membranında bulunan Na-K ATPaz sistemi en iyi bilinen ve sıvı dengesi için en önemli endotelial iyon transport sistemidir. Ancak aslında endotel hücrelerinin bazal, apikal ve lateral hücre duvarlarında bulunan ve $\text{Na}^+2, \text{K}^+1, \text{Cl}^-1, \text{Mg}^+2, \text{HCO}_3^-1, \text{H}^+1$ gibi iyonların stroma, endotel ve aköz sıvısı arasındaki hareketlerini düzenleyen birçok iyon transfer mekanizması sıvı dengesini sağlamak için birbiri ile kompleks bir ilişki içinde çalışır. Hücre içinde var olan su ve hücreler arası mesafeden gelen karbondioksitin önce karbonik asite dönüşmesini sonra da hidrojen ve bikarbonat iyonlarına ayrışmasını sağlayan karbonik anhidraz enzimi de korneal sıvı dengesinde önemli rol oynamaktadır. Bu enzimin bloke edilmesiyle korneal ödem ortaya çıksa da bu etki Na-K ATPaz enziminin inhibisyonu ile ortaya çıkan etki kadar büyük değildir (21).

2.3. LENS ANATOMİSİ

Erişkin insan lensi, içerisinde kan damarı, sinir ya da bağ doku bulunmayan, asimetrik ve kutuplardan basık küresel bir yapıdır. Bikonveks şeklinin sebebi, ön yüzeyinin arka yüzeyinden daha az konveks nitelikte olmasıdır. Poller bu iki yüzeyin merkezi noktalarını temsil ederler ve ön-

arka (polar) aks ön polden arka pole doğru uzanır. Ekvator ön ve arka yüzeylerin birleştiği, lensin lateral kısmını temsil eder. Ekvatorial aks polar aksı dik olarak keser (22-25). Lens, pupilla ve irisin ardında ön kamarada yer alır. Ön yüzey, kornea tarafında aköz yapı ile iletişimde olup, arka yüzey ise vitröz yapı ile temas halindedir. Lensin ön polü ve korneanın ön kısmı birbirlerinden yaklaşık 3,5 mm ile ayrılırlar. Lens, kendisi ile silyer yapılar arasında bulunan zonüler lifler aracılığı ile bulunduğu yere tutunur.

Lens saydamlığını devam ettirmek, ışığı kırmak ve akomodasyon yapmak gibi görevleri olan saydam bir yapıdır. Fetal gelişimden sonra kan dolaşımı ve innervasyonu yoktur, aköz hümör metabolik ihtiyaçlarını karşılayan tek kaynaktır. Korneadan sonra gözün en kırıcı ortamıdır ve kırma gücü 16-20 D (diyoptri)'dir. Kırıcılık indeksi santralde 1.4, periferde 1.36'dır (26).



Şekil 2.5: Erişkin insan lensinin anatomisi

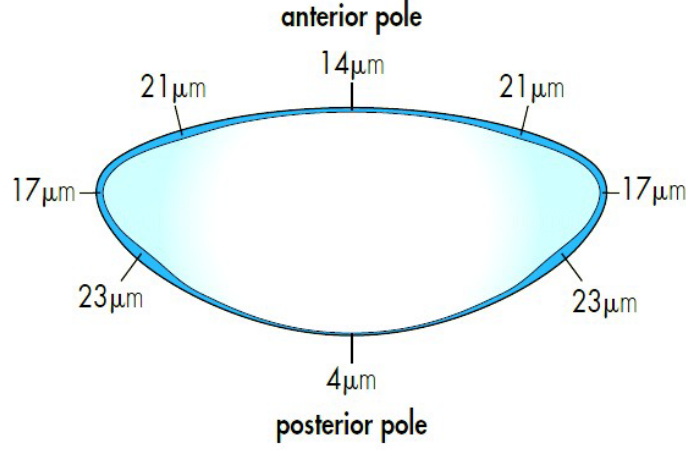
(Ophthalmology. Yanoff M. 2004.2.Baskı)

Lens; kapsül, lens epiteli, korteks ve nükleustan oluşur.

2.3.1. Kapsül

Lens, epitel hücrelerini ve lifleri yapısal bir birim olarak ihtiva eden, ufak büyüklükteki moleküllerin lense giriş-çıkışına izin veren elastik ve aselüler bir zarfın içindedir. Kapsülün kalınlığı, ölçüldüğü bölgeye ve bireyin yaşına

göre değişkenlik göstermekte olup yaşı ilerledikçe kapsülün kalınlığı artar. En kalın bölge hem ön hem de arka yüzeylerde ekvatora yakın bir yerde bulunur ve kalınlık 23 µm (mikrometre)'ye yakındır; en ince bölge arka polde yer alırken (4 µm), ekvator (17 µm) ve ön pol (9-14 µm) orta seviyede bir kalınlığa sahiptirler (23,25).



Şekil 2.6: Erişkin lens kapsülünün bölgelere göre kalınlığı

(Ophthalmology. Yanoff M. 2004. 2. Baskı)

Bazal membran benzeri bu yapı sürekli sentezlenmekte olup, vücuttaki en kalın bazal membranlardan birini oluşturur. Kapsül ön kısım olarak lens epiteli, arka kısım olarak da lens lif hücreleri tarafından sentezlenir (27).

Kapsül birbiri üstüne sıralanmış lamellerden meydana gelir. Lamellerin içinde; major yapısal proteinler (tip IV kollajen, laminin, heparan sülfat, proteoglikan ve entactin) ve az miktarda fibronektin bulunur. Tip IV kollajenin hücreyel adhezyonu arttırdığı ve fibronektinin de migrasyonu desteklediği düşünülmektedir (27,28).

2.3.2. Lens Epiteli

Ön kapsülün hemen altında tek sıra epitel hücrelerinden oluşur ve ekvatorial lens kavsine doğru uzanır. Bu hücreler kuboid şekle sahip olup yaklaşık 10 µm yükseklik ve 15 µm genişliğe sahiptirler (22). Metabolik olarak aktif olan lens epiteli, adenosin trifosfat yapımı ile lensin enerji ihtiyacını karşılar. Epitel hücrelerinin proliferatif kapasiteleri bulundukları yere göre değişkenlik gösterir. Maksimum mitoz aktivitesini lensin ön kapsülünün preekvatoryal bölgesini halka şeklinde çevreleyen germinatif

zonda gösterir. Yeni oluşan hücreler ekvatora doğru ilerleyerek hacimce büyürler ve fibriller yapıya farklılaşırlar. Büyüme selüler proteinlerin her bir lifteki hücre membranlarında artışı ile olur ve hücre nükleus, mitokondri, ribozom gibi organellerini kaybeder. Organel kaybı optik olarak avantajlıdır, çünkü ışık lensten geçerken emilmez ve saçılmaya uğramaz. Fakat organel kaybı glikolizle enerji üretimine neden olur (28).

2.3.3. Nükleus ve Korteks

Lensten hiçbir zaman hücre kaybı olmaz. Yeni oluşanlar en dışta iken eski üretilen fibriller merkezde sıkıştırılmış halde kalırlar. En eskileri olan embriyonik ve fetal nükleuslar ise lensin en ortasındadır, en son üretilenler ise korteksi oluşturur. Apikal hücrelerin uzantılarının birleşimi anterior Y sütürünü, bazal hücrelerin uzantılarının birleşimi ise posterior Y sütürünü oluşturur. Biyomikroskopide görülen multipl optik zonlar hayat boyunca değişik optik dansitesi olan epitelyum hücrelerinin demarkasyonun oluşturduğu zonlardır. Korteks ve nükleus arasında belirgin bir morfolojik fark yoktur, aralarında geçiş kademelidir (26). Bazı yazılardaki nükleus/epinükleus/korteks ayırımı cerrahi prosedürlerdeki görünüşten ve davranıştan kaynaklanır.

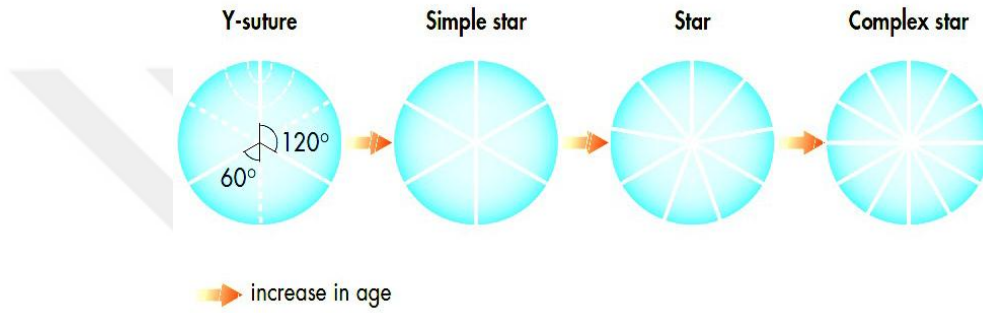
2.3.4. Zonüler Lifler

Pars plananın nonpigmente epitelinin bazal laminasından ve silyer cisimciğin pars plikatasından orijin alırlar. Ekvator bölgesinde lens kapsülüne önde 1,5 mm ve arkada 1,25 mm'lik mesafede yapışırlar. Yaşla beraber ekvatoryal lifler geriler. Kapsülün önüne ve arkasına tutunan zonüller kesit olarak incelendiğinde üçgen şeklinde bir boşluk oluştururlar (22). Çapları 5-30 µm olup, ışık mikroskopunda ise periodik asid-schiff yapısındadırlar.

2.3.5. Sütürler

Hem ön hem de arka polde bulunurlar. Sekonder liflerin uç kısımlarının üst üste binmesiyle oluşurlar. Embriyonik nükleustaki primer lifler arasında sütür yoktur. Doğumdan önce oluşan sekonder liflerin ön kutuptaki şekli düz Y harfine, arka kutuptakiler ise ters Y harfine benzer. Bu simetrik dikişlerin her biri, birbirinden 120 derecelik açıyla ayrılan üç koldan meydana gelir (22). Ön ve arka sütürler 60 derecelik dirseklenme ile

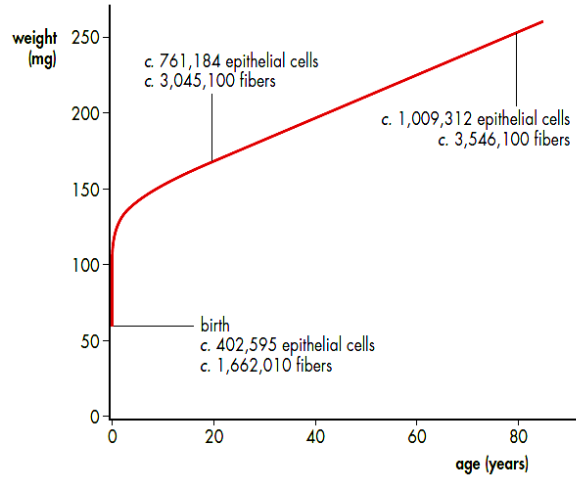
birbirinden ayrılır. Doğumun ardından, sütür tarzının kompleksliği yaşıyla artmasıyla fazlalaşır. Çünkü sürekli yeni lifler eklenmekte ve lif uzunluğu ile şeklinde değişiklikler meydana gelmektedir. Sütürler cinsel olgunluğa erişinceye kadar sabit kalır. Erişkin lensi üzerinde gerçekleştirilen gözlemler; Y şeklinde, basit yıldız (simple star) şeklinde, yıldız (star) şeklinde ve kompleks yıldız (complex star) şeklinde olmak üzere 4 farklı tipte sütür görüldüğüne işaret etmektedir. Sütürlerin oluşumu, lensin şeklinin küreselden, yanlardan basık bir bikonveks küreye dönüşmesine izin vermektedir (29-31).



Şekil 2.7: Lens sütürlerinde ilerleyen yaş ile birlikte oluşan değişiklikler
(Ophthalmology. Yanoff M. 2004. 2. Baskı)

2.3.6. Büyüme

Yaşam boyu lensin gelişimi diğer hiçbir organda olmadığı kadar eşsiz karakteristik özelliklere sahiptir. Ortalama bir yaşam süresinde, 7. on yıla gelindiğinde lensin yüzey alanı doğumdaki 80 mm²'den 180 mm²'ye ulaşır. Hücre sayısındaki artış hızı lensin kütlesi ve boyutlarındaki artış ile paralellik gösterir ve bu sebeple 20 yaşından sonra ciddi oranda düşüş gösterir. Hem epitel hücreleri hem de liflerin sayısı, ilk 20 yıl boyunca yaklaşık %40-50 artar. Bu noktadan sonra, liflerin büyüklüğünün artışıyla beraber, hücre sayısındaki bu artış düşüşe geçer (22,23).



Şekil 2.8: İlerleyen yaşla birlikte lens ağırlığında ve hücre sayısında oluşan artış (27)

2.3.7. Kütle

Lensin ağırlığı doğumda 65 mg (miligram) iken, ilk yılın sonunda 125 mg'a yükselir. Lens ağırlığı ilk on yılın sonuna kadar yaklaşık 28 mg'lık artış gösterir ve bu süre sonunda 150 mg ağırlığa ulaşmış olur. Ardından lens kütlesindeki artış, 90 yaşında 260 mg'ı bulacak şekilde yavaşlar (1.4 mg/yıl). Erkeklerin lensleri aynı yaştaki kadınlara oranla daha ağırdır ve aralarındaki fark ortalama 7.9 mg'dır (32).

2.3.8. Boyutlar

İnsan lensinin ekvatorial çapındaki artış, ilk yirmi yılın ardından belirgin ölçüde azalmasına karşın yaşam boyunca artış göstermeye devam eder. Doğumda 5 mm olan çap, 20 yaşında yaklaşık 9-10 mm'ye yükselir. Lensin kalınlığı, ekvatorial çapından daha yavaş bir artış gösterir. Doğumda 3,5-4 mm olan ön ve arka poller arasındaki mesafe, yaşam boyunca akomodasyon olmadan 4,75-5 mm'ye kadar yükselir. Perifere yeni lifler eklendikçe kortikal kalınlığın artmasına karşın nükleusun kalınlığı sıkışma sonucu yaş arttıkça düşer (25). Kortikal kalınlığın artış oranı nükleusun büyüklüğündeki düşüş oranından fazla olduğu için lensin polar aksı yani kalınlığı yaşlandıkça artar. Ön yüz kurvatürünün yarıçapı, 10 yaşında 16 mm iken 80 yaşında 8 mm'ye düşer ve ön yüz kurvatürü artar. Yaklaşık 8 mm'de kalan arka yüz kurvatüründe ise çok az değişim gözlenir (33).

2.4. LENS EMBRİYOLOJİSİ

Lensi oluşturan hücreler embriyonun kranial tarafında bulunan yüzey ektoderminden köken alırlar. Nöroektodermden salınan kimyasal mediatörler lens gelişiminde görev alır (34). Primer lens fibrilleri arkadan öne doğru hareket ederek organellerini kaybeder ve embriyonik nükleusu oluşturur. Bu esnada ön lens vezikülü hücreleri değişmez ve lens epiteli oluşturur. Aslında bir bazal membran olan lens kapsülü ise önde lens epiteli, arkada lens fibrilleri tarafından oluşturulur. Bundan sonraki büyüme ve farklılaşma lens epiteli aracılığıyla olur. Gestasyonun 7.Haftasında lensin ekvator bölgesinde yer alan kübik hücrelerin çoğalması ve uzayıp nükleuslarını kaybetmesiyle sekonder lens fibrilleri oluşur. Ekvatorun önündekiler lensin ön kutbuna, arkasındakiler ise arka kutbuna doğru ilerler. Böylece 2-8.Gestasyonel ay arası fetal nükleus oluşmuş olur. Ön ve arkada çoğalan fibrillerin karşılaştığı noktalarda ön ve arka Y dikişleri 8. Haftada belirginleşir.

Gestasyonun 1. Ayından sonra hyaloid arter lensin arka yüzündeki anastomozlarla lense ufak kapillerler uzatır ve böylece lens geliştikçe etrafında besleyici destek yapı olan tunika vasküloza lentis tarafından sarılır. Arka vasküler kapsülün dalları ekvatora uzanıp koroidal venlerle anastomoz yaparak tunika vasküloza lentisin kapsülopupiller kısmını, uzun siliyer arterin dalları kapsülopupiller kısımla birleşip anterior vasküler kapsülü oluşturur (pupiller membran). 9.haftada tamamen oluşmuş olan anterior vasküler kapsül doğumdan hemen önce kaybolur. Bazen posterior vasküler kapsülün kalıntısı yetişkinlerde ufak opasite olarak kalır, buna Mittendorf lekesi denir. Anterior vasküler kalıntılar ise pupiller iplikçikler şeklinde görülür.

Zonüler lifler gestasyonun 3. Ayının sonunda siliyer cisim epitelinden üretilir. Gestasyonun 33. Gününde oluşumu tamamlanan lens vezikülü tamamen lens kapsülü ile çevrelenir. Bu durum lenf damarları bulunmayan lensin gestasyonel hayatta ve doğum sonrasında retiküloendotelial sistemce tanınmasını önler. Bu durum lens proteinlerinin immun sistem tarafından yabancı olarak algılanmasına yol açar (35).

2.5. LENS BİYOKİMYASI VE FİZYOLOJİSİ

Lens vücuttaki diğer tüm dokulardan daha yüksek oranda protein içermektedir. Ağırlığının %65 - 66'sını su, %33 - 35'ini protein, %1 'ini ise aminoasit, lipid, karbonhidrat, elektrolitler ve peptidler oluşturur. Lensin yüksek refraktif indeksinden, yüksek protein içeriği sorumludur. Bunların çoğu fibrillerin yapısal proteinleridir.

Proteinler sudaki çözünürlüklerine göre ikiye ayrılırlar;

1) suda eriyen (kristallin)

2) suda erimeyen (hücre iskelet proteinleri, membran proteinleri)

a) ürede eriyen: lens hücrelerinin hücresel çatısını oluşturur.

b) ürede erimeyen: lens fibrillerinin plazma membranlarının yapısında bulunur.

Kristallinler, tüm lens proteinlerinin %90'ını oluşturur ve alfa, beta ve gamma olmak üzere üç çeşittir. Yaş ilerledikçe lens proteinleri suda erimez hale gelir ve agregatlar oluşturur, bu da lens opasitelerine ve ışığın daha çok saçılmasına neden olur. Ancak katarakt gelişmesine de suda erimeyen proteinlerin miktarında artış gösterilmiştir. Zamanla lensin toplam protein miktarında azalma olsa da kataraktlı gözlerde ürede erimeyen protein artışı belirgindir. Belirgin kahverengi kataraktlarda lens proteinlerinin % 90'ının ürede erimeyen formda olduğu görülmüştür. Bu durum lens kapsülünden kristalin kaybını düşündürür (36,37).

Lens metabolizmasının amacı saydamlığı korumaktır. Yapısal bileşenlerin yapımı ve aktif taşıma gibi işlemlerin devamı için enerjiye ihtiyaç vardır. Lensin enerji üretimi glikoz metabolizmasına bağlıdır. Glikoz, aköz hümörden basit difüzyon ve kolaylaştırılmış difüzyonla alınır. Artıklar pasif difüzyonla atılır (38). Glikoz, 9-hekzokinazla hemen Glikoz -6-fosfata dönüşür. Bundan sonra Glukoz -6- Fosfat iki ayrı yola girer:

1) Anaerobik Glikoliz

2) Hekzoz Monofosfat Yolu (HMP)

Anaerobik glikoliz yolu daha aktif olarak laktata giden yolda adenosin difosfatı (ADP) adenosin trifosfata (ATP) iki yerde çevirerek metabolizmaya

gerekli enerjiyi kazandırır. Lens enerjisinin %70'ini anaerobik glikoliz yoluyla sağlar. Lens epitelinde gerçekleşen Krebs siklusu ile elde edilen aerobik enerji sınırlıdır.

Hekzoz monofosfat yolu, pentoz fosfat yolu olarak da bilinir. Lens glikozunun %5'i bu yola girer ve daha ziyade lens içi glikozun çok arttığı durumlarda stimüle olur (17) HMP yolu yağ asidi metabolizması için NADPH ve nükleotid biyosentezi için riboz oluşturur.

Glikoz lenste çok arttığında glikoliz son ürünleri ile anaerobik glikoliz durdurulurken glikoz sorbitol yoluna girer ve sorbitol oluşur. Aldoz redüktaz bu yolun anahtar enzimidir. Lensin sorbitole geçirgenliği az olduğundan sorbitol birikir. Ayrıca sorbitol yolu ile NADPH'nin NADP'ye çevrimi HMP yolunu aktive ederek fruktoz birikimine de yol açar. Osmotik basınç artışı ile içeri su girer ve sonuçta fibrillerde şişme, lens yapısında değişim ve opasifikasyon görülür. Galaktoz da aldoz redüktazın substratıdır ve sonuçta galaktitol oluşur. Galaktitolde sorbitol gibi lenste birikir. Hayvan deneylerinde aldoz redüktazın aktif olduğu hayvanlarda lens opasiteleri oluşurken aldoz redüktaz eksikliğinde lensin saydam kaldığı görülmüştür. (36,38)

Serbest radikaller; lens fibril hasarı, membran ve plazma lipidleri peroksidasyonu, DNA hasarı, korteksteki protein ve lipidlerin hasarı, protein sentezi blokajı, protein ve lipidlerin birbirine bağlanması ve polimerizasyonu ile suda çözünmeyen agregat oluşumuna neden olur. Glutasyon peroksidaz, katalaz, süperoksid dismutaz enzimleri; oksidatif hasara karşı koruyucu enzimlerdir. Ayrıca vitamin E, askorbik asit de oksidatif hasara karşı korur (36).

Lensin damarsal yapısı ve inervasyonu yoktur, beslenmesi hümör aköz yoluyla olur. Lens şeffaflığının ana nedeni; fibrillerin hekzogonal yapıları ve hücreler arası boşluğun çok az olmasıdır. Lens metabolizması saydamlığın korunması üzerine işlemektedir. Lensin elektrolit dengesinin sağlanması saydamlık için önemli bir faktördür. Elektrolit dengesi, lens hücre membranlarının geçirgenliği ve bazı aktif taşıma mekanizmalarının yardımı ile sağlanmaktadır. Hiç şüphe yoktur ki; lens metabolizmasının en önemli yeri, lens epitelidir. Lens, hümör aközden daha az sodyum, daha fazla

potasyum içerir. Lensin hücre membranındaki aktif Na-K ATPaz pompası ile bu denge bozulmadan korunur.

Potasyum, ön kapsülden aktif olarak içeri taşınırken; arka taraftan konsantrasyona göre pasif olarak vitreusa geçer. Sodyum ise, pasif olarak vitreustan lens içine geçer ve ön kapsülde aktif olarak potasyum ile değiştirilerek dışarı atılır. Lensin içindeki dışarıya göre çok yüksek olan kalsiyum konsantrasyonu ise, lens hücre membranındaki Ca - ATPaz ile sağlanır.

2.6. KATARAKT

Katarakt ister küçük ve lokal bir opasite olsun, isterse lensi tamamen kesif hale getirsin lensin herhangi bir opasitesine verilen isimdir (39). Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) rakamlarına göre 2002 yılında 37 milyon kör insanın %43'ünde (17 milyon) körlük nedeni olarak katarakt saptanmıştır. Körlük iyi gören gözde 10/200 den (3/60) az görme olarak tanımlanmıştır. Bu sayı 2020 yılında 40 milyon kişiye ulaşacaktır. Bu nedenle katarakt tedavi edilebilir körlük nedenlerinin başında yer alır. Etiyolojisinde heredite, travma, inflamasyon, metabolik bozukluklar ve beslenme bozuklukları, radyasyon, obezite, sigara, alkol ve yaş gibi faktörler bulunmaktadır (40-42). Yaşa bağlı oluşan kataraktların fizyopatolojisinde birden fazla mekanizmanın rol aldığı düşünülmektedir. Lens yaşlandıkça ağırlık ve kalınlığı artarken uyum yapma yeteneği azalır. Etrafında kortikal tabakalar eklendikçe lens çekirdeği sıkışır ve sertleşir, merkezde nükleus sıkışarak nükleer skleroz oluşur. Kristalin adı verilen lens proteinlerindeki kimyasal değişim ve proteolitik ayrışmaları sonucunda yüksek moleküler ağırlıklı protein kümeleri meydana gelir. Bu kümelenmeler lensin kırıcılık indeksinde değişikliklere yol açar ve saydamlığın azalmasına neden olur. Ayrıca lens proteinlerindeki kimyasal değişim pigmentasyonu artırır ve lenste sarı veya kahverengi renk değişikliği olur (43). İlerleyici oksidatif hasarın, yaşa bağlı katarakt gelişimi başta olmak üzere diğer katarakt çeşitlerinde de önemli bir etken olduğu bilinmektedir. Yaşla birlikte hücre membrandaki iyon pompasının bozulması sonucu glutatyon, askorbik asit ve potasyum derişimleri azalır; sodyum ve kalsiyum derişimleri artar. Buna bağlı olarak artan oksidatif stres katarakt oluşumuna neden olur (40).

Hücresel veya yapısal değişiklikler, lensin herhangi bir katmanını etkileyerek katarakt oluşumuna yol açabilir. Bu değişiklikler tek başlarına gözlenebileceği gibi birliktede oluşabilirler. Subkapsüler kataraktlarda epitelde vakuolizasyonun yol açtığı dejenerasyon gözlenirken, lensin merkezine yakın kataraktlarda sitoplazma yoğunluğundaki değişim ile hücrelerin içinde elektron-yoğun parçacıkların birikimi ve lens liflerinde bozulmalar göze çarpar. Ön subkapsüler kataraktlar merkezi lens epitelinde oluşan metaplastik değişiklikler sonucunda oluşabilir. Arka subkapsüler kataraktlar ise germinal epiteldeki displastik değişikliklere bağlıdır. Kortikal kataraktlarda, lens lifleri şişebilir, yüzeyel hücrelerin çekirdekleri dejenerasyona uğrayıp kaybolur. Sitoplazma yoğunluğu azalmasıyla birlikte lens liflerinin zarlarında bozulmalar gözlenir. Lifler arasında amorf yapılar ve sıvı birikir. Nükleer kataraktlarda histolojik olarak belirgin bir değişiklik izlenmez, kataraktın, yüksek molekül ağırlıklı proteinlerin ışığı geçirmemesinden kaynaklandığı düşünülür. Nükleer sklerozdaki gibi nükleus sarı veya kahverengi olarak gözlenir. Kapsülden nükleusa kadar tüm korteks tutulduğunda bu duruma matür katarakt denilir. Pek çok hastada birden fazla tür bir arada bulunabilir. Kataraktın tedavisi cerrahidir.

2.6.1. Kataraktın Tarihçesi

Katarakt terimi şelale ya da demir parmaklık anlamına gelen Latince “cataracta” ve Yunanca “katarraktes” kelimelerinden türemiştir Katarakt terimi ilk defa MS. 1018 yılında Constantinus Africanus adlı bir keşiş ve adı bilinmeyen bir arap okülist tarafından kullanılmıştır (40). Katarakt cerrahisi, şu anki haline yıllarca süren cerrahi denemeler ve teknolojik buluşlar sonucunda gelmiştir. Romalı Celsus ve Galen hastalık kaynağının beyin ve görme sinirinde olduğunu söylemişler, salınan bozuk humorun pupilla ve lens arasındaki boşluğu doldurarak görmeyi bozduğunu ileri sürmüşlerdir. Bu nedenle de humorun yönünü değiştirerek kataraktın tedavi edileceğine inanılırdı. Bu inanışa dayanan katarakt ameliyatı ile ilgili ilk kayıtlara Hindu tıbbında rastlanır. Kaydedilen ilk katarakt ameliyatını, MÖ 600 yılında Hindistan’da Sushruta opak lensi arkaya, vitreus içine itip vizuel aksı açarak yapmıştır. Bu teknik uzun yıllarca kullanılmış ve mil çekme olarak adlandırılmıştır. Bu yöntem 1950’li yıllara kadar Anadolu

da hekim olmayan kehhaller tarafından da uygulanmıştır. Halk arasında kırılgaç da denilen kehhallerin en meşhuru 1225'te yaşamış olan İbrahim bin İsmail bin Mehmed'dir. Duke-Elder'ın (44) belirttiği gibi, Arap cerrah Ammar (996-1020) yumuşak kataraktları intralentriküler olarak uyguladığı bir tüp aracılığı ile aspire ediyordu. 1668'de korneal kesi aracılığı ile kataraktlı lensin çıkarılması Stephan Blaukaart tarafından uygulanmıştır, onsekizinci yüzyılın başlarında Jean Louis Petit Paris'te ön kameraya disloke olan lensleri korneal kesi aracılığı ile çıkarıyordu (40). Ancak modern katarakt cerrahisinin babası Fransa'dan Jacques Daviel (1696-1762)'dir. Daviel, 1748'de limbus alt yarısından girerek kataraktı lensin anatomik yerleşiminden glob dışına ekstraksiyonunu tarif etmiştir. (45).

1753'de Londra'dan Samuel Sharp, intrakapsüler katarakt cerrahisi konseptini ilk olarak belirleyen cerrah oldu. Kataraktlı lensin glob dışına alınması esnasında gereken basıncı başparmağı yardımıyla sağlamıştır. (45).

1668'de Stephen Blaukaart kataraktlı lensi korneal kesi aracılığı ile çıkartmıştır. 1748'de Jacques Daviel kataraktlı lensi normal anatomik pozisyonunda düşünerek limbal yaklaşımlı planlı ekstrakapsüler katarakt ekstraksiyonu metodunu tanımlamıştır. Tüm bu gelişmeler yanında modern yöntemlerin gelişimiyle katarakt cerrahisi günümüzdeki şeklini almıştır. Carl Himly'nin 1801'de işlem öncesi ilk midriyazisi yapması, 1862'de Albert Mooren ve 1911'de Elsching'in iridektomi yapmaları, 1884'de Karl Kolker'in kokain damlatarak lokal anestezi yapması ve Herman Knapp'ın aynı maddenin %4'lüğünü retrobulber enjeksiyonu ile 1928'de Elsching'in önerdiği retrobulber enjeksiyon göze çarpan gelişmelerdir. 1940'lara kadar ekstrakapsüler katarakt ekstraksiyonu popüler bir yöntem olarak geçerliliğini sürdürmüştür. Ancak, vitreus kaybı ve pupillada şekil bozuklukları riskinin yüksek olması, postoperatif inflamasyon ve sekonder kataraktın fazla görülmesi gibi nedenlerden dolayı cerrahlar lensin total olarak çıkartılmasını önermiş, böylece intrakapsüler cerrahi dönemi başlamıştır. 1961'de T. Krwawicz'in krioekstraksiyonu tanıtması ile intrakapsüler katarakt ekstraksiyonu (İKKE) gündeme gelmiş, yöntem 1970'lere kadar popüleritesini sürdürmüştür. İntraoküler lenslerin tarihçesi 200 yıl öncesine dayanır. İlk olarak 1795te Dresden, Almanya'dan

Casaamata, 1795'de camdan üretilen GİL (Göz içi lens)'i implante etmeye çalışmış ancak lens posteriora disloke olmuştur. Harold Ridley ise ordu görevindeyken, Kraliyet Hava Kuvvetlerine ait savaş uçaklarının plastik kabin camlarının penetran yaralanmalar sonrasında enflamasyon ve irritasyona sebebiyet vermeden uzun süre savaş pilotlarının gözlerinde intraoküler olarak kalabildiklerini fark etti. Bu plastik materyal polimetilmetakrilat (PMMA) türevidir olan Perspex idi. Ridley daha sonra PMMA'dan arka kamara lensi dizayn etti. Ridley ilk GİL'i 29 Kasım 1949'da implante etti ve ilk sekiz vakasını 1951'de yayınladı. Ridley'in arka kamara implantasyonunda zorluklar yaşaması yüzünden ön kamara lens implantasyonu için düşünülmeye başlandı. Bu yıllar boyunca desantralizasyon veya dislokasyonlar görülmesi sebebiyle İKKE ve afaki için gözlük kullanımı kabul gören yöntem olarak değerini sürdürmüştür. Fransa'dan Baron 1952'de ilk açılı destekli ön kamara lensini implante etti. Choyce'un açılı destekli tek parça ön kamara GİL'i bu yıllarda çeşitli modifikasyonlara uğrayarak gelişmiştir. 1979'da sterilizasyon kolaylıkları sağlayan cam GİL'ler Barasch ve Pöller tarafından dizayn edildi. 1950'li yıllarda Binkhorst ve Epstein iris fiksasyonlu ön kamara lenslerini savunan araştırmacılar. Worst, GİL'i irise sütüre ederek fikse etmeyi savunmuştur. 1977'de Pearce tarafından iris sütürü ile fikse edilen posterior kamara lensi geliştirildi. Ancak bu lensin implantasyonu aşamasında problemlerin meydana gelmesi ve 1978'de Shearing'in arka kamara GİL'inin sütürsüz olması ve küçük kesiden implantasyona imkân vermesi nedenleriyle Pearce'nin lensine ilgi uzun ömürlü olmadı (46).

Mazzocco 1985'de ilk katlanabilir silikon GİL modelini tanıttı ve 4 Mart 1986'da ilk defa implantasyonu gerçekleştirildi (46). Charles Kelman, 180 derecelik büyük katarakt kesisini küçültme düşüncesiyle başladığı çalışmalar sonucunda, 1967'de küçük kesiden katarakt cerrahisi yapmaya olanak veren fakoemulsifikasyon yöntemini tanıtmıştır. "Christmas tree" adını verdiği kapsülotomi tekniği ve saniyede 20.000 devir yapan makinesi ile bu ilk olgusunda fako 72 dakika sürmüş, bu teknik o yıllarda alete bağımlılık, yeni bir tekniğin öğrenilmesindeki güçlük, ön segment yapılarının sıkça travmatize olması gibi nedenlerle pek kabul görmemiştir (47). İntrakapsüler cerrahlar, Shearing tarafından 1978'de modern arka kamara GİL'leri geliştirilinceye kadar ikna edilememişlerdir (47). Norman

Jaffe, Henry Clayman ve Marc Jaffe'nin 1984'de yayınladıkları çalışmalarında, ekstrakapsüler katarakt cerrahisinde intrakapsüler cerrahiye göre kistoid makula ödemi ve retina dekolmanının belirgin olarak daha az sıklıkta görüldüğünü bildirmeleri, ekstrakapsüler cerrahiye geçişe hız kazandırmıştır. 1980'de David Müller ve Robert Stegman'ın ön kamara devamlılığını sağlayan hyalüronik asidi keşfetmeleri ise katarakt cerrahisinde yeni bir dönem başlatmıştır (47). 1990'da Gimbel ve Neuhann “devamlı sirküler kapsüloreksis” (continuous circular capsulorrhexis) tekniğini uygulamış (48,49), 1991'de tekniğin yaratıcıları Gimbel ve Neuhann'ın önerisiyle “devamlı kurvilineer kapsüloreksis” (Literatürdeki yaygın kullanımı nedeniyle bundan sonraki kısımlarda CCC ‘Continuous Curvilinear Capsulorrhexis’olarak) adı verilmiştir (50). Fako cerrahisindeki gelişmeler kesi boyutlarının küçülmesini sağlamıştır. Bunun sonucunda küçük kesiden mini-nük tekniği geliştirilmiştir (51).

Amerika'da STAAR firması araştırma amacıyla ürettiği ilk silikon GİL'i tanıttı ve bu lens FDA onayını 1991'de aldı. Zamanla akrilik ve hidrojel materyallerden de katlanabilir GİL'ler üretildi ve yaygın şekilde kabul edildi. Küçük kesiden implante edilen ve bu yüzden daha hızlı görsel rehabilitasyon ve daha az intraoküler enflamasyona yol açan bu GİL'lerin klinik sonuçları yüz güldürücü olmuştur. (46).

2.6.2. Katarakt Cerrahisi

2.6.2.1. İntrakapsüler Katarakt Ekstraksiyonu (IKKE)

İntrakapsüler katarakt ekstraksiyonu ameliyatında, lens materyali lens kapsül bütünlüğü bozulmadan forseps veya kriyo yardımı ile dışa alınır. Zonül desteğine sahip olmayan lenslerde tercih edilir.

2.6.2.2. Ekstrakapsüler Katarakt Ekstraksiyonu (EKKE)

Ekstrakapsüler katarakt ekstraksiyonu iki şekilde yapılabilir. Birinci yöntem nükleusu doğurtmaktır. İkinci yöntem ise fakoemülsifikasyon yöntemidir. Ekstrakapsüler cerrahi intrakapsüler cerrahiye göre daha küçük kesiden uygulanır, dolayısıyla kornea endoteli için daha az travmatiktir. Arka kapsülün yerinde bırakılması göz anatomisine uygun göz içi lensi yerleştirmeyi mümkün kılar.

Cerrahi teknikte mid-limbal 9-10 mm'lik kesi hazırlanır. Ön kapsül “can

opener” veya “kapsüloreksis” tekniklerinden biriyle açılır (48,52). Nükleus dışarı çıkartılır veya kapsül içinde küçük parçalara bölünüp dışarı alınabilir. Korteks materyali irrigasyon aspirasyonla temizlenir. GİL kapsül içine veya sulkusa yerleştirilir. Kesi 10/0 polyamid veya 8/0 ipek suturele tek tek veya kontinü kapatılır (53).

2.6.2.3. Fakoemülsifikasyon

Küçük bir kesiden yapılan ekstrakapsüler cerrahidir. Bu yöntemde lens nükleusu ultrasonik enerji ile parçalanarak aspire edilir. Bu yöntemde yara iyileşmesi ve buna bağlı görsel kazanım daha hızlıdır.

Cerrahi teknikte skleral, limbal veya korneal kesiler yapılarak ön kamaraya girilir. Ön kamaraya viskoelastik verildikten sonra kapsüloreksis yapılır. Daha sonrasında korteksle kapsül arası bağları gevşetmek amacıyla “hidrodisseksiyon” yapılır. Hidrodisseksiyon için ön kapsül hafifçe yukarı kaldırıldıktan sonra sıvı yavaş yavaş lens periferine yönlendirilir. Sıvı dalgasının kırmızı refle alanında nükleusun arkasına dolaştığı görülür. Bazı durumlarda da korteksle epinükleus ve nükleus tabakaları, sıvı nükleus içerisine enjekte edilerek ayrıştırılır. Bu işlem ise “hidrodelineasyon” olarak bilinir. Bu işlemler sırasında dengelenmiş tuz solüsyonları tercih edilir (54).

Çeşitli fakoemülsifikasyon teknikleri ile nükleus ve korteks temizlendikten sonra korteks bakiyeleri irrigasyon aspirasyon yardımı ile temizlenir. Viskoelastik madde yardımı ile göz içi lensi yerleştirildikten sonra viskoelastik madde aspire edilir.

Katarakt cerrahisinde kesinin yeri, büyüklüğü ve kapatma şekli (suturelü veya suturelsüz) postoperatif refraksiyonu ve görme kalitesini etkileyen en önemli faktördür. Kesi genişlikleri gün geçtikçe küçülmekte ve postoperatif cerrahi indüklenmiş astigmatizma da buna paralel azalmaktadır.

2.6.2.4. Fakoemülsifikasyon Cerrahisinde Kesiler

Modern katarakt cerrahisi, kornea kurvatüründe mümkün olan en az değişikliğe yol açarak hızlı görsel iyileşmenin sağlandığı küçük kesiler aracılığı ile yapılmaktadır. Kesiler, yerleşimine göre limbal, skleral ve korneal olmak üzere üç grupta incelenir.

1) Limbal Kesiler

a. *Direkt limbal kesi:* Konjonktivanın hemen önünden, kullanılacak GIL çapından biraz daha uzun, yüzeye dik bir kesiyi takiben, hafifçe eğimli olarak ön kamaraya girilir.

b. *Limbokorneal tünel kesi:* Önce GIL'in girebileceği genişlikte, oküler yüzeye dik ve doku kalınlığının % 50'sini içerecek şekilde bir kesi yapılır. Daha sonra limbo-korneal tünel kesi yapıp, tünelin sonunda açığı dikleştirilerek ön kamaraya girilir.

2) Skleral Tünel Kesileri

Sklral tünel kesiler üç aşamadan oluşur: sklral oluk, sklral tünel ve korneadan ön kamaraya giriş. İlk iki aşamaya dış kesi, son aşamaya iç kesi denir. Önce limbustan 2 mm geriden, %50 sklral kalınlıkta limbusa paralel yay şeklinde (curvilinear), düz (linear) veya limbusa göre ters yay şeklinde (frown) ön kesi yapılır. Bu ön kesiyi takiben kresent bıçaklarla sklera diseke edilerek sklral tünel oluşturulur. Ön kamaraya Schwalbe çizgisinin hemen önünden doğrudan girilir. Bu şekilde yapılacak bir keside korneal valf etkisi olmadığından kesi kendiliğinden kapanmaz, dikiş gerektirir. Kesi yapılırken, ön kamaraya yaklaşıldığında, saydam korneada irise paralel 1.5-2 mm ilerlenip, bıçağın ucu geriye yönlendirilerek Descemet membranı seviyesinde ön kamaraya girilirse, kesi göz içi basıncı etkisi ile kendiliğinden kapanır. Sklral uç genişliği 7 mm'ye kadar olan kesilerde dikiş gerekmez. (55,56) Sklera kesilerinde cerrahiye bağlı astigmatizma, kesi limbustan uzaklaştıkça azalır. Sklral oluğun şekli de önemlidir. İdeal şekil, limbusa göre ters yay şeklindeki kesidir. Bu tür kesilerde kesi uçları geriye doğru uzanmakta, ve daha az astigmatizma gelişmektedir.

3) Saydam Kornea Kesileri

Saydam kornea kesisi (CCI), hızlı bir cerrahiye ve görsel iyileşmeye olanak verdiği için pek çok cerrahın tercihidir. Doğrudan korneaya uygulandığı için kanamaya yol açmaması da bir diğer üstünlüğüdür. Filtrasyon blebi olan trabekülektomili gözlerde blebe zarar vermemesi, skatrizan hastalığı olanlarda uygulanabilmesi, sklral tünele göre fako probunun daha kolay hareketi ve görüntülenmesi, kanama diyatezi olanlarda kanamasız cerrahi olanağı vermesi ve topikal anestezi ile uygulanabilmesi saydam kornea

kesilerinin avantajlarından bazılarıdır. Temporal saydam korneal tünel kesiler, üstten yapılan kesilere göre görme eksenine daha uzak oldukları için refraktif olarak daha stabildirler.

Fine Tekniği: Bu teknikte gözü stabilize etmek için Fine-Thornton fiksasyon halkası kullanılır. Genişliği 3 mm olan elmas bıçak ile bıçak ucu aşağıya ön kamaraya doğru itilerek Descement membranı kesilip ön kamaraya girilir. Ön kamaraya girildiği anda elmas bıçak iris hattına paralel şekilde ilerletilerek tünel oluşturulur (57). Bu keside oluk yoktur, dış basınç ile en kolay sızdıran kesidir.

Williamson Tekniği: Çok düzlemli bir kesidir. Yüzeye dik saydam kornea kesisi ile oluk oluşturulmakta, önce irise paralel bir tünel oluşturulup sonra 45° eğimle ön kamaraya girilmektedir. Dolayısıyla, tünel oluğun tabanından başlamaktadır.

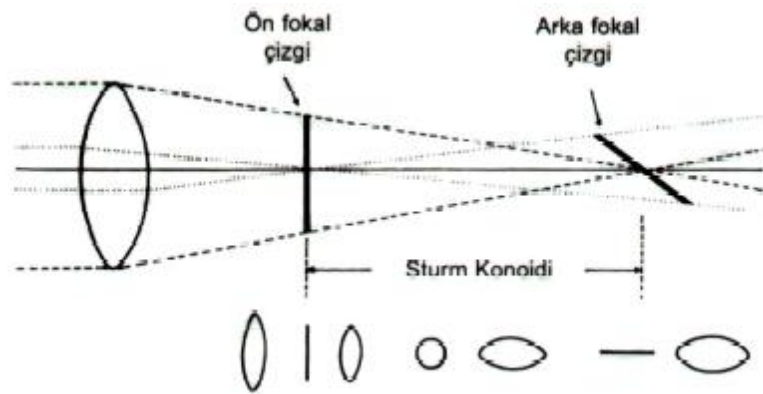
Langerman Tekniği: Önce stromal derinliğin %75'ini kapsayacak bir oluk oluşturulur. Daha sonra oluğun 1/3 derinliğinden başlayan tünel kesisi yapıp, son olarak bıçak dikleştirilerek ön kamaraya girilir. Oluk ile tünel düzlemlerinin farklı olması sızdırmazlığı sağlayan bir valf etkisi oluşturur. Dış basınca Fine tekniğinden daha dayanıklı bir kesi elde edilir.

2.7. ASTİGMATİZMA

Gözün optik sisteminin kurvatüründeki düzensizlikler nedeniyle ışığın değişik meridyenlerde farklı kırılması sonucunda tek bir fokus oluşturulamaması durumudur. Bu durum 1864'te Donders tarafından tarif edilmiştir. Genelde yassı ve dik meridyenler gözde birbirine 90° diktir. Dolayısıyla astigmatı olan bireyler örneğin bir köprüye bakarken köprünün gövdesini net, ayaklarını bulanık görürler. İnsanların %95'inde astigmatizma vardır ve %85'i 1 ile 1,25 D'den küçüktür (58,59). Meridyenler arasındaki diyoptrik güç farklılığı üniform ise düzenli (regüler), meridyenler arasındaki farklılık optik zonun her yerinde farklı ise düzensiz (irregüler) astigmatizmadan söz edilir. Regüler astigmatizmada vertikal meridyen daha kırıcı ise kurala uygun; horizontal meridyen daha kırıcı ise kurala aykırı astigmatizma adını alır. Meridyenler 60-120° ile 160-20° sınırlarının dışında yer alıyorsa buna oblik astigmatizma adı verilir. Yapısal olarak korneanın

ön yüzünde vertikal çapın, horizontal çaptan daha kısa olmasına bağlı olarak 0,50-0,75 D'lik kurala uygun astigmatizma mevcuttur; ancak bu değer kornea arka yüzü ve lense bağlı olarak gelişen 0,25-0,50 D'lik kurala aykırı astigmatizma tarafından nötralize edilir. Bu dengenin bozulması halinde astigmatik kusurlar ortaya çıkar. Astigmatizmada en önemli rolü kornea ön yüzü oynar. Lense bağlı ortaya çıkan astigmatizmalara lentiküler astigmatizma denir ve lens kurvatürlerindeki eşitsizlikten çok, lensin hafifçe eğik olmasına bağlı olarak ortaya çıkar (58).

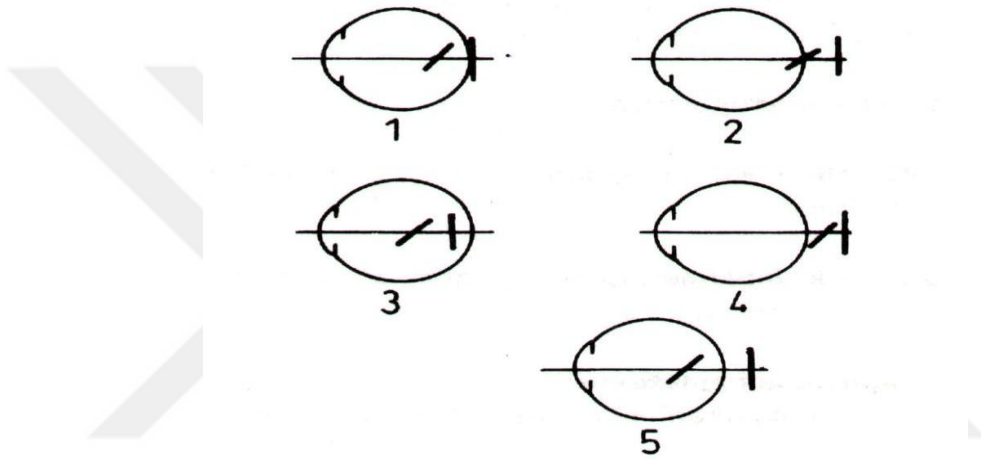
Astigmatizmada göze paralel gelen ışın demeti tek bir noktada değil, Sturm Konoidi formunda iki fokal çizgide odaklanır. Konoidin ön ve arka fokal çizgileri arasındaki mesafe direkt olarak astigmatizma derecesiyle ilişkilidir. Astigmatizma ne kadar büyükse fokal çizgiler arasındaki mesafe o kadar artar. Astigmatizma düzeltilirken silindirik camlarla bu iki fokal çizgi birbiri üzerine getirilerek konoidin tek bir nokta şeklinde kollabe edilmesi amaçlanır. Oluşan fokal nokta retina üzerinde değilse, sferik camlar eklenerek fokal noktanın retina üzerine getirilmesi sağlanır. Sturm Konoidinin iki fokal çizgisi arasında ardısıra vertikal kesitler alındığında, eliptoid olan kesitlerin iki fokal çizginin tam ortasında horizontal ve vertikal çaplarının eşitlenmesiyle halka şeklini aldığı görülür. Bu halkaya minimal konfüzyon halkası adı verilir (Şekil 2.9) (58). Minimal konfüzyon halkası iki fokal çizginin ortalaması diyoptrik değerdeki sferik camla yapılacak düzeltme sonucunda retina üzerinde elde edilecek görüntüyü temsil etmektedir ve bu ortalama değer sferik ekivalan (sferik eşdeğer) olarak adlandırılır (Sferik Ekivalan = Sferik Diyoptri + Silindirik Diyoptri/2) (58,60).



Şekil 2.9: Sturm Konoidi

Astigmatizmalar Sturm Konoidinin ön ve arka fokal çizgilerinin retina konumlarına göre 3'e ayrılırlar (58):

- 1- Basit Astigmatizma: Konoidin fokal çizgilerinden biri retina üzerindeyken diğeri retinanın önünde ya da arkasında yer alır (Şekil 2.10; 1 ve 2) (58,59).
- 2- Kompoze Astigmatizma: Konoidin fokal çizgilerinin her ikisi de retinanın önünde veya arkasında yer alır (Şekil 2.10; 3 ve 4) (58,59).
3. Mikst Astigmatizma: Konoidin fokal çizgilerinden biri retina önündeyken; diğeri arkasında yer alır (Şekil 2.4; 5) (58,59).



Şekil 2.10: Çeşitli astigmatizmalarda Sturm Konoidi fokal çizgilerinin retina konumları

1-Basit miyopik, 2-Basit hipermetropik, 3-Kompoze miyopik, 4- Kompoze hipermetropik, 5-Mikst

Hipermetropik astigmatizma ve mikst astigmatizmalarda akomodasyon ile Sturm Konoidinin minimal konfüzyon halkası retina üzerine getirilmeye çalışıldığından astenopik şikayetler görülebilir (58).

2.7.1. Ameliyat Sonrası Korneal Astigmatizma

Katarakt cerrahisinden sonra, gelişebilecek korneal astigmatizma kesiye bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Yapılan herhangi bir müdahalenin veya cerrahi yöntemin, kornea kurvatürüne nasıl etki ettiğinin ve etkinin büyüklüğünün değerlendirilmesi son derece önemlidir. Kesinin uzunluğu, morfolojisi, genişliği, kullanılan sütürün materyali katarakt cerrahisinin ilk günlerinden itibaren incelenmiş ve geliştirilmiştir. Refraktif cerrahi ve refraksiyon üzerine etkisi bulunan diğer cerrahilerin (katarakt, retina

dekolmanı, glokom, oküloplastik cerrahi uygulamaları gibi) astigmatizmaya ait verilerini yorumlayabilmek için anlamlı bir astigmatizma analizi şarttır. Astigmatizma analizinde, sadece diyoptrik değeri ele alan basit değerlendirmeler oldukça kolay olmakla birlikte yeterli değildir. Bir hasta için astigmatizmasının belirli bir diyoptriden, bir başka diyoptriye değişmiş olduğunu bilmek, yorumlanması oldukça kolay ve değeri oldukça fazla olan bir bilgi olabilir. Diyoptrisi artmış astigmatizma kötü, azalmış astigmatizma iyidir. Gözlüksüz görmesi ve gözlük camlarının kalınlığı bu ölçüte endekslidir. Ancak yaptığı her girişimin, nasıl bir etki yaptığını ve bir sonraki hastada nasıl sonuç alacağını bilmek zorunda olan göz hekimi için, astigmatizmanın aksında meydana gelen değişim de önemlidir. Aks değişim gösterdiğinde, diyoptrik değer değişmese bile, aslında astigmatizma etkilenmiştir ve bu etkiye "İndüklenmiş astigmatizma" denir (61,62).

2.7.2. Cerrahi Olarak İndüklenmiş Astigmatizma Hesaplama Metodları

Astigmatizma cerrahisinde en önemli adım preoperatif ölçümler ve astigmatizmanın düzeltilmesi için yapılacak cerrahinin planlanmasıdır. Astigmatik verilerin değerlendirilmesi, katarakt cerrahisi ve refraktif cerrahi sonuçlarının yorumlanabilmesinde vazgeçilmezdir. İlk aşamada astigmatizmanın büyüklüğü ve nereden kaynaklandığını tesbit etmek önemlidir. Katarakt cerrahisinde düzeltilmesi gereken silindirik güç, refraksiyonla ölçülen total silindirik güç değil, keratometre ile ölçülen korneal astigmatizmadır. Bu nedenle pek çok araştırmacı tarafından astigmatik verilerin analizi için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Kullanılacak yöntem optik olarak anlamlı, tanım olarak istikrarlı ve bireysel ve toplu çalışmalarda doğru sonuçları verebilmelidir. Bu yöntemlerden bazıları basit çıkarma, cebirsel çıkarma, Cravy metodu, polar değerlerin değişimi ve vektör analizidir (63).

1) Basit Yöntem: Bu yöntemde sadece büyüklük hesap edilmiştir. Çok az düzeyde ameliyat öncesi astigmatizması olan hastalara uygulanan işlemin sonuçları hakkında bilgi elde etmek için kullanılan bir yöntemdir. Aksın göz ardı edilmesi nedeniyle basit çıkarma yöntemi doğası gereği hatalıdır. Vektör yöntemi ile karşılaştırıldığında basit yöntem cerrahiye bağlı astigmatizmayı belirgin olarak göz ardı etmiştir (64).

Örneğin 42,00 D ve 43,00 D'lik keratometri değerleri arasındaki fark ile 38,00 D ve 39,00 D'lik keratometri değerleri arasındaki fark eşit olmasına rağmen üç boyutlu uzayda aynı vektörü ifade etmezler. Ayrıca bu şekilde astigmatizmanın yönü ile ilgili bilgiler kaybedilmektedir. Astigmatizmayı üç boyutlu uzaysal düzlemde hem büyüklük hem de yön olarak doğru bir biçimde ifade edebilmek için çeşitli arayışlar içine girilmiştir.

2) Polar değerler yöntemi: Pek çok araştırmacı tarafından uygulanan Naeser'in polar değer metodunda ise seçilen belli bir meridyendeki değişiklik hesaplanabilmektedir. Bu yöntem ile astigmatizmanın büyüklüğü ve yönü tek bir ifadeye dönüşmüş olur. Vektör analizi, astigmatizma büyüklüğü ve yönü ile belirlenmiş astigmatizma değişikliğini hesaplar; polar değer yöntemi, sıklıkla cerrahi meridyen olmak üzere daha önce seçilen bir doğrultudaki düzleşme ya da dikleşmeyi gösterir. Bu iki yöntem matematiksel olarak birbirleri ile uyumludur (65,66).

3) Alpins Yöntemi: Alpins, hedeflenen uyarılan astigmatizma, bozukluğun eksenini ve büyüklüğü, ayarlama katsayısı ve iyileştirilmiş cerrahi teknik anlayışını ve arzu edilen sonuçları kazanma becerisini ölçen başarı indeksini tanıtmıştır (67). Alpins'e (68) benzer şekilde, Kaye ve Patterson da vektör analizine ek olarak "global düzeltme indeksi" gibi indisleri kullanarak astigmatizmayı hesaplar (69).

4) Holladay-Cravy-Koch Yöntemi: Holladay uygulanan formüllerde verteks mesafesi ve korneal refraktif indeks değerlerinin de hesaba katılması gerektiğini, ancak bu düzeltmelerden sonra sağlıklı değerlendirme yapılacağını öngörmektedir (67). Holladay'ın analitik yaklaşımında silindir değerinin büyüklük ve aksı x ve y Kartezyen değerlerine çevrilerek hesaplanır. Olsen, 1993'te bu teknikte küçük bir değişiklik yapmıştır (70).

Astigmatizma hesabında bu kadar çok yöntem geliştirilmiş olması basit, kolay uygulanabilen ve astigmatizmayı tam olarak değerlendirecek en iyi yöntemin bulunmamış olmasından kaynaklanmaktadır. Bu yöntemler içinde en basit ve kullanışlı kabul edilebilecek yöntem ise vektör analizidir.

5) Vektör Analizi: İlk defa Stokes tarafından 1849'da ve daha sonra Jaffe ve Clayman (71) tarafından tarif edilen vektör yöntemi büyüklük ve yönün her ikisini de birleştiren belki de en kolay anlaşılabilir yöntemdir.

Astigmatizmaya ilişkin ifadeleri, belirli bir boyut (D) ve yöne (aks) sahip olan kuvvet vektörleri gibi ele alan "Vektör analizi" yöntemi, günümüzde astigmatizmayı içeren sonuçların irdelendiği her çalışmanın olmazsa olmaz bir parçası haline gelmiştir (62). İndüklenmiş astigmatizma analizinin grafiksel dökümünde sıkça kullanılacak olan ve 180 derecelik aks yerleşimini, 360 derecelik tam bir çembere tamamlayan bu grafiğe, "çifte açıldırılmış harita" (=doubled angled plot) adı verilmektedir (67,72). Vektör analizinde çifte açıldırma, hem ifadeyi hem de analizi kolaylaştıran bir yaklaşımdır. Bu nedenle, analitik geometride ve trigonometrik analizlerde, astigmatizma akslarının iki katları dikkate alınarak işlem yapılır ve işlemlerin sonunda, sonuç açısı ikiye bölünerek, astigmatizma aksı bulunur. Vektör analizi yapmanın başlıca yöntemleri grafik, lensmetre ve matematiksel analiz yöntemleridir (71,73).

1. Grafik yöntemi:

Grafik yöntemi, cetvel, pergel ve milimetrik kağıt gibi bazı donanımlar gerektirir. Başlangıç ve sonuç astigmatizma koordinat eksenine birer vektör gibi çizilir. Vektör yönü ve astigmatizma aksı arasındaki ilişki uyumsuzluğunu, astigmatizma aksının iki katının ele alınarak çözülebileceğinden daha önce bahsedilmişti. Bu nedenle analiz öncesi, astigmatizma aksları iki ile çarpılıp, vektör yönü olarak işaretlenir, indüklenmiş astigmatizma vektörü ölçüldükten sonra, vektör yönü tekrar ikiye bölünerek, indüklenmiş astigmatizma aksı bulunur. (İndüklenmiş astigmatizma) = (Sonuç astigmatizma) - (Başlangıç astigmatizma). Yukarıdaki formüle göre indüklenmiş astigmatizmanın hesaplanacağı işlem çıkarmadır. Bu nedenle bu iki vektör aynı noktadan başlatılmalıdır. Bu durumda onların uçlarını birleştiren vektör, aralarındaki farkı veren vektör olup, indüklenmiş astigmatizmaya ilişkin kuvvet vektörünü temsil etmektedir.

2. Lensmetre yöntemi:

Lensmetre (fakometre) aleti ve deneme camları dışında donanım gerektirmez. Lensmetre yönteminde söz konusu refraksiyona uygun camlar üst üste yerleştirilerek sonuç refraksiyon ölçülür. Camlar aynen üst üste konup, refraksiyon ölçülürse, toplam refraksiyon bulunmuş olur. Çıkarma işlemi için, çıkarılacak refraksiyonun işareti ters çevrilip, aksı aynı

bırakılmalıdır. Anlatıldığı kadar kolay bir işlem değildir. Yaklaşık sonuç verir. Her iki yöntemin avantajı, küçük hata paylarıyla, kolay ve güvenilir sonuçlar vermesi; dezavantajı ise, her analiz için, aynı işlemi baştan sona yeniden yapmayı gerektirmesidir. Bu nedenle az sayıdaki olgu analizi için uygun, çoğul analizler için kullanışsız birer alternatif durumundadırlar.

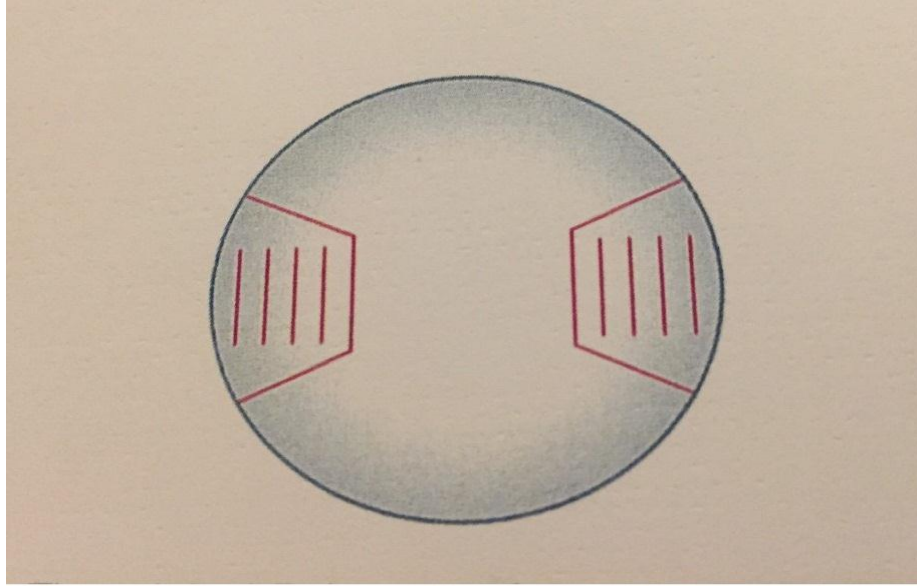
3. Matematiksel yöntem:

Burada elimizdeki astigmatik değerler, grafik yönteminde olduğu gibi, önce vektörlere dönüştürülmektedir. Ancak indüklenen astigmatizma, çizim yoluyla değil, matematiksel işlemler ile, dolayısıyla yaklaşık değil, kesin sonuçlar şeklinde hesaplanır (63).

2.7.3. Astigmatizmanın İnsizyonla Düzeltilmesi

Astigmatik keratotomi: Astigmatın insizyonel keratotomilerle düzeltilmesi lazer refraktif cerrahilerdeki gelişmelere bağlı olarak eski popüleritesini yitirse de özellikle yüksek astigmatların veya katarakt cerrahisi sonucu oluşan düşük dereceli astigmatların düzeltilmesinde hala önemli bir yere sahiptir.

İlk olarak 1981’de Ruiz korneadaki transvers kesilerle kombine edilen radyal kesilerin korneal astigmatı önemli derecede düzelttiğini keşfetmiş ve bu yöntem Ruiz prosedürü olarak adlandırılmıştır (Şekil 2.11).



Şekil 2.11. Orijinal Ruiz Prosedürü

Daha sonra Fyodorov kornea periferine tek veya eşli olarak çoklu transvers kesiler yapmış ve bu kesilerle yüksek astigmatlarda öngörülemez sonuçlar elde etse de bu kesiler T-cut olarak cerrahi pratikte kullanılmıştır.

Ruiz prosedürünün optik zonunun küçük olması, öngörülebilirliğinin düşük olması ve glare gibi optik yakınmaların fazla olması nedeniyle günümüzde yerini arkuat insizyonlara bırakmıştır.

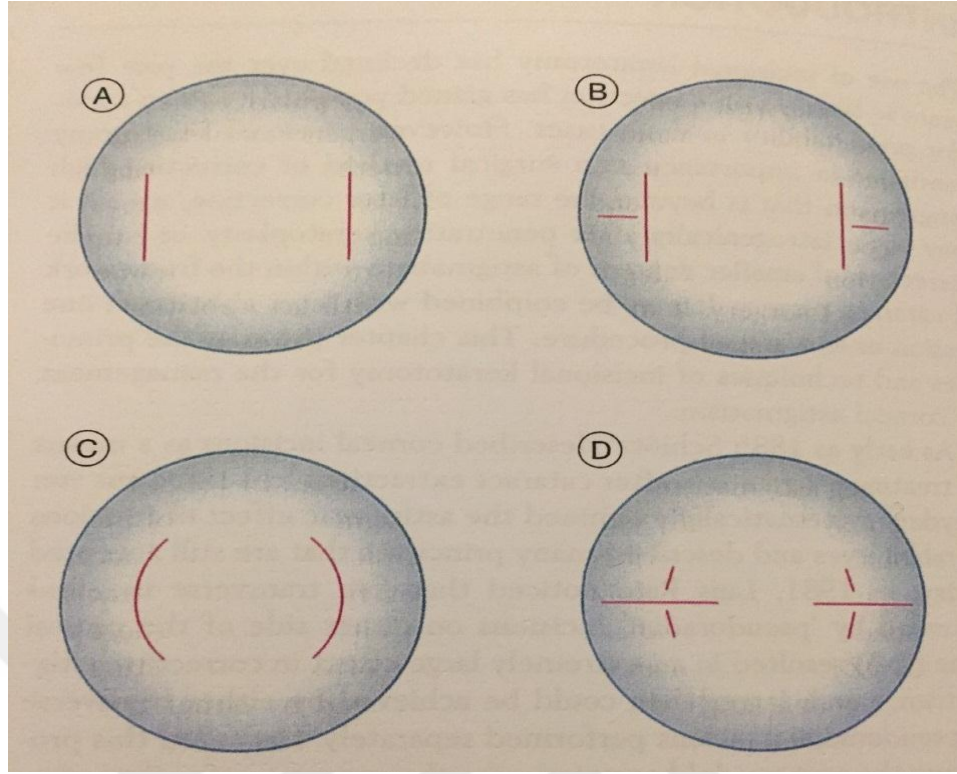
Arkuat insizyonlar 1:1 coupling oranına sahiptir ve Merlin ve ark. 'na göre düz transvers keratotomilerden daha iyi sonuçlar ortaya çıkmaktadır (Şekil 2.12).

Procedure	Size	Coupling ratio
Long corneoscleral crescentic resection	–	1:1
Arcuate incisions	60°	1:1
T-cuts	3.5–4.5 mm long	2:1
Ruiz procedure	1.5 mm wide	5:1
Ruiz procedure	3 mm wide	3:1
Ruiz procedure	4.5 mm wide	2:1

Şekil 2.12: Astigmatik kesilerin coupling oranları

Bu yöntemde arkuat insizyonlar yaklaşık %95 derinlikte, dik meridyenlerde ve korneanın midperiferindeki 7.0 mm'lik zonda yer alır. 45 dereceye kadar iyi sonuçlar alınmaktayken 75-90 derece arası kesilerde yara yerinde gaping oluşması sebebiyle irregüler astigmatizmaya yol açabilir. Kesi yapılırken aks ve derinlik iyi ayarlanırsa bile postoperatif dönemde az veya çok düzeltmeyle karşılaşılabilir.

Arkuat keratotomi yaparken intraoperatif mikro ve makroperforasyonlar görülebilir. Mikroperforasyonlar suture edilmeden kesi tamamlanabilirken makroperforasyonlar suture edilmelidir. Yine postoperatif dönemde enfeksiyon, rekürren erozyon ve punktat keratit de görülebilir (74).



Şekil 2.13. A. Transvers kesi (T-cut) B. T-cut ve radyal kesi
C. Arkuat kesi D. Chevron

Limbal gevşetici insizyon (LRI): Limbal gevşetici insizyonlar intralimbal olarak yapılan bir çeşit arkuat insizyon yöntemidir. İlk olarak Hollandalı oftalmolojist L. J. Lans tarafından tanımlanmış bu yöntem ile 3-4 diyoptriye kadar astigmatizma güvenli olarak düzeltilebilir. Bu kesiler katarakt cerrahisi esnasında veya cerrahiden ayrı tek başına uygulanabilir.

Bu yöntemde topografi ile insizyon alanındaki en ince pakimetri değerinin %90'ı derinlikte saydam korneanın hemen bitimindeki cerrahi limbusta arkuat insizyonlar yapılmaktadır. Bu kesiler özel LRI bıçaklarıyla yapılabileceği gibi astigmatom (Oasis Medical) denilen otomatize mikrokeratomlarla da yapılabilmektedir (74).

LRI kesisinin derinliği ve uzunluğunu hesaplamak için birçok nomogram uygulanmaktadır. Bunlardan en bilinenleri Wang ve ark. Nomogramı, Gill'in modifiye nomogramı, Nichamin ve ark. "NAPA" nomogramıdır (75). (Şekil 2.14).

The “NAPA” Nomogram						
Nichamin Age & Pachymetry-Adjusted Intralimbal Arcuate Astigmatic Nomogram						
Louis D. “Skip” Nichamin, M.D. – The Laurel Eye Clinic, Brookville, PA						
WITH-THE-RULE (Steep Axis 45°-135°)						
PREOP CYLINDER (Diopters)	Paired Incisions in Degrees of Arc					
	20-30 yo	31-40 yo	41-50 yo	51-60 yo	61-70 yo	71-80 yo
0.75	40	35	35	30	30	
1.00	45	40	40	35	35	30
1.25	55	50	45	40	35	35
1.50	60	55	50	45	40	40
1.75	65	60	55	50	45	45
2.00	70	65	60	55	50	45
2.25	75	70	65	60	55	50
2.50	80	75	70	65	60	55
2.75	85	80	75	70	65	60
3.00	90	90	85	80	70	65
AGAINST-THE-RULE (Steep Axis 0-44°/136-180°)						
PREOP CYLINDER (Diopters)	Paired Incisions in Degrees of Arc					
	20-30 yo	31-40 yo	41-50 yo	51-60 yo	61-70 yo	71-80 yo
0.75	45	40	40	35	35	30
1.00	50	45	45	40	40	35
1.25	55	55	50	45	40	35
1.50	60	60	55	50	45	40
1.75	65	65	60	55	50	45
2.00	70	70	65	60	55	50
2.25	75	75	70	65	60	55
2.50	80	80	75	70	65	60
2.75	85	85	80	75	70	65
3.00	90	90	85	80	75	70
Blade depth setting is at 90% of the thinnest pachymetry						

Şekil 2.14: Nichamin’in “NAPA” LRI nomogramı

LRI güvenli bir yöntem olarak bilinse de özellikle aks, uzunluk ve derinlik ayarlama hatalarından dolayı komplikasyonlarla karşılaşılabilir. Bunun önüne geçmek için özellikle insizyon yapılacak kadrantların preoperatif hasta ayakta iken işaretlenmesi siklotorsiyona bağlı hataları önleyecek, bunun yanında operasyon esnasında taşınabilir keratoskoplarla astigmatın kontrol edilmesi de postoperatif refraktif hataların sıklığını azaltabilir. Aksı doğru hesaplanan hastada az düzeltme durumlarında eski insizyonlar uzatılabilirken fazla düzeltme yapılan gözlerde zıt meridyene ek kesiler yapmaktan kaçınılmalıdır.

AK göreceli olarak daha büyük derinliği ve midperifer konumu itibarıyla LRI’den ayrılır.

AK ve LRI astigmatizmayı 'eşleme' (coupling) denen bir mekanizmayla düzeltir. Bir meridyen astigmatik insizyonla düzleştirildiğinde 90 derece uzağındaki meridyende dikleşme olur. Buna eşleme denir. Eşleme oranı 1.0 olduğu zaman sferik eşdeğer değişmeden kalır. Ancak bu oran 1.0'dan büyük olduğu zaman hipermetropik kayma meydana gelir (76).

İnsizyon parametrelerinin değiştirilmesi astigmatik etkiyi de değiştirir. Daha küçük optik santral optik zon veya daha uzun insizyon daha fazla etki gösterecektir. Optimal optik zon 7 mm'dir çünkü bu çap daha az kamaşma semptomlarına neden olur. Ayrıca daha küçük zonlarda irregüler astigmatizma oluşturmaya daha eğilimlidir (77).

Lindstrom nomogramının kullanıldığı astigmatik keratotomi yapılan gözlerde cerrahiden en fazla sorumlu olan faktörün insizyon sayısı, insizyon uzunluğu, büyük yaş ve erkek cinsiyet olduğu belirtilmiştir. Diğer önemli bir etkense insizyon derinliğidir. Derinliğe göre tedavi edilen astigmat miktarı değişebilir (78).

Astigmatik keratotomiler konjenital astigmatizma, katarakt cerrahisi veya keratoplasti sonrası oluşan rezidüel astigmatizma, posttravmatik astigmatizmanın düzeltilmesinde kullanılır. LASIK, PRK gibi excimer laser prosedürleri gelişmiş olsa da AK hala kullanılan bir tedavi modalitesidir. AK geçtiğimiz yıllar içerisinde modifiye edilerek LRI tekniği geliştirilmiştir. Bu teknikle birlikte insizyonun daha perifer yapılması sonucu cerrahlar daha güvenilir ve daha tahmin edilebilir şekilde katarakt cerrahisi sırasında hafif-orta derece astigmatizmaların düzeltilmesini sağlamıştır. Bu insizyonal teknikler manuel yapılabileceği gibi günümüz koşullarında femtosecond laser eşliğinde de yapılabilir. Femtosaniye lazerle yapmanın avantajı insizyonel parametrelerin daha özelleştirilebilir ve tekrarlanabilir olmasıdır (79).

Karşılıklı Saydam Korneal kesi (OCCI): Korneal astigmatizmayı azaltmaya yönelik intraoperatif olarak uygulanan yöntemlerden biridir (80,81). Tek yapılan saydam korneal kesi (bundan sonraki kısımlarda literatürde yaygın kullanımı nedeniyle CCI 'clear corneal incision'olarak bahsedilecektir.) yapıldığı aks, genişlik ve yapıya bağlı olarak lokal düzleştirme etkisine sahiptir (82). Önceden var olan astigmatizma 1.00 D den fazla olduğunda çoğu cerrah insizyonun düzleştirici etkisinden faydalanmak için insiyonu

dik meridyenden yapar (83,84). Temporalden 3mm'lik yapılan CCI 0.28-0.53D'lik temporal düzleşmeye neden olmaktadır. (85). 5.2 mm'lik temporal CCI postoperatif 1.yılda kurala bağlı astigmatizmada 0.84D'lik (0.50-1.75Daralığında)azalmaya neden olur (84). Bu tekniği ilk olarak tanımlayan Lever ve Dahan'dır (80). Lever ve Dahan'ın yaptığı çalışmada birinci CCI fakoemülsifikasyon ve İOL implantasyonu için kullanılırken, ikinci CCI cerrahi için kullanılmamaktadır. İnsizyon uzunluğu önceden var olan astigmatizmanın düzeltilme hedefine göre 2.8-3.5 mm arasında yapılmıştır. Kurala uygun astigmatizmada CCI'lar saat 6 ve 12'de, kurala aykırı astigmatizmada saat 3 ve 6 'da, oblik astigmatizmada ise dik aks ve 180 derece karşısından yapılmıştır. Kullanılmayan CCI kendiliğinden kapanırken, ana CCI ödemlendirilerek kapatılır. Başka çalışmalarda ise insizyonlardan biri dik korneal meridyenden yapılırken, diğeri simetrik olarak 180 derece karşısından yapılmıştır. (Amaç dik aksı düzeltmektir (82,86,87,88). Preoperatif korneal astigmatizmanın düzeltilmesinde CCI ya göre OCCI daha etkin ve güvenilir bulunmuştur (88). Arkuat keratotomiye göre daha basit bir yöntemdir. Herhangi bir ek enstrümana ihtiyaç duyulmamaktadır.

2.7.4. Astigmatizmanın Düzeltilmesinde Torik İntraoküler Lensler

Torik Lensler:

İlk torik lens 1992 de Shizumi ve ark. (89) tarafından tasarlandı. Bu üç parçalı torik lens katlanmaz polimetilmetakrilat (PMMA) malzemeden üretilmişti. implantasyon için 5,7 mm'lik bir insizyon gerektiriyordu. Silindirik 2,0 veya 3,0 D'lik seçenekleri mevcuttu. Ancak GİL'lerin yaklaşık %20'si 30 derece veya daha fazla rotasyon görülürken, %50'si 10 dereceden fazla rotasyona uğramıştı.

İlk katlanabilir tek parça torik GİL 1994 yılında kullanılmaya başlandı. Bu GİL silikon malzemeden üretilmişti ve 3,2 mm'lik çok daha küçük bir kesiyle yerleştirilebiliyordu (91,92). Bu GİL ile elde edilen ilk klinik sonuçlar umut verici olsa da ameliyat sonrası yüksek rotasyon oranları görüldü. Gözlerin %20 ila 30'unda 10 derecenin üzerinde rotasyon saptanmıştı. Rotasyonda 1 derecelik bir hata, astigmat büyüklüğünde %33'lük bir rezidü hatayla sonuçlanmaktadır (93). Torik göz içi lensler genelde korneal

astigmatizmanın 2/3'ünü düzeltmektedir. Tablo 2.1'de GİL'in silindirik gücünün korneal astigmatizmayı düzeltme aralıklarını göstermektedir.

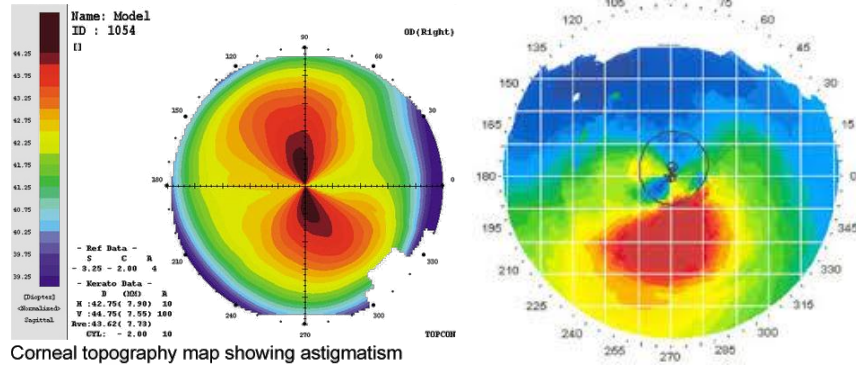
Tablo 2.1: GİL silindirik gücünün korneal düzlemde düzeltme miktarı

Silindir gücü GİL düzlemi	Silindir gücü Kornea düzlemi	Önerilen korneal astigmatizma düzeltme aralığı
1.00 D	0.68 D	0.50 – 1.00 D
1.50 D	1.03 D	0.90 – 1.50 D
2.25 D	1.55 D	1.50 – 2.00 D
3.00 D	2.06 D	2.00 – 2.50 D
3.75 D	2.57 D	2.50 – 3.00 D
4.50 D	3.08 D	3.00 – 3.50 D
5.25 D	3.60 D	3.50 – 4.00 D
6.00 D	4.11 D	4.00 D ve üzeri

Torik göz içi lenslerin kullanılabilmesi için hastanın astigmatının düzenli olması gerekmektedir. Şekil 2.15'te torik lens için uygun olan ve olmayan korneal topografi örnekleri gösterilmiştir.

Düzenli korneal topografi (torik GİL için uygun)

Düzensiz korneal topografi (torik GİL için uygun değil)



Şekil 2.15: Düzenli ve düzenli olmayan korneal topografi örnekleri

Torik GİL implantasyonunda bazı mutlak ve rölatif kontrendikasyonlar vardır. Bunlar şu şekilde sıralanabilir.

Torik GİL Mutlak kontrendikasyonları:

Psödoeksfolyasyon otoimmün hast. (SLE, romatoid artrit, Sjögren...)

Terrien marjinal dejenerasyonu

Keratoglobus

Travma hikayesi

Zonül zaafiyeti olan diğer durumlar

İntraoperatif ön ve arka kapsül stabilitesinin olmadığı durumlar

Torik GİL rölatif kontrendikasyonları

Kontrolsüz-ciddi keratokonjonktivitis sikka

Korneal skar

Salzmann nodüler dejenerasyonu

Anterior basal membran distrofisi

Korneal distrofiler

Post-LASIK ektazi

Keratokonus

Pellusid marjinal dejenerasyon

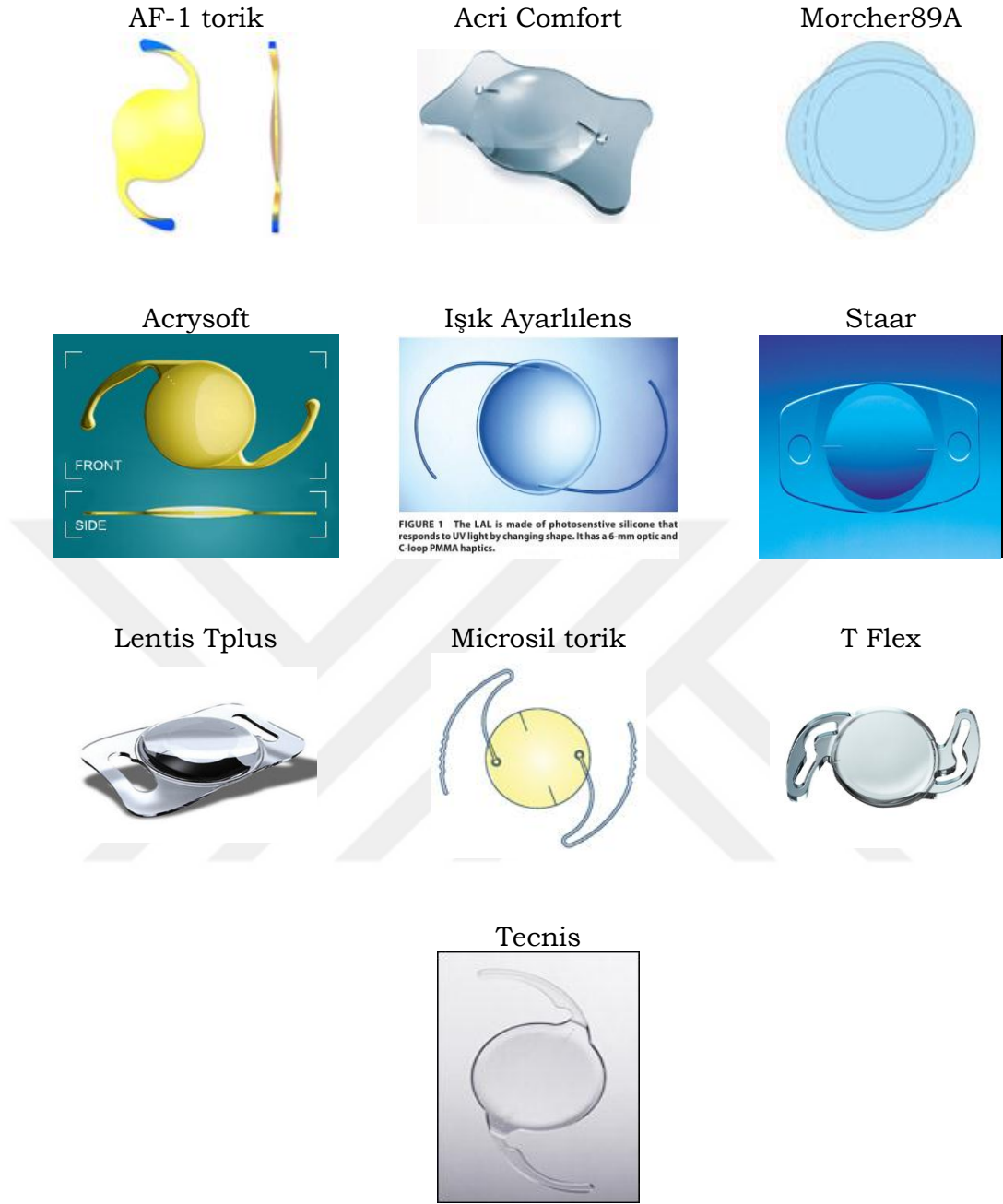
Makülopatiler (AMD, diabetik maküler hast., maküler hole, epiretinal membran)

Optik nöropatiler

Ambliyopi

Glokom

1994'ten beri torik GİL teknolojisinde pek çok ilerleme kaydedilmiştir. GİL materyal ve tasarımları geliştirilirken cerrahi tekniğinde ince ayarlamalar yapılmıştır. Bu ilerlemeler sayesinde ameliyat sonrası rotasyonel stabilite arttırılmış ve buna bağlı olarak torik GİL implantasyonunu takiben görsel sonuçlar iyileşmiştir. Günümüzde kullanılan torik lensler ve özellikleri Tablo 2.2'de özetlenmiştir. Ayrıca bugün kullanmakta olan lenslerin dizaynlarını gösteren resimler Şekil 2.16'de gösterilmiştir.



Şekil 2.16: Günümüzde kullanılan torik lenslerin resimleri

Tablo 2.2: Günümüzde kullanılan torik lensler ve özellikleri

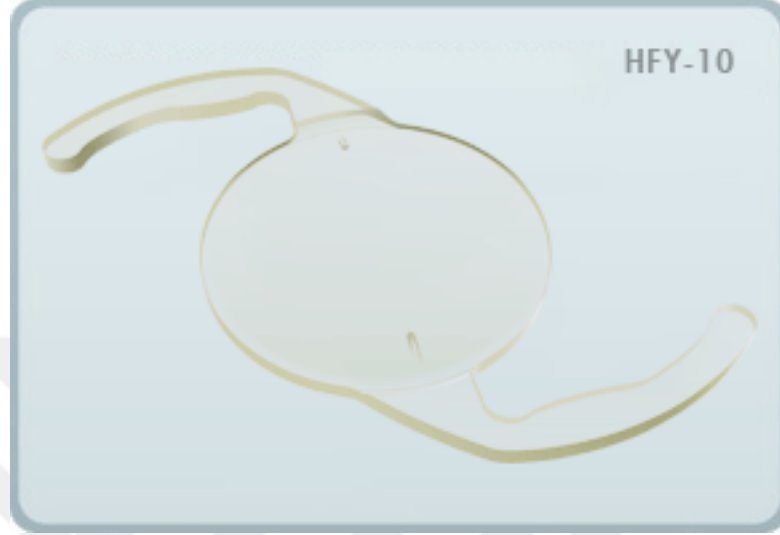
Torik GİL	Materyal	GİL çapı (mm)	GİL dizaynı	Silindirik gücü (D)	İnsizyon boyutu (mm)	Asferisite
Acrysoft	Hidrofobik akrilik	13.0	Loop haptik	1,5-6,0 (0,75 aralıklı)	2,2	+
Tecnis toric	Hidrofobik akrilik	13.0	Loop haptik	1,0-4,0 (0,50 aralıklı)	2,2	+
Acri Comfort	Hidrofobik yüzeyli Hidrofilik akrilik	11.0	Plate haptik	1,0-12,0 (0, 50 aralıklı)	1,5	+
T- Flex	Hidrofilik akrilik	12.0/12.5	Loop haptik	1,0-11,0 (0,75 aralıklı)	<2,0	+
Işık Ayarlı GİL	PMMA haptikli silikon	13.0	Loop haptik	0,75-2,0	3,0	+
Lentis Tplus	Hidrofobik yüzeyli Hidrofilik akrilik	11.0/12.0	Plate-loop haptik	0,25-12,00 (0,75 aralıklı)	2,6	+
AF-1 toric	PMMA haptikli Hidrofobik akrilik	12.5	Loop haptik	1,5-3,0 (0,75 aralıklı)	2,0	+
Microsil	PMMA haptikli silikon	11.6	Loop haptik	2,0-12,0 (1,0 aralıklı)	3,4	-
Staar	Silikon	10.8/11.2	Plate haptik	2,0-3,5	2,8	-
Morcher 89A	Hidrofilik akrilik	7.5	Bag içi lens	0,5-8,0 (0,25 aralıklı)	2,8	-

GEREÇ ve YÖNTEM

İstanbul Medeniyet Üniversitesi Göztepe Eğitim ve Araştırma Hastanesi Göz Kliniği'nde Mart 2012-haziran 2016 tarihleri arasında ameliyat öncesinde korneal astigmatizması bulunması nedeniyle fakoemülsifikasyonla birlikte limbal gevşetici insizyon, karşılıklı saydam korneal kesi veya torik intraoküler lens implantasyonu yapılmış olan 56 hastanın 56 gözü çalışmaya dahil edilmiştir. Hastaların dosyaları geriye dönük incelenmiştir. Opere edilen tüm hastalara aydınlatılmış onam formu hastane kalite kuralları çerçevesinde okutulup imzaları kendisi ve hasta yakınından alınmıştır. Çalışma için hastanemiz lokal etik kurul onayı alınmıştır. Ayrıca çalışma esnasında Helsinki bildirgesinde yer alan etik prensiplere uyulmuştur.

Göz polikliniğine başvuran ve katarakt tanısı konan hastalardan yapılan otorefraktometre ve keratometrede korneal astigmatizması 1D üzerinde olan hastalar çalışma kapsamına alınmıştır. Torik İOL grubunda aks rotasyon derecesi 10 dereceden fazla olan hastalar çalışma dışı bırakılmıştır. Hastanemizde göz kliniği çalışma prensipleri doğrultusunda tam bir pupiller dilatasyondan sonra, biomikroskopi ile ayrıntılı ön ve arka segment muayenesi yapılmıştır. Manifest ve sikloplejili refraksiyonları ölçülmüştür. Aplanasyon tonometrisi ile göz içi basınçları ölçülmüştür. Ameliyat öncesinde hastanın en iyi düzeltilmiş görme keskinliği (bundan sonraki kısımlarda yaygın kullanımı nedeniyle BCVA olarak bahsedilecektir.), refraktif astigmatizma değerleri, keratometre değerleri not edilmiştir. Sirius topografi cihazı ile korneal topografi çekilmiştir. Ameliyat öncesi Lenstar cihazı ile aksiyel uzunluk ölçülmüştür. SRK/T veya aksiyel uzunluğa uygun formül ile yerleştirilecek sferik lens gücü hesaplanmıştır. Çalışmada limbal gevşetici insizyon ve karşılıklı saydam korneal kesi yapılan hastalara Eyecril

sferik intraoküler lens (Biotech Vision Care) implante edilmiştir; Torik intraoküler lens implantasyonu yapılan Grup 3 hastalarına Eyecril Torik intraoküler lens (Biotech Vision Care) implante edilmiştir. Bu lensin özellikleri Şekil 3.1. ve Tablo 3.1’te gösterilmiştir.



Şekil 3.1: Eyecril Torik İntraoküler Lens

Tablo 3.1: Eyecril Torik İntraoküler Lenslerin Özellikleri

Materyal	Hidrofilik akrilik
Optik Tipi	Tek parça;360 derece kare kenar, asferik optik
Optik Boyutu	6 mm
Toplam Boyutu	13mm
Açılanma	0 derece
Refraktif İndeksi	1.48
Tahmini A-sabitleri	118.5 (SRK-T:118.7) (SRK-II:118.9)

Torik lensin silindirik gücü ve hangi ekseninde yerleştirileceği www.eyecriltoriccalculator.com sitesinden, gözün K değerleri, GİL sferik gücü, SIA değeri, kesi lokalizasyonu ve büyüklüğü yazılarak belirlenmiştir. SIA değeri, (yani cerrahi kesiye bağlı korneada oluşturulan astigmatizma) cerrahın tercihinine göre 0.5 D olarak alınmıştır. Torik GİL üzerindeki referans noktalar torik GİL’in düz meridyenini veya gözün pozitif silindir eksenini gösterir, bu referans noktaların, işaretlenen hizalama eksenleriyle aynı hizaya getirilmesi gerekir.

Tüm hastalar aynı cerrah (Dr. HB ve AD) tarafından opere edilmiştir. Tüm hastalarda kornea operasyondan önce, oturur pozisyonda biyomikroskopta

0 ve 180 derecede steril işaretleyici kalem ile işaretlenmiştir. Bu işlemin oturarak yapılmasının nedeni siklotorsiyona bağlı oluşacak hataları engellemektir. Cerrahiden önce tüm hastalara tam midriyazis sağlamak için 1 saat öncesinden tropikamid (Tropamid %0,5), fenilefrin HCl %2,5 (Mydfrin) ve siklopentolat %1 (Sikloplejin) 3 kez damlatılmıştır. Povidon iyot %10 ile cerrahi saha temizliği yapıldıktan sonra yapışkanlı örtü örtüldü ve kapak ekartörü yerleştirilmiştir. %5'lik povidon iyot göz yüzeyine 1 dakika uygulanmıştır. Tüm ameliyatlar lokal anestezi altında yapılmıştır. Ameliyata alınan hastalara oksibuprokain (Alcaine damla, Alcon, İstanbul, Türkiye) damlatılarak yapılan topikal anestezi sonrası, 150 I. E. Hylase (Hylase ampül, Pharma Dessau GmbH, Dessau, Almanya), 2 cc lidokain hidroklorür-adrenalin (Jetokain ampül, Adeka, Samsun, Türkiye), 2 cc bupivakain HCL-glucose-monohydrate % 0,5 (Mercaine enjektabl, Eczacıbaşı, İstanbul, Türkiye) kullanılarak subtenon lokal anestezi yapılmıştır. Bu aşamada tüm hastaların dik aksı steril işaretleme kalemi ile Whitman axis marker (Storz CA USA) angüler işaretleyici kullanılarak işaretlenmiştir. Topikal anestezi veya subtenon anestezi altında hastanın keratometri değerleri referans alınarak 3 grupta da keratometri değerlerine göre dik akstan 3 mm'lik bıçak ile fako kesisi yapılmıştır. Ameliyatlar standart olarak fakoemülsifikasyon yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. % 3 sodyum hyaluronat verilerek ön kamara derinliği sabitleştirilmiştir. Kistotom ile ön kapsül çizilmiştir ve Ultrata penseti ile 5- 5,5 mm çapında devamlı yuvarlak kapsüloreksis (CCC) yapılmıştır. Hidrodiseksiyon ve hidrodelineasyondan sonra Optik R-Evolution (VSY Biotechnology) fakoemülsifikasyon cihazıyla 'divide and conquer' yöntemi kullanılarak nükleus yenmiştir. Daha sonra korteks kalıntıları çift el irrigasyon/aspirasyon ile uzaklaştırılmıştır. Kapsül içine %1.4 sodyum hiyalüronat verildikten sonra yara yeri genişletilmeden lensin kartuş sistemi ile grup 1 ve grup 2 ye Eyecril sferik intraoküler lens, grup 3 hastalarına ise Eyecril torik intraoküler lens yerleştirilmiştir. Grup 3 teki hastalarda kese içerisinde lens tam açılmadan ilk hizalama yapılmıştır. Viskoelastik madde temizliği yapılmadan önce GİL saat yönünde döndürülerek ilk yerleştirme sağlanmıştır. Viskoelastik madde çıkarıldıktan sonra, GİL üzerindeki referans işaretleri ile hizalama ekseni işaretleri eşleştirilerek nihai pozisyonuna getirilmiştir. Çift el irrigasyon/aspirasyon

ile viskoelastik temizlendikten sonra, ana kesi ve yan girişler stroma hidrasyonu ile kapatılıp yara yeri sızdırmazlığı kontrol edilmiştir. Bu aşamada Grup-1 hastalarına Nichamin'in NAPA nomogramına göre LRI kesisi yapılmıştır. Grup-2 (OCCI) hastalarına ise dik akstan yapılan CCI'nın 180 derece karşısından OCCI kesisi yapılmıştır. Daha sonra tekrar yara yeri sızdırmazlığı kontrolü yapılmıştır. İntrakamaral 0,05 cc moksifloksasin verilerek operasyon sonlandırılmıştır. Hiçbir hastada intraoperatif komplikasyon gelişmemiştir. Hiçbir hastada korneal sütür ihtiyacı olmamıştır. Ameliyat sonrası hastaya 8x1 deksametazon ve 5x1 moksifloksasin göz damlaları başlanmış ve gözün muayene bulgularına göre kontrol muayenelerinde tedrici olarak azaltılmıştır. Hastalar postoperatif dönemde göz kliniği genel kuralları çerçevesinde 1.gün, 1.hafta, 1.ay ve 6.ayda görülmüştür. Hastaların 1.gün, 1.hafta ve 1.ay topografi ölçümleri alınmamış 6.ay topografi ölçümleri alınmıştır. Postoperatif olağan kontrollerine ek olarak en iyi düzeltilmiş görme keskinliği, keratometre ve topografi ölçümleri ile değerlendirilmiştir. Cerrahi öncesi ve sonrası korneal astigmatizma değerleri vektör analizi yöntemi ile hesaplanmıştır. Bu çalışmada cerrahi olarak indüklenen astigmatizmayı heptlamak için Ege Üniversitesinde hazırlanan 'Astigmatizma Vektör Analiz Programı ' (63) kullanılmıştır.

İstatistiksel Yöntem

İstatistiksel analizlerde SPSS 20.0 MAC paket programı kullanıldı. En iyi düzeltilmiş uzak görme keskinlikleri cerrahi öncesi ve sonrası karşılaştırıldı. Verilerin dağılım durumuna göre Independent-Sample T test veya Mann Whitney U testi; grupların zaman içinde değerlendirilen ölçümlerinin karşılaştırılması için repeated-measures ANOVA testi kullanıldı. İstatistiksel olarak "p" değerinin < 0.05 olması anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Preoperatif hasta özellikleri

Çalışmaya katılan hastaların demografik özellikleri Tablo 4.1’de özetlenmiştir. Olguların 29 (%48.2)’i kadın 27 (%51.8)’i erkek olup ortalama hasta yaşı 60.66 ± 13.50 (min: 29,max: 84) yıl idi.

29 (%51.8) hastada sağ göz, 27 (%48.2) hastada sol göz tedavi edildi.

Tablo 4.1: Değerlendirmeye alınan hastaların demografik verileri

Demografik Bilgiler							
	Grup 1		Grup 2		Grup 3		p değeri
	<i>Erkek</i>	<i>Kadın</i>	<i>Erkek</i>	<i>Kadın</i>	<i>Erkek</i>	<i>Kadın</i>	
<i>Cinsiyet (n)</i>	10	6	8	12	9	11	>0.05
	<i>Sağ</i>	<i>Sol</i>	<i>Sağ</i>	<i>Sol</i>	<i>Sağ</i>	<i>Sol</i>	
<i>Cerrahi yapılan Göz (n)</i>	9	7	10	10	10	10	>0.05
<i>Yaş Ortalaması (Yıl $\pm$ SS)</i>	57.12 $\pm$ 15.66		62.90 $\pm$ 11.48		61,25 $\pm$ 13.64		>0.05

Grup 1: LRI, Grup 2:OCCI, Grup 3:Torik IOL, SS: Standart Sapma, n: Hasta sayısı

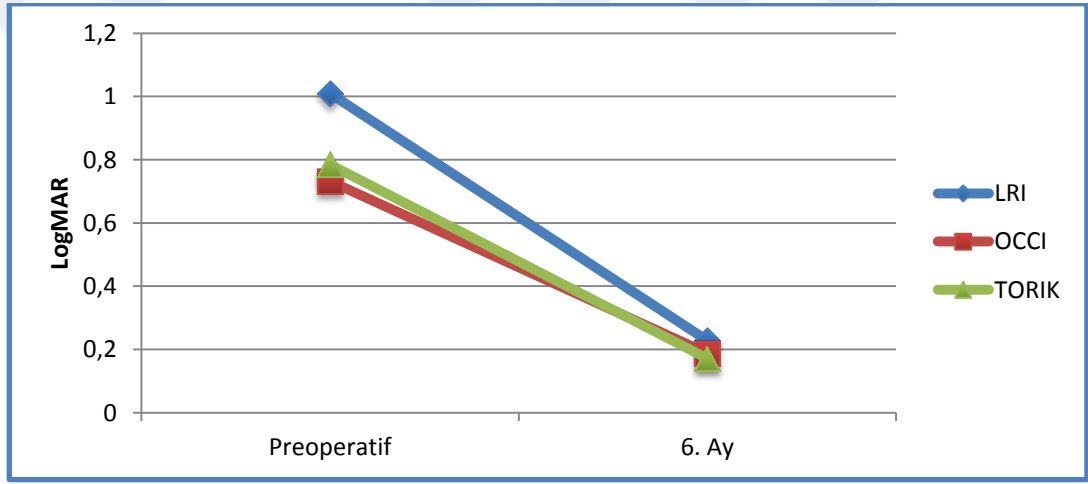
Tashihli Uzak Görme Keskinliği (BCVA) Değişimi

Cerrahi öncesi ve cerrahi sonrası 6.ayda tashihli uzak görme keskinliği Tablo 4.2’de özetlenmiştir. Tashihli uzak görme keskinliği değişimi (bundan sonraki kısımlarda literatürdeki yaygın kullanımı nedeniyle BCVA ‘best corrected visual acuity’ olarak bahsedilecektir.) grafiği Şekil 4.1’ dedir. Snellen eşeline göre tashihli uzak görme keskinlikleri cerrahi öncesi grup 1 de 0.18 ± 0.13 (LogMAR=1.009), grup 2 de 0.23 ± 0.14 (LogMAR=0.73), grup 3 de 0.22 ± 0.13 (LogMAR=0.78) iken cerrahi sonrası grup 1 de 0.68 ± 0.25 (LogMAR=0.228), grup 2 de 0.70 ± 0.25 (LogMAR=0.18), grup 3 de 0.69 ± 0.17 (LogMAR=0.17) olarak izlenmiştir. Gruplar arası görme seviyelerinde cerrahi öncesi ve cerrahi sonrası istatistiksel olarak anlamlı bir fark

izlenmemiştir. Grup içi cerrahi öncesi ve sonrası görme seviyeleri arasında anlamlı fark izlenmiştir. ($P<0.0001$, $P<0.0001$, $P<0.0001$)

Tablo 4.2: Cerrahi öncesi ve cerrahi sonrası 6.ayda tashihli uzak görme keskinliği

	Preoperatif BCVA (Snellen)	Postoperatif BCVA (Snellen)	P değeri
Grup-1 (LRI)	0.18±0.13 (LogMAR=1.009)	0.68±0.25 (LogMAR=0.228)	$P<0.0001$
Grup-2 (OCCI)	0.23±0.14 (LogMAR=0.73)	0.70±0.25 (LogMAR=0.18)	$P<0.0001$
Grup-3 (Torik)	0.22±0.13 (LogMAR=0.78)	0.69±0.17 (LogMAR=0.17)	$P<0.0001$



Şekil 4.1: Tashihli uzak görme keskinliği değişimi

Grup 1: LRI, Grup 2:OCCI, Grup 3:Torik IOL

Refraktif Silindirik Değer Değişimi

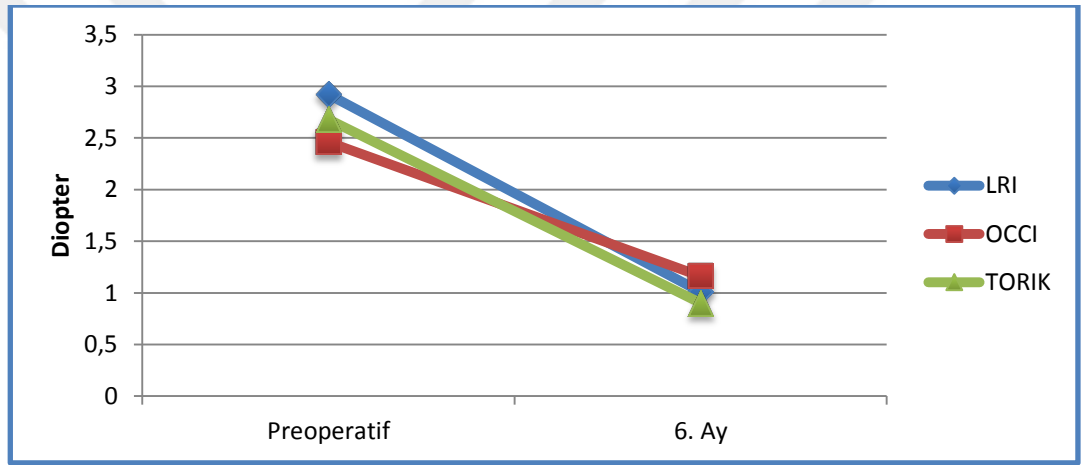
Tedavi öncesinde ve 6.ay kontrolünde refraktif silindirik değer değişimleri Tablo 4.3’de özetlenmiştir. Preoperatif ve postoperatif refraktif silindir değerler istatiksel olarak analiz edildiğinde her 3 grupta da istatistiksel olarak yüksek anlamlı değişim izlenmiştir ($P<0.0001$, $P<0.0001$, $P<0.0001$). En fazla refraktif silindir değer değişimi LRI grubunda izlenmiş olup, en az değişim OCCI grubunda izlenmiştir. Ancak gruplar arası (3 grup) preoperatif refraktif silindirik değer, postoperatif refraktif silindir değer ve preoperatif-postoperatif refraktif silindirik değer farkı incelendiğinde istatiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Gruplar ikili olarak

Bulgular

kıyaslandığında da (LRI vs OCCI, LRI vs Torik, OCCI vs Torik) bu değerler açısından istatiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

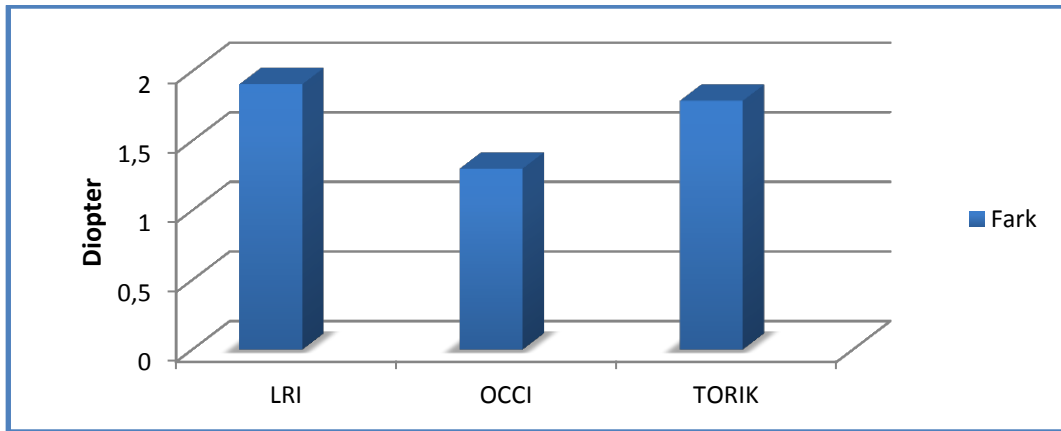
Tablo 4.3: Refraktif Silindirik Değer Değişimi

	Preop. Ort. Refraktif silindirik değer (Diyoptri)	Postoperatif Refraktif silindirik değer (Diyoptri)	Preop-postop. refraktif silindirik değer farkı(Diyoptri)	Grup içi analiz P değeri
Grup-1 (LRI)	2.92±1.09	1.01±0.61	1.9±1.09	P<0.0001
Grup-2 (OCCI)	2.46±1.66	1.16±1.12	1.3±1.19	P<0.0001
Grup-3 (Torik)	2.68±0.90	0.9±0.76	1.78±0.90	P<0.0001
Gruplar arası analiz P değeri	0.56	0.63	0.19	



Şekil 4.2: Silindirik Değer Değişimi

Grup 1: LRI, Grup 2:OCCI, Grup 3:Torik IOL



Şekil 4.3: Refraktif Silindirik değer farkı grafiği

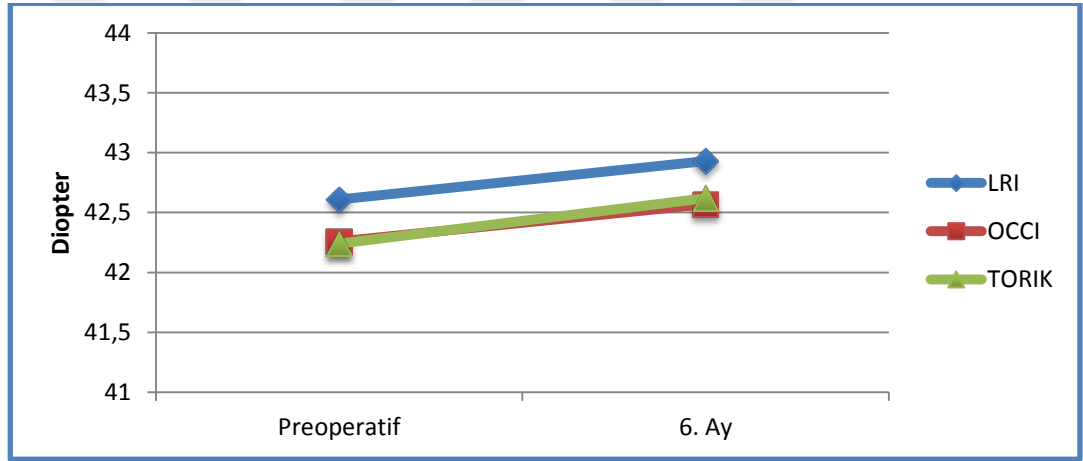
Grup 1: LRI, Grup 2:OCCI, Grup 3:Torik IOL

Keratometre Değişimi

Tedavi öncesinde ve 6.ay kontrolünde otorefraktometrik keratometre değer değişimleri Tablo 4.4 ve 4.5’de özetlenmiştir. Değişimlerin istatistiksel analizinde her 3 grupta da hem K1 hem de K2 değerlerinde yüksek anlamlı değişim izlenmiştir. ($P<0.0001$, $P<0.0001$, $P<0.0001$). K1 değerindeki değişim artış yönüne iken, K2 değerindeki değişim azalma yönündedir.

Tablo 4.4: K1 değerinin preoperatif ve postoperatif değişimi

	Preoperatif K1	Postoperatif K1	P değeri
Grup-1 (LRI)	42.61±1.88	42.93±1.86	$P<0.0001$
Grup-2 (OCCI)	42.26±1.04	42.57±1.08	$P<0.0001$
Grup-3 (Torik)	42.24±1.49	42.62±1.50	$P<0.0001$

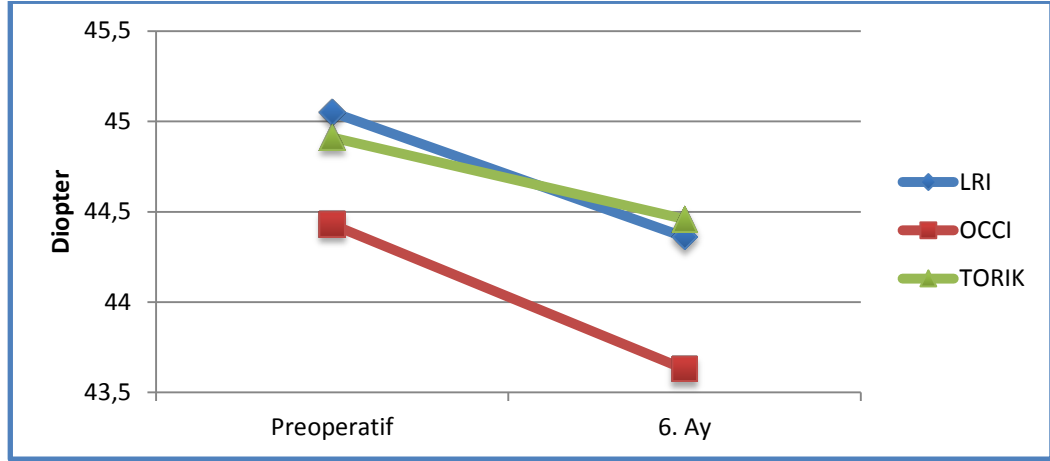


Şekil 4.4: K-1 değer değişim grafiği

Grup 1: LRI, Grup 2:OCCI, Grup 3:Torik IOL

Tablo 4.5: K-2 değerinin preoperatif ve postoperatif değişimi

	Preoperatif K2	Postoperatif K2	P değeri
Grup-1 (LRI)	45.05±1.45	44.36±1.41	$P<0.0001$
Grup-2 (OCCI)	44.43±1.83	43.6±1.32	$P<0.0001$
Grup-3 (Torik)	44.91±1.53	44.46±1.56	$P<0.0001$

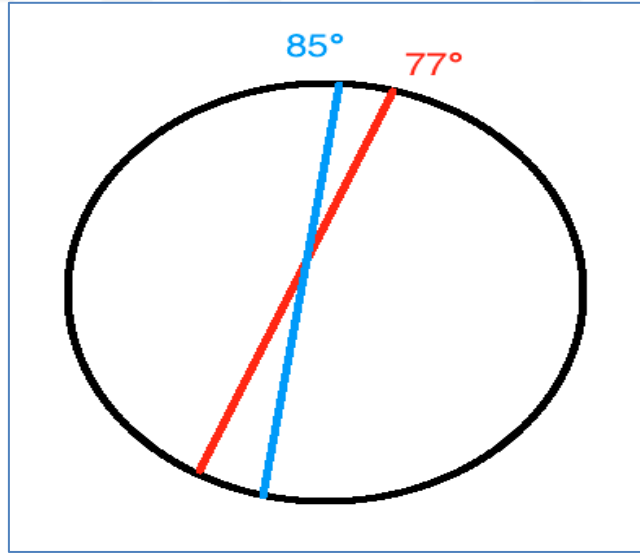


Şekil 4.5: K2 değeri değişim grafiği

Grup 1: LRI, Grup 2:OCCI, Grup 3:Torik IOL

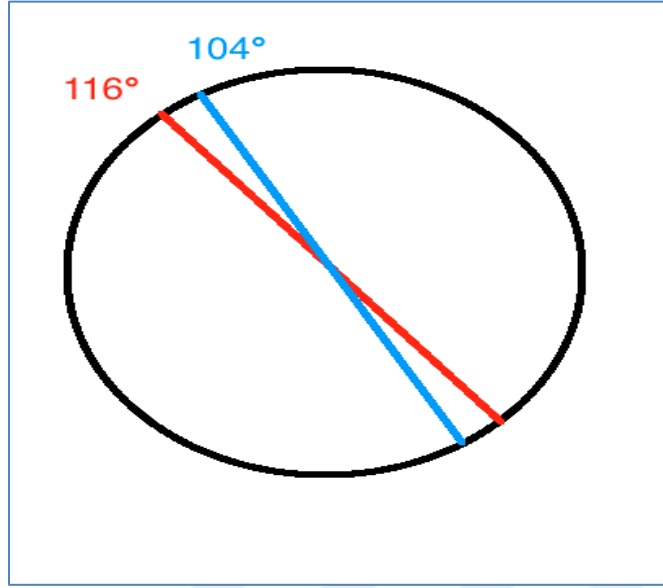
Aks Değişimi

Tedavi öncesinde ve 6.ay kontrolünde otorefraktometrik silindirik aks değişimleri Şekil 4.6, 4.7, 4.8’de özetlenmiştir. Değişimlerin analizinde grup 1 de 8° kayma var iken, grup 2 de 12°, grup 3 de 1° kayma izlenmiştir. İstatiksel analizde anlamlı fark yoktur. ($P<0.539$, $P<0.340$, $P<0.831$).



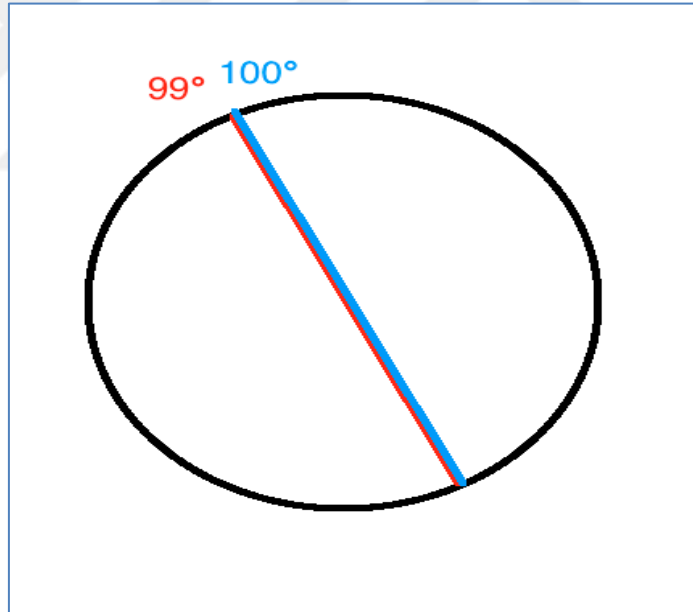
Şekil 4.6: Grup 1 aks değişimi

Not: Kırmızı çizgi cerrahi öncesi akss, mavi çizgi cerrahi sonrası aks



Şekil 4.7: Grup 2 aks değişimi

Not: Kırmızı çizgi cerrahi öncesi aks, mavi çizgi cerrahi sonrası aks



Şekil 4.8: Grup 3 aks değişimi

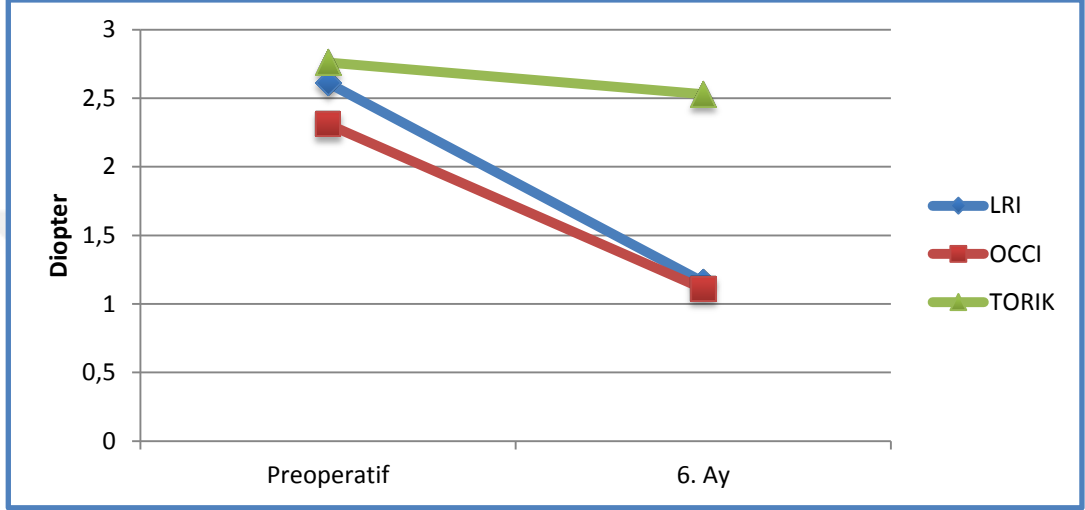
Not: Kırmızı çizgi cerrahi öncesi aks, mavi çizgi cerrahi sonrası aks

Topografik K değer değişimi

Tedavi öncesinde ve 6.ay kontrolünde topografik korneal astigmatizma değişimleri Tablo 4.6'da özetlenmiştir. Değişimlerin analizinde K değerleri değişiminde ise tüm gruplarda anlamlı düşüş izlendi. ($P<0.0001$, $P<0.0001$, $P=0.0001$).

Tablo 4.6: Preoperatif-postoperatif korneal astigmatizma

	Preoperatif Korneal astigmatizma	Postoperatif Korneal astigmatizma	Preop-Postop korneal astigmatizma farkı	P değeri
Grup 1	2.61±0.94	1.16±0.55	1.51±0.76	P<0.0001
Grup 2	2.31±1.57	1.11±1.08	1.2±0.88	P<0.0001
Grup 3	2.76±0.69	2.53±0.6	0.23±0.25	P=0.001

**Şekil 4.9:** Topografik K değeri değişimi grafiği

Grup 1: LRI, Grup 2:OCCI, Grup 3:Torik IOL

Cerrahi ile İndüklenen Astigmatizm Değişimi

Tedavi öncesinde ve 6.ay kontrolünde cerrahi ile indüklenen astigmatizm değişimleri Tablo 4.7’de özetlenmiştir. Değişimlerin analizinde gruplar arası fark anlamlı bulunmuştur. (P=0.0001). Ancak gruplar ikili olarak incelendiğinde grup-1 ve grup-2 arasında cerrahi ile indüklenen astigmatizma açısından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmazken, grup-1 ve grup-3 arasında olduğu gibi grup-2 ve grup-3 kıyaslandığında da istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır. Gruplar arası karşılaştırma Tablo 4.8’de özetlenmiştir.

Tablo 4.7: Cerrahi İle İndüklenen Astigmatizma

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	p değeri*
<i>Ortalaması (Diyoptri ± SS)</i>	2,24 ±1,28	1,78 ±0,91	0.26 ±0.13	0,0001

Grup 1: LRI, Grup 2:OCCI, Grup 3:Torik IOL, SS: Standart Sapma, n: sayısı. *One Way ANOVA Testi

Tablo 4.8: Gruplar arası cerrahi olarak indüklenen astigmatizmanın karşılaştırılması

Gruplar arası karşılaştırma	Cerrahi ile İndüklenen Astigmatizma (SIA) arasındaki fark	P değeri
Grup-1 (LRI) vs Grup-2 (OCCI)	0.46	0.216
Grup-1 (LRI) vs Grup-3 (Torik)	1.98	<0.001
Grup-2 (OCCI) vs Grup-3 (Torik)	1.52	<0.001

TARTIŞMA ve SONUÇ

Katarakt cerrahisi planlanan hastalarda astigmatizma insidansı yadsınamayacak kadar yüksektir. Nichamin'e göre katarakt hastalarının %30'unda ameliyat öncesi var olan astigmatizma miktarı 1D ve üzerindedir. AMO'nun yaptığı çalışmada kataraktlı hastalarda; 1,00 D'den fazla astigmat oranı % 32 iken 1.50 D'den fazla astigmat oranı % 8,4 bulunmuştur (93). Kataraktlı hastalarda 1.50 D ve üzeri astigmat oranı Hoffer'in çalışmasında % 23,6; Ninn-Pedersen ve ark çalışmasında %22, Ferrer-Blasco ve ark çalışmasında % 22 bulunmuştur (94, 95, 96). Ünlü ve ark (97) ise kataraktlı hastalarda 1.00 D'den fazla astigmat oranını %30, 1.75 D'den fazla astigmat oranını % 15,5 bulmuşlardır. Bu ihmal edilemeyecek oranlar nedeniyle katarakt hastalarında astigmatizmanın düzeltilmesine yönelik yapılan işlemler gereklilik haline gelmiştir. Katarakt cerrahisinde astigmatizmanın düzeltilme yöntemleri torik intraoküler lens implantasyonu, astigmatik keratotomi, limbal gevşetici insizyon, karşılıklı saydam korneal kesi, excimer ve femtosaniye lazer sistemleri yardımıyla yapılan tedaviler olarak sınıflandırılabilir. AMO tarafından 2010 yılında yapılan bir çalışmaya göre katarakt cerrahilerinin %56'sının astigmatizmayı düzeltmediği, %25'inin Torik İOL, %15,5'inin periferik korneal gevşetici insizyon, %4'ünün de LASIK, PRK gibi yöntemleri tercih ettiği görülmektedir (93). Bu çalışmada da gördüğümüz üzere katarakt hastalarında astigmatizmanın düzeltilmesi gerekli olmakla birlikte hala kullanımı sınırlıdır. Bu nedenle bu tedavi modalitelerinin yaygınlaştırılması ve geliştirilmesi önemlidir.

Korneal astigmatizma değeri 1.20 D'den fazla olduğunda limbustan yapılan 3.2 mm'lik insizyon düzeltme için yeterli olmamakta; daha geniş insizyon yapılması (83, 98, 99) veya ek insizyonların yapılması gerekmektedir

(80, 100). Bu amaçla ortaya konan karşılıklı saydam korneal kesi yöntemi ilk olarak Lever ve Dahan tarafından tanımlanmıştır (80). Saydam korneal kesilerin (CCI) korneayı düzleştirme etkisini güçlendirmek için ilk yapılan CCI'nun 180 derece karşısından ikinci bir CCI yapılmıştır. Lever ve Dahan kurala uygun astigmatizması olan hastalarda CCI' ları saat 12 ve 6 hizasında, kurala aykırı astigmatizması olan hastalarda saat 3 ve 9 hizasında; oblik astigmatizması olan hastalarda ise ana CCI dik akstan yapılırken, ikinci CCI 180 derece karşısından yapılmıştır. Diğer pek çok çalışmada ise bizim çalışmamızda olduğu gibi ana CCI dik akstan yapılırken diğer CCI 180 derece karşı akstan yapılmıştır (82, 86, 87, 88). Lever ve Dahan'ın yaptığı çalışmada preoperatif astigmatizma 2.81 ± 0.74 D (2.00-5.00D aralığında) iken postoperatif astigmatizma 0.75 ± 0.60 D (plano-1.75D aralığında) bulunmuştur. 2.8-3.5 mm uzunluğunda değişen insizyonların astigmatizmayı düzeltme ortalaması 2.06D dir. Vektör analizi ile hesaplanan astigmatizma düzeltme ortalaması ise 2.25D olarak bulunmuştur (80). Ben Simon'un OCCI ile tek CCI (kontrol grubu)'yi karşılaştırdığı çalışmasında (86), OCCI grubunda preoperatif korneal astigmatizma $2.6 (\pm 1.2)$ D' den postoperatif $1.4 (\pm 0.9)$ D' e gerilerken ($P=0.000$) kontrol grubunda preoperatif korneal astigmatizma $0.9 (\pm 0.4)$ D' den postoperatif $0.7 (\pm 0.5)$ D' e gerilemiştir ancak aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Preoperatif ve postoperatif korneal astigmatizma değerleri OCCI grubunda kontrol grubuna göre anlamlı olarak yüksek bulunmasına rağmen ortalama astigmat düzeltme değeri (preoperatif ve postoperatif korneal astigmatizma farkı) OCCI grubunda anlamlı olarak yüksek saptanmıştır ($1.3D$ vs $0.4D$ $P=0.000$). Vektör analizi ile hesaplanan ortalama astigmatik düzeltme değeri de OCCI grubunda anlamlı olarak yüksek bulunmuştur ($1.8D$ vs $1.0D$ $P=0.002$). Razmjoo ve ark çalışmasında da (101) OCCI ile tek CCI karşılaştırılmış, ortalama korneal astigmatizma değişimi OCCI grubunda 1.07 ± 0.27 iken ($P<0.001$), tek CCI grubunda $0.43 \pm 0.21D$ olarak bulunmuştur. OCCI grubunun korneal astigmatizmasındaki preoperatif ve postoperatif değerlendirmede 1.07 D'lik fark istatistiksel olarak anlamlı saptanmıştır ($P<0.001$). Ancak gruplar arasındaki final BCVA açısından fark saptanmamıştır. Khokhar ve ark. çalışmasında (88) ise OCCI grubundaki ortalama korneal astigmatizma değişimi 1.60 ± 0.45 D iken; tek CCI yapılan grupta 0.59 ± 0.43 'tür ($P=.00$).)

Bizim çalışmamızda ise grup-2'de (OCCI grubu) preoperatif korneal astigmatizma 2.31 ± 1.57 D iken postoperatif korneal astigmatizma 1.11 ± 1.08 D olarak bulunmuştur. Yani korneal astigmatizmada 1.2 ± 0.88 D'lik azalma meydana gelmiştir. OCCI yapılan diğer çalışmalarda da preoperatif ve postoperatif korneal astigmatizmadaki ortalama değişim 0.50 D ile 2.06 D aralığındadır. (80, 81, 102) Çalışmalar arasındaki bu fark doğru aksa çift korneal kesi yapmanın zorluğundan kaynaklanıyor olabilir.

Ortalama SIA değişimi Lever ve Dahan'ın çalışmasında (80) 2.25 D, Tadros ve ark çalışmasında (81) 1.75 D, Ben Simon ve Desatnik 'in çalışmasında (86) 1.66 D, Qammar ve Mullaney çalışmasında (102) 2.10 D, Khokhar ve ark. çalışmasında (88) 1.66 D'dir. Çalışmalar arasındaki bu farklılık preoperatif ortalama astigmat değerleri, insizyonun uzunluğu, yerleşim yeri farklılığından kaynaklanıyor olabilir.

Ben Simon ve Desatnik'in OCCI ile tek CCI karşılaştırdığı çalışmasında (86) OCCI grubunda preoperatif görme keskinliği 20/147, postoperatif görme keskinliği 20/37 iken (delta LogMAR=0.54), kontrol grubunda preoperatif görme keskinliği 20/88, postoperatif görme keskinliği 20/32 (delta LogMAR=0.39) olarak bulunmuştur. Sferik ekivalan, aks değişimi, eşleşme (coupling) oranı ve final BCVA arasında iki grup arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Khokhar ve ark. çalışmasında (88) ise UCVA değeri OCCI grubunda tek CCI yapılan gruba göre anlamlı olarak yüksekken, BCVA değerleri arasında fark saptanmamıştır. Bizim çalışmamızda ise OCCI grubunda Snellen eşeline göre preoperatif görme keskinliği 0.23 ± 0.14 (LogMAR=0.73) iken postoperatif 0.70 ± 0.25 (LogMAR=0.73) olarak bulunmuştur. Postoperatif görme keskinliğindeki artış (delta LogMAR=0.54) istatistiksel olarak anlamlıdır. ($P < 0.001$).

Mendicute ve ark. çalışmasında torik intraoküler lensler ile OCCI karşılaştırılmış olup her iki grupta da postoperatif refraktif astigmatizma değerinde anlamlı düşüş saptanmıştır. Torik İOL grubunda refraktif değişiklikler ile keratometrik değişiklikler korele değilken, OCCI grubunda korele bulunmuş olup, OCCI grubunda postoperatif keratometri değerlerinde anlamlı düşüş mevcuttur ($p < 0.01$). Torik İOL grubunda 20/40 ve üzeri UCVA hastaların oranı %95; 20/25 ve üzeri UCVA hastaların oranı %70 iken; OCCI grubunda bu oranlar sırasıyla %80 ve %50'dir. Yani Torik

İOL grubunda UCVA değerleri daha yüksektir ancak her iki grupta da hastaların tamamı 20/25 ve üzeri BCVA değerine sahiptir (82).

Maedel ve ark. torik İOL ve OCCİ karşılaştırdığı çalışmada ise korneal astigmatizmadaki ortalama düşüş torik İOL grubunda 0.18 ± 0.52 D iken OCCİ grubunda 0.67 ± 0.58 D'dir. OCCİ grubundaki korneal astigmatizmadaki azalma istatistiksel olarak anlamlıdır. Rezidüel refraktif silindir değerler ise torik İOL grubunda (0.68 ± 0.52 D); OCCİ grubuna göre (1.02 ± 0.54 D) anlamlı derecede daha düşük saptanmıştır. Postoperatif UCVA değerlerine bakıldığında torik İOL grubunda anlamlı bir yükseklik mevcutken (0.09 ± 0.18 LogMAR vs 0.29 ± 0.30 LogMAR) ($P=0.02$); postoperatif BCVA değerlerinde iki grup arasında anlamlı fark saptanmamıştır. Görme keskinliği açısından her iki grup arasında anlamlı fark saptanmamıştır 1.saat, 3.ay ve 9.ay postoperatif kontrollere bakıldığında torik İOL grubunda ortalama rotasyon derecesinde gittikçe artan değerler olduğu görülmüştür (103).

Bizim çalışmamızda ise postoperatif BCVA değerleri Torik İOL grubunda 0.69 ± 0.17 D (0.17 LogMAR) iken OCCİ grubunda 0.70 ± 0.25 (0.18 LogMAR) olarak saptanmış olup her iki grupta preoperatif görme keskinliğine göre anlamlı bir artış olup ($p<0.001$), postoperatif BCVA'lar arasında fark saptanmamıştır ($P=0.90$). Refraktif astigmatizmadaki azalma torik İOL grubunda 1.78 ± 0.90 iken, OCCİ grubunda 1.3 ± 1.19 D olup her iki grupta da istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş mevcuttur. ($P<0.0001$). Rezidüel refraktif silindirik değer torik İOL grubunda 0.9 ± 0.76 D iken OCCİ grubunda 1.16 ± 1.12 D olup 2 grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur ($P=0.39$). Torik İOL'ün astigmatizmayı düzeltme mekanizması korneal yolla olmadığı için postoperatif korneal astigmatizma OCCİ grubundan anlamlı olarak yüksek saptanmış olup; SIA değeri torik İOL grubunda 0.26 ± 0.13 D iken; LRI grubunda 1.78 ± 0.91 D olarak saptanmıştır ($P<0.0001$). Torik İOL grubunda rezidüel refraktif astigmatizma ve refraktif astigmatizmadaki azalma sayısal olarak düşük bulunmuş olmasına karşın istatistiksel olarak her iki grupta anlamlı bir fark olmamasının nedeni hasta sayısının yetersiz olmasından kaynaklanıyor olabilir.

Korneal astigmatizmanın düzeltilmesinde diğer bir yöntem ise limbal gevşetici insizyondur. Katarakt cerrahisi ile birlikte limbal gevşetici insizyonun birlikte yapılması ilk olarak Gills (104) ve Miller (105) tarafından tanımlanmıştır. Katarakt cerrahisinde dik akstan ana giriş yapıldığında insizyonun boyutu ve yerleşimine bağlı olarak astigmatı 1D' ye kadar düşürebilir (106,107). Her ne kadar LRI ile yapılan bazı çalışmalarda benzer miktarda azalma olduğu belirtilse de (108, 109, 110), Gills LRI ile 4D'ye kadar düzeltmenin mümkün olabileceğini savunmaktadır (111). Gills' e göre ortogonal olmayan örneğin asimetrik papyon patterni görülen olgularda LRI'lerin 180 derece karşılıklı yapılması ve insizyonların eşit uzunlukta yapılması da şart değildir. Limbal gevşetici insizyonların katarakt cerrahisi ile birlikte yapıldığında tek başına yapılmasından daha etkin olduğu da bildirilmiştir (HB). Ayrıca yüksek dereceli astigmatlarda LRI, arkuat keratotomi ve korneal gevşetici insizyonlarla kombine edilebilir (112).

Carvalho ve ark. nın yaptığı çalışmada (113) hastalar sadece katarakt cerrahisi yapılan (24 hasta)ve katarakt cerrahisi ile birlikte limbal gevşetici insizyon yapılan (26 hasta) olmak üzere 2 gruba ayrılmıştır. Limbal gevşetici insizyon bizim çalışmamızda olduğu gibi Nichamin'in nomogramı baz alınarak uygulanmıştır. Preoperatif ve postoperatif dönemde tashihli en iyi görme keskinliği değerlerine bakıldığında her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır. Sharma BR ve ark. çalışmasında ise AMO'nun Donnenfield ve NAPA nomogramlarını baz alarak düzenlediği yazılıma göre LRI yapılan hastalarda tashihsiz yada tashihle en iyi düzeltilmiş görme keskinliği preoperatif değerlerle kıyaslandığında postoperatif 3.haftada anlamlı olarak yüksektir (114). Bizim çalışmamızda ise Grup-1 (LRI)' de preoperatif ve postoperatif en iyi düzeltilmiş görme keskinlikleri karşılaştırıldığında anlamlı bir yükselme görülürken; diğer iki gruba kıyaslandığında anlamlı bir fark saptanmamıştır. LRI grubundaki görme keskinliğindeki bu artış LRI den kaynaklanabilecek herhangi bir korneal aberasyonun görme keskinliğini etkilemediğini göstermektedir (108, 113, 115, 116).

Carvalho ve ark. çalışmasında LRI uygulanan grupta topografik astigmatizmada anlamlı bir düşüş saptanırken; kontrol grubundaki topografik astigmatizmada anlamlı bir değişiklik saptanmamıştır. LRI

grubunun 6.ayda hesaplanan SIA değeri 1.50 ± 0.54 D iken astigmatizma aksındaki sapma değeri 14.2 derece olarak bulunmuş olup; kontrol grubunda ise SIA değeri 0.37 ± 0.20 D bulunmuştur (113). Budak ve ark. 'nın modifiye Gills nomogramını kullanarak LRI yaptıkları çalışmada preoperatif keratometrik silindir değer ortalaması 2.46 ± 0.81 D iken postoperatif keratometrik silindirik değer ortalaması 1.12 ± 0.74 D olarak bulunmuştur. SIA değeri ise 1.47 ± 0.80 D olarak belirtilmiştir (108). Bizim çalışmamızda ise grup-1 de 6.aydaki SIA değeri $2,24 \pm 1,28$ D 'dir. Ayrıca grup 1'deki aks değişimi 6.ayda 8 derecedir. Bu değerler arasındaki farklılık çalışmalarda farklı nomogramların kullanılmasından kaynaklanıyor olabilir. Çalışmalar arasındaki aks değişiminin farklı olması astigmatik aksı işaretlemedeki farklı tekniklerden ya da yara yerinin yeniden yapılanmasından kaynaklanıyor olabilir. Siklotorsiyona bağlı değişimleri engellemek amacıyla işaretlemenin supin pozisyon yerine oturur pozisyonda ve primer bakış halindeyken yapılması daha sağlıklı olacaktır.

Kaufman ve ark. çalışmasında ise (117) dik akstan ana kesi yapılan hastalar ile temporal insizyonla birlikte LRI yapılan gruplar karşılaştırılmıştır. 6.ayda LRI grubunda düzleşme etkisi 1.10 D, iken dik akstan CCI yapılan grupta bu değer 0.35 D olarak hesaplanmıştır ($P < 0.004$). Ancak LRI grubunda SIA değeri 1.21 D iken dik akstan CCI yapılan grupta 0.35 D'dir ve iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır. Bizim çalışmamızdaki LRI grubunda ise SIA değeri $2,24 \pm 1,28$ D olup, bu çalışmaya göre daha yüksek çıkmasının sebebi LRI grubundaki hasta sayısının bu çalışmaya göre daha az olmasından kaynaklanıyor olabilir (16 vs 38 hasta). LRI grupları arasındaki farklılıkların bir diğer sebebi de saydam korneal kesilerin yerleşiminden kaynaklanıyor olabilir. Her ne kadar temporal insizyonların astigmatik etkisinin minimal olduğu söylene de nötral değildir. Çalışmalarda total etki karşılaştırıldığı için LRI grubunda bu durum çeşitliliğe neden olabilir. Sharma BR ve ark. çalışmasında ise AMO'nun Donnenfield ve NAPA nomogramlarını baz alarak düzenlediği yazılıma göre LRI yapılan hastalarda ise SIA değeri 3.haftada 2.26 ± 0.87 D olup bizim çalışmamızdaki SIA değeri ($2,24 \pm 1,28$ D) ile benzerdir (114). Diğer çalışmalar ile kıyaslandığında SIA değerinin daha yüksek olmasının nedeni hasta sayısının daha az olması ve daha kısa takip süresi olabilir. Müller-Jensen ve ark çalışmasında katarakt cerrahisi ile LRI

yapılan olgularda preoperatif ortalama astigmatizma değeri 0.87 ± 0.25 D iken kontrol grubunda (sadece katarakt cerrahisi yapılan grup) 0.25 ± 0.11 D; postoperatif 6.ayda bu değer LRI grubunda 0.81 ± 0.45 D, kontrol grubunda 0.47 ± 0.29 D'dir. Kontrol grubundaki astigmatizmadaki artış nedeniyle LRI grubundaki 0.06 ± 0.47 D'lik azalma istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterse de bizim çalışmamızdaki grup-1 de preoperatif (2.61 ± 0.94) -postoperatif korneal astigmatizma (1.16 ± 0.55) farkı ile kıyaslandığında (1.51 ± 0.76) daha düşük bir fark olduğu görülmektedir (109). Çalışmalar arasındaki bu farklılık preoperatif korneal astigmatizma ortalamalarının farklı olmasından kaynaklanıyor olabilir.

Carvalho ve ark. çalışmasında LRI grubunda 6.ayda cerrahi olarak indüklenen astigmatizma değeri hedeflenen indüklenmiş astigmatizmadan %24 düşük bulunmuştur (113). Budak ve ark. çalışmasında ise az düzeltmenin oranı %75'olarak belirtilmiştir (108). Yine Budak ve ark. nın Gills'in nomogramını kullanarak yaptığı başka bir çalışmada bu değer %44 olarak bulunmuştur (118). Bizim çalışmamızda ise grup-1'de topografik korneal astigmatizma preoperatif ortalama 2.61 ± 0.94 D iken, postoperatif ortalama 1.16 ± 0.55 D değerine gerilemiştir. Limbal gevşetici insizyonlarda hedeflenen astigmatizma değerine ulaşamaması yani astigmatın az düzeltilmesi nadir olmayan bir durumdur. Bu eksik düzeltmenin nedeni işaretlemenin yanlış yapılması, bıçağın kalibrasyonundaki hata, bıçak pozisyonunun limbuse dik değil oblik olması sonucu yanlış derinlikte insizyon açılması olabilir. LRI'nin İOL implantasyonundan önce yapılması da kesinin yüzeysel olmasına neden olabilir. LRI' nin fakoemülsifikasyon ve İOLi mplantasyonu sonrasında yapılması, BSS (dengeli tuz solüsyonu) ve viskoelastik madde sayesinde göz içi basıncının dengelemesi nedeniyle kesinin yüzeysel olmasını önleyebilir (113). Diğer çalışmaların aksine (108,113,119) Sharma ve ark. çalışmasında overkoreksiyon görülmüştür. Özellikle yüksek kurala aykırı astigmatizması olan hastalarda temporalden yapılan insizyon LRI'nin düzeltme etkisini güçlendirdiği için bu hastalarda overkoreksiyon görülebilmektedir (114). Yine de eksik düzeltme fazla düzeltmeye göre daha tercih edilebilir bir durumdur (108).

Katarakt cerrahisinde astigmatizmanın düzeltilmesinde diğer bir seçenek de torik intraoküler lens implantasyonudur. Torik lensler 1992'de Shizumi ve ark tarafından tasarlanmış olup (89) yüksek oranlarda rotasyon görülmekteydi. Ancak gelişen teknolojiyle birlikte rotasyonel stabilitenin artmasıyla torik intraoküler lens kullanımı katarakt cerrahisinde preoperatif korneal astigmatizmayı düzeltmek için en önemli alternatiflerden biri haline gelmiştir.

Gevşetici insizyonlar astigmatizmayı 3D'ye kadar düzeltirken, torik İOL'ler 8D'ye kadar düzeltme yapabildiğini bildiren yayın mevcuttur (120).

Mencucci ve ark (121) 1.50 D'den fazla korneal astigmatizması olan 80 hastanın yarısına torik İOL, diğer yarısına ise torik olmayan aynı materyalden oluşan sferik İOL implante etmişler, sonuçta torik İOL implante edilen hastalarda daha iyi vizüel ve refraktif sonuçlar elde etmişlerdir. Wavefront aberasyon oranı torik olmayan grupta daha yüksek saptanmıştır.

Holland ve ark (122) torik İOL ve aynı materyalden sferik İOL' ü karşılaştırdıkları randomize kontrollü bir çalışmada bir yıl sonunda, tashihli tam görme oranını torik grubunda %77,7, sferik grupta % 69,2 bulmuşlardır. Tashihsiz tam görme oranı torik grupta % 40,7, sferik grupta %19,4 ($p<0.05$), tashihsiz 0.5 ve üzeri görme oranı torik GİL'de % 92, sferik GİL grubunda % 81 olarak, 0.8 ve üzeri görme keskinliğini torik grubunda % 63, sferik grupta %41 olarak bulmuşlardır. Yine aynı çalışmada torik GİL ile rezidüel refraktif astigmatizmayı 0,59 D; 0,5 D ve daha az rezidüel refraktif astigmatizma oranını %53; 1.00 D ve daha düşük rezidüel refraktif astigmatizma oranını % 88 olarak hesaplamışlardır.

Ahmed ve ark. ise (123) 117 hasta ve 234 gözde yaptıkları bir çalışmada bilateral torik İOL implantasyonu sonrası binoküler tashihsiz 0.5 ve üstü görme oranını %99, tashihsiz tam görme oranını %63 olarak bulmuşlardır. Yine aynı çalışmada rezidüel refraktif astigmatizma değerini ortalama $0,4 \pm 0,4$ D; 0,5 D ve daha düşük rezidüel refraktif astigmatizma oranını %71; 1.00 D ve daha düşük rezidüel refraktif astigmatizma oranını %90 bulmuşlardır.

Bütün bu çalışmaların neticesinde; torik İOL'lerin çoğu modelinin görme keskinliği ve görme kalitesini iyileştirmede, astigmatizmaya bağlı oluşan aberrasyonları ve distorsiyonları düzeltmede etkin oldukları saptanmıştır.

Biz bu çalışmamızda torik lensleri, sadece sferik lens implante edilenlerden ziyade limbal gevşetici insizyon veya karşılıklı saydam korneal kesi ile katarakt cerrahisinin kombine yapıldığı olgularla karşılaştırmayı amaçladık.

Mingo-Botin ve ark. katarakt cerrahisi sırasında astigmatizmayı düzeltmek için torik intraoküler lens ve periferik korneal insizyon (limbal gevşetici insizyon olarak da bilinir) kıyasladığı çalışmada preoperatif özellikler açısından 2 grup arasında fark yokken postoperatif dönemde iki grupta da görme keskinliğinde anlamlı artış izlenmiştir. Torik grubunda UDVA %95 hastada 0.3 LogMAR (20/40 snellen) veya daha iyi, %75 hastada 0.2 LogMAR (20/32 snellen) daha iyi, %55 hastada ise 0.1 LogMAR (20/25 snellen) veya daha iyi olarak bulunurken, LRI grubunda UDVA %85 hastada 0.3 LogMAR veya daha iyi, %60 hastada 0.2 LogMAR veya daha iyi, %30 hastada 0.1 LogMAR veya daha iyi olarak bulunmuştur. Her iki grupta da %95 hastada postoperatif BCVA 0.2 LogMAR veya daha iyi olarak belirtilmiştir (124). Müftüoğlu ve ark. 1.75D ve üzerinde astigmatizması olan katarakt cerrahisi planlanan hastaları torik İOL implantasyonu yapılan ve standart sferik İOL ile birlikte modifiye Gills nomogramına göre limbal gevşetici insizyon yapılan olmak üzere 2 gruba ayırmışlardır. Son vizitte torik İOL grubunda UDVA ve CDVA sırasıyla 0.09 ± 0.01 LogMAR ve 0.07 ± 0.23 LogMAR iken; LRI grubunda 0.11 ± 0.09 LogMAR ve 0.14 ± 0.21 LogMAR olup preoperatif değerlerle karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir gelişme varken her iki grup arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır (125). Lam DKT ve ark. çalışmasında ise korneal astigmatizması olan ($<3D$) ve katarakt cerrahisi planlanan hastalar 2 gruba ayrılmış. Bir gruba torik İOL implantasyonu yapılırken diğer gruba standart sferik İOL ile birlikte Nichamin'in yaşa ve pakimetriye bağlı nomogramı baz alınarak limbal gevşetici insizyon yapılmıştır. Preoperatif UCVA torik grubunda 0.86 ± 0.25 LogMAR iken, LRI grubunda 0.78 ± 0.25 LogMAR; postoperatif UCVA ise torik grubunda 0.33 ± 0.20 LogMAR iken LRI grubunda 0.33 ± 0.15 LogMAR olarak bulunmuştur. Her iki grupta da postoperatif dönemde anlamlı artış izlenirken, gruplar arasında anlamlı fark

görülmemiştir (126). Hirnschall ve ark. çalışmasında 1-2.5D arasında korneal astigmatizması olan katarakt cerrahisi planlanan hastalar 2 gruba ayrılmış olup bir gruba torik İOL implantasyonu yapılırken, diğer gruba standart sferik İOL ile birlikte Donnenfield nomogramını baz olan bir yazılıma göre limbal gevşetici insizyon yapılmış. Ortalama UDVA torik İOL grubunda 0.08 ± 0.1 LogMAR iken LRI grubunda 0.09 ± 0.13 LogMAR olup aralarındaki fark istatistiksek olarak anlamsız bulunmuştur ($P=0.12$) (127). Gangwani ve ark. çalışmasında ise 1-2.5D arasında korneal astigmatizması olan katarakt cerrahisi planlanan hastaları 2 gruba ayırmış. Bir gruba multifokal torik İOL implantasyonu yapılırken diğer gruba mutlifokal sferik İOL ile birlikte Donnenfield nomogramını baz olan bir yazılıma göre limbal gevşetici insizyon yapılmış. Multifokal torik İOL grubunda postoperatif UDVA 0.10 ± 0.14 LogMAR iken; LRI grubunda 0.15 ± 0.14 LogMAR bulunmuştur ve aralarındaki fak istatistiksel olarak anlamsızdır. Yine iki grup postoperatif UNVA açısından karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır. Mutifokal torik lensin UDVA değer, torik olmayan multifokallerle benzer bulunurken, UNVA değerini daha iyi bulan çalışmalar da mevcuttur (129,130). Bizim çalışmamızda ise torik İOL implantasyonu yapılan grup-3'te preoperatif BCVA 0.22 ± 0.13 (0.78 LogMAR) iken postoperatif BCVA 0.69 ± 0.17 (0.17 LogMAR) olarak bulunmuştur. Grup-1 (LRI)'de ise preoperatif BCVA 0.18 ± 0.13 (1.009 LogMAR) iken postoperatif BCVA 0.68 ± 0.25 (0.228 LogMAR) olarak bulunmuştur. Her iki grupta da BCVA postoperatif anlamlı olarak artış gösterirken ($P<0.001$), gruplar arasında preoperatif ve postoperatif BCVA yönünden anlamlı bir fark saptanmamıştır. Diğer çalışmalarla kıyaslandığında BCVA değerlerinin nispeten düşük olmasının nedeninin retinal problemler nedeniyle düşük görme keskinliği olan hastaların ortalamayı etkilemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Mingo-Botin ve ark. çalışmasında Torik grubunda rezidü refraktif astigmatizma ortalama 0.61 ± 0.4 D, LRI grubunda ortalama 1.32 ± 0.60 D'dir. Her iki grupta da refraktif astigmatizma anlamlı derecede azalsa da (torik grubunda %67 vs LRI grubunda %30) rezidü astigmatizma torik grubunda LRI grubuna göre anlamlı derecede düşüktür. Preoperatif ve postoperatif keratometrik değerlere bakıldığında torik grubunda anlamlı değişim görülmezken LRI grubunda ortalama azalma (preoperatif 1.91 ± 0.48 -

postoperatif 1.33 ± 0.56) 0.58 D olup bu değişim istatiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.01$) (124). Mingo-Botin ve ark. çalışmasında Nichamin nomogramına göre yapılan LRI'lerde 0.58 D düzeltme sağlanırken, diğer çalışmalarda astigmatizma düzelme indisi %54-%76 arasında değişkendir. (113,117). Torik İOL grubunda korneal astigmatizmanın %67.7'si yani ortalama 1.28D refraktif astigmatizma düzeltilmiştir. Bu az düzeltmenin nedeni İOL ün rotasyonuna bağlı değişim ve kurala uygun astigmatlarda temporalardan yapılan fako kesisinin astigmatı indüklemesinden kaynaklandığı düşünülmüştür. Müftüoğlu ve ark. çalışmasında preoperatif ortalama astigmatizma torik İOL grubunda 2.21 ± 1.32 D iken, LRI grubunda 2.24 ± 0.96 D olarak belirtilmiştir. Postoperatif ortalama astigmatizma ise torik İOL grubunda 0.89 ± 0.68 D iken; LRI grubunda 1.42 ± 1.22 D bulunmuştur. Postoperatif refraktif astigmatizmadaki azalma oranı ise torik İOL grubunda %64 iken; LRI grubunda %32 'dir. Rezidü astigmatizma 1.ve 6.ayda LRI grubunda anlamlı olarak daha yüksektir (125). Lam DKT ve ark. çalışmasında ise preoperatif refraktif astigmatizma torik grubunda 1.74 ± 0.48 D iken LRI grubunda 01.58 ± 0.28 D; postoperatif refraktif astigmatizma ise torik grubunda 0.77 ± 0.53 D iken LRI grubunda 1.00 ± 0.60 D olarak bulunmuştur. Her iki grupta da postoperatif dönemde anlamlı azalma izlenirken, gruplar arasında anlamlı fark görülmemiştir. Korneal astigmatizma ise torik grubunda preoperatif 1.43 ± 0.67 D, postoperatif 1.43 ± 0.63 D; LRI grubunda ise preoperatif 1.19 ± 0.45 D, postoperatif 0.81 ± 0.50 D olarak saptanmıştır. Korneal astigmatizma LRI grubunda anlamlı olarak azalmışken, torik grubundaki anlamlı değişim çok daha az miktardadır. Postoperatif korneal astigmatizma LRI grubunda torik grubuna göre anlamlı olarak daha düşüktür (126). Gangwani ve ark. çalışmasında ortalama preoperatif korneal astigmatizma multifokal torik İOL grubunda 1.82 ± 0.45 D iken multifokal LRI grubunda preoperatif korneal astigmatizma 1.67 ± 0.58 D ($p > 0.05$); 3.aydaki rezidü refraktif astigmatizma ise multifokal torik grubunda 0.45 ± 0.49 D iken, multifokal LRI grubunda 0.72 ± 0.61 D bulunmuştur ($P = 0.046$) (128). Hirnschall ve ark. çalışmasında ise ortalama preoperatif korneal astigmatizma torik İOL grubunda 1.70 ± 0.42 D iken; LRI grubunda 1.57 ± 0.44 D olup aralarındaki fark istatiksel olarak anlamsızdır. 6.ay takiplerinde rezidü refraktif astigmatizma torik İOL grubunda -0.62 ± 0.38 D; LRI grubunda ise 0.80 ± 0.58 D saptanmış olup iki grup

arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p=0.002$). Hirnschall ve ark. çalışmasında 1D altındaki rezidüel refraktif astigmatizma oranı çalışmasında torik grubunda %96 LRI grubunda ise %84 saptanmıştır (127). Bizim çalışmamızda ise torik İOL grubunda preoperatif korneal astigmatizma 2.76 ± 0.6 D; postoperatif korneal astigmatizma 2.53 ± 0.6 D iken LRI grubunda preoperatif korneal astigmatizma 2.61 ± 0.9 D; postoperatif korneal astigmatizma ise 1.16 ± 0.55 D bulunmuştur. Preoperatif refraktif silindirik değer torik İOL grubunda 2.6 ± 0.9 D iken LRI grubunda 2.9 ± 1.09 D; postoperatif refraktif silindirik değer yani rezidü refraktif astigmatizma torik grubunda 0.9 ± 0.76 D iken LRI grubunda 1.01 ± 0.61 D olarak bulunmuştur. Rezidüel refraktif astigmatizma açısından her iki grup arasında anlamlı fark saptanmamıştır ($p=0.62$) Torik grubunda refraktif astigmatizmanın düzeltilme derecesi (preoperatif ve postoperatif refraktif astigmatizma arasındaki fark) 1.78 ± 0.90 iken LRI grubunda 1.9 ± 1.09 'dur ve bu düzeltme dereceleri arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır. ($P=0.724$) Torik İOL'lerin astigmatizmayı düzeltme mekanizması korneal yolla olmadığı için postoperatif korneal astigmatizma değeri LRI grubunda daha düşük saptanmıştır ($P < 0.0001$).

Az veya fazla düzeltme değeri (ME) (magnitude of error) cerrahide indüklenen astigmat değerinden (SIA) hedeflenen indüklenmiş astigmat değerinden (TIA) sayısal olarak çıkarılmasıyla bulunur. Hirnschall ve ark. çalışmasında (128) LRI hastaları arasında belirgin deviasyonlar saptanmış ve Budak ve ark. çalışmasına (108) benzer oranda az düzeltme ile karşılaşmıştır. Müftüoğlu ve ark. çalışmasında torik İOL grubunda -0.35 , LRI grubunda ise -0.38 az düzeltme saptanırken (125); çok merkezli randomize başka bir çalışmada (131) $+0.38$ fazla düzeltme saptanmıştır. Torik İOL grubunda rezidüel astigmatizmanın oluşması pek çok faktöre bağlıdır. Preoperatif korneal astigmatizmanın yanlış ölçümü, aksın yanlış işaretlenmesi, torik İOL'ün derecesinin yanlış etiketlenmesi, postoperatif ön kamara derinliğinin beklenenden derin ya da sığ olması, İOL'ün yanlış yerleştirilmesi, tilt olması yada rotasyona uğraması bu nedenlerden bazılarıdır (127). Etkili bir astigmatizma düzeltilmesi için torik GİL implantasyonu öncesinde doğru korneal astigmatizma ölçümleri elde edilmelidir. Ameliyat öncesi korneal astigmat, manuel keratometri, otomatik keratometri (Lenstar, IOLMaster dahil), Placido tabanlı korneal topografi

veya Scheimpflug görüntüleme tarafından sağlanan simüle keratometri ile ölçülebilmektedir. Torik GİL ile ilgili yayınlanan tüm çalışmalarda, ameliyat öncesi korneal astigmatizma sadece ön korneal eğrilik temelinde hesaplanmıştır. Posterior korneanın hesaplamalara katılmaması az veya fazla düzeltmeye neden olabilir. Rezidüel refraktif astigmatizma değerleri açısından çalışmalar arasında farklı sonuçların çıkmasında kullanılan nomogramların ve preoperatif astigmatizma değerlerinin farklı olmasının bir etken olduğu düşünülmektedir. Çünkü ortalama bir hastada nomogramlar beklenen sonucu verirken, korneanın elastisite özellikleri ve cerrahi sonrası oluşan skar formasyonu nedeniyle beklenen sonuçlar alınamayabilir.

Liu ve ark. ise katarakt cerrahisi geçirecek hastalarda astigmatizması 0.75-1.5D aralığında olan hastaları Grup A; 1.75-2.5D aralığında olan hastaları grup B olarak sınıflandırmışlardır, Her grup kendi içinde torik İOL implantasyonu yapılan veya LRI yapılanlar olarak 2'ye ayrılmıştır. Grup A'da torik İOL implantasyonu yapılan ve LRI yapılan grup arasında UCVA, postoperatif rezidüel astigmatizma ($0.54 \pm 0.33D$ vs $1.17 \pm 0.36 D$), SIA ($1.68 \pm 0.32 D$ vs $1.08 \pm 0.27 D$) anlamlı olarak farklı bulunmuştur ($P < 0.01$). LRI grup-A'da ortalama 0.87D düzelme sağlarken, grup-B'de 1.08 D ortalama düzelme sağlamıştır. LRI ve torik İOL preoperatif düşük astigmatlarda benzer etkiliyken; preoperatif yüksek astigmatı olan hastalarda torik İOL daha etkili bulunmuştur (132). Bu çalışmadan anlaşılabacağı üzere preoperatif astigmat ve insizyon dizaynı sonucu etkileyen en önemli faktörlerdendir.

Bizim çalışmamızda Torik İOL grubunda SIA hesaplanırken preoperatif ve postoperatif korneal astigmatizma değerleri baz alınmıştır. Bu nedenle SIA, torik İOL grubunda $0.26 \pm 0.13 D$ iken LRI grubunda $2.24 \pm 1.28 D$ olarak hesaplanmıştır. Müftüoğlu ve ark. çalışmasında (125) SIA değeri ise 6.ayda torik İOL grubunda sırasıyla $1.67 \pm 1.48 D$ iken LRI grubunda $0.92 \pm 1.96 D$ 'dir. Hirnschall ve ark. çalışmasında (127) ise SIA değeri torik grupta $1.74 \pm 0.64 D$ iken LRI grubunda $1.27 \pm 0.76 D$ bulunmuş aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P = 0.042$). Gangwani ve ark. çalışmasında (128) SIA ise torik grubunda $1.76 \pm 0.47 D$ iken; LRI grubunda $1.56 \pm 0.63 D$ olarak saptanmıştır. Torik grubunda astigmatizmanın vektörel azalması LRI grubuna göre istatistiksel olarak anlamlıdır ($P = 0.042$) Bu

çalışmalarda özellikle torik İOL grubundaki SIA değerinin farklılığın nedeni cerrahi olarak indüklenen astigmatizma hesaplanırken preoperatif keraometrik değerler alınırken, postoperatif refraktif astigmatizma değerlerinin baz alınmış olmasıdır.

Mingo-Botin ve ark. çalışmasında LRI'larda 1.ve 3.ayda hafif bir regresyon eğilimi saptanmış (124). Liu ve ark. çalışmasında da 6.aydaki refraktif regresyon oranı LRI grubunda torik İOL grubuna göre daha yüksek bulunmuştur (132). Müftüoğlu ve ark çalışmasında (125) rezidü astigmatizma 1.ve 6.ayda her iki grupta da artsa da bu artış LRI grubunda istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Yani LRI grubunda regresyon mevcuttur. Hirnschall ve ark. çalışmasında ise LRI grubunda 1.aydan 6.aya astigmatizmada vektörel olarak ortalama $0.38 \pm 0.27D$ (maksimum 1D) regresyon saptanmıştır (127). Bu oran Kaufman ve ark (117). ile Mingo-Botin ve ark. çalışması (124) ile benzer bulunmuştur. Budak ve ark. (118) LRI'da 1.-3.ay arası regresyon olduğu, başka bir çalışmada ise (133) ilk 10 haftada regresyon olduğu ve 3 yıl boyunca stabil kaldığı belirtilmiştir. Bu nedenle LRI yapılan hastalarda uzun dönem takip sonuçları önemlidir. Bizim çalışmamızın retrospektif olması nedeniyle ara dönemdeki bazı verilere ulaşamaması sonucu regresyon miktarı hesaplanamamış olup, bu durum çalışmamızın eksik yanlarından birisidir.

Torik İOL'lerin başarısından söz edebilmek için rezüdüel refraktif astigmatizmayı olabilecek en düşük değere indirmek ve etkisinin kalıcı olmasını sağlamak gerekmektedir. Cerrahiden uzun yıllar sonra bile etkisinin devam etmesi sağlanmalıdır. Bu da yerleştirdiğimiz lensin kapsüller bag içinde stabil olmasına ve rotasyona uğramamasına bağlıdır. Mingo-Botin ve ark çalışmasında Torik İOL aksında ortalama 3.65 ± 2.96 derece rotasyon olmuş olup yarısı ilk gün, yarısı 1.ayda gözlenmiştir (124). Müftüoğlu ve ark. çalışmasında Torik İOL grubunda 6.ayda rotasyon derecesi ortalama 6.9 ± 3.2 (4-10 derece aralığında) olup 10 dereceden fazla rotasyon saptanmamıştır (125). Lam DKT ve ark. çalışmasında. torik İOL grubunda ortalama rotasyon miktarı 7.67 ± 4.04 derece olmakla birlikte 10 dereceden fazla rotasyona uğrayan İOL bulunmamaktadır (126). Hirnschall ve ark. çalışmasında torik İOL grubunda 1.Saat ve 6.Ay karşılaştırıldığında ortalama 2.5 ± 1.8 derece (maksimum 6.3 derece) rotasyon saptanmıştır

(127). Gangwani ve ark. çalışmasında torik İOL rotasyonu 3 ayda ortalama 2.52 ± 1.97 derece bulunmuştur (128). Bizim çalışmamızda 10 derece ve üzeri rotasyona uğrayan hastalar çalışmanın başlangıcında dışlanmıştır. Torik GİL implantasyonunda dikkat edilecek hususlardan bir tanesi ameliyat öncesi korneal işaretlemidir. 3 aşamalı işaretleme mevcuttur. Bunlardan ilki hasta oturur pozisyondayken biyomikroskopta slit lamba yardımıyla 0° ve 180° 'nin işaretlenmesi, daha sonra referans eksenlerin işaretlenmesi ve son olarak göz içi lensin ameliyat esnasında hizalanmasıdır. Oturur pozisyonda horizontal eksenlerin işaretlenmesinin sebebi, yatar pozisyonda meydana gele yaklaşık 4° lik siklotorsiyonu önlemektir. Visser ve ark (134) yaptıkları çalışmada bu üç aşamada yaklaşık 5° lik bir yanlış hizalama olduğunu tespit etmişlerdir. İkinci dikkat edilecek nokta ise implante edilen torik İOL'ün ameliyat sonrası rotasyonudur. Buna ameliyat esnasında viskoelastik yeterince temizlenememesi sonucu İOL haptiğinin kapsüle yeterince sürtünmemesi neden olabilir. İOL stabilizasyonunda ön kapsüloreksisin devamlılığı ve boyutu önemlidir. Büyük bir kapsüloreksiste rotasyon olma ihtimalinin artacağı bildirilmiştir (135,136,137,138). Torik İOL' ün ameliyat sonrası en sık rotasyon nedenlerinden biri de fibrozise bağlı kapsüller kesenin büzüşmesidir (139,140). İOL dizaynı, haptik yapısı ve İOL' ün yapıldığı biyomateryalde İOL' ün stabilizasyonunda ve kapsül ile sıkı temas etmesinde önemlidir. Torik İOL implantasyonun yapılmaya başlandığı ilk yıllarda dahi çok silikon materyal kullanılmaktaydı. Bu da daha çok GİL rotasyonu ile sonuçlanmaktaydı. Sonraki yıllarda farklı biyomateryallerden torik İOL yapılmaya başlanmasıyla İOL stabilizasyonunda önemli başarılar elde edildi (92,141,138). Torik İOL'ün ön ve arka kapsül ile füzyonu İOL stabilizasyonunda çok önemlidir. Bu nedenle lensin materyali de rotasyon ihtimalinde büyük rol oynamaktadır. Oshika ve ark (142) 1998 yılında yaptıkları bir çalışmada akrilik materyalde (1697) adezyon kuvvetini en yüksek, PMMA'da (583) orta, silikon materyalde ise en düşük (0) bulmuştur.

Mingo-Botin ve ark. çalışmasında kontrast sensitivite değerlendirmede glare olmadan yapılan ölçümlerde 2 grup arasında fark yokken, glare ile ölçümlerde mezopik kontrast sensitivitenin torik İOL grubunda daha iyi olduğu görülmüştür (124). Bu nedenle yaşlı hastalarda gece glare daha çok

rahatsız ettiği için torik İOL tercih edilebilir. VFI (visual function index)-14 indeksinde fark olmasa da torik İOL grubunda gözlük bağımsızlığı LRI'den 3 kat daha fazla ve önceki çalışmalarla uyumlu bulunmuştur. Lam DKT ve ark. çalışmasında ise kontrast sensitivite açısından her iki grupta da postoperatif anlamlı artış izlenirken, gruplar arasında fark saptanmamıştır. Gözlük kullanma ihtiyacı torik grubunda istatistiksel olarak anlamlı olmasa da azalmışken, LRI grubunda değişmemiştir. Torik grubunda 1.ve 3.ayda LRI grubuna göre daha az gözlük takma oranı saptanmıştır (P=0.030). UCVA yönünden gruplar arası fark görülmesine rağmen gözlük ihtiyacının torik İOL grubunda daha az olması, iki grup arasında yüksek sıralı aberasyonların farklı olmasının görme kalitesini azaltmasıyla açıklanabilir (126). Gangwani ve ark. çalışmasında yaptıkları ankette halo, glare ve gözlük takma ihtiyacı sorgulanmış. Multifokal torik ve multifokal LRI grubu arasında istatistiksel olarak fark saptanmamıştır (128). Bizim çalışmamızda kontrast sensitivite ve gözlük kullanma ihtiyacı sorgulanmamış olup, bu durum çalışmamızı sınırlayan konulardan birisidir.

Literatür taramasında limbal gevşetici insizyon ve karşılıklı saydam korneal kesinin karşılaştırıldığı bir çalışma henüz yayınlanmamış olup, bizim çalışmamız bu iki tekniği karşılaştırdığı için değerlidir. LRI grubunda postoperatif ortalama BCVA 0.68 ± 0.25 (0.22 LogMAR) iken OCCI grubunda 0.70 ± 0.25 (0.18 LogMAR) olup istatistiksel olarak aralarında fark bulunmamıştır. (P=0.817). Korneal astigmatizma değişimi (preoperatif ve postoperatif korneal astigmatizma farkı) LRI grubunda $1.51 \pm 0.76 \text{ D}$ iken OCCI grubunda $1.2 \pm 0.88 \text{ D}$ 'dir (P=0.410). Refraktif astigmatizmadaki değişimi (preoperatif ve postoperatif refraktif astigmatizma farkı) ise LRI grubunda $1.9 \pm 1.09 \text{ D}$ olup; OCCI grubunda $1.3 \pm 1.19 \text{ D}$ 'dir (P=0.126). Rezidü refraktif astigmatizma ise LRI grubunda $1.01 \pm 0.61 \text{ D}$ iken, OCCI grubunda $1.16 \pm 1.12 \text{ D}$ 'dir (P=0.642). SIA değeri LRI grubunda $2.24 \pm 1.28 \text{ D}$ iken, OCCI grubunda $1.78 \pm 0.91 \text{ D}$ olup farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir (P=0.216). Bu değerlerde LRI grubu OCCI ile kıyaslandığında postoperatif BCVA daha yüksek, refraktif astigmatizma değişimi ve rezidü refraktif astigmatizma değeri daha düşük, SIA değeri daha yüksek bulunmuş olmasına rağmen sonuçların istatistiksel olarak anlamlı çıkmamasının nedeni hasta sayısının azlığından kaynaklanıyor olabilir (16 hasta vs 20 hasta).

Tüm bu bulgular ışığında her 3 gruba bakıldığında avantajları ve dezavantajları olduğu görülmektedir. OCCI, katarakt cerrahisinde konreal astigmatizmayı düzeltmek için basit, güvenli, astigmatik keratotomilerle kıyaslandığında ek cerrahi ekipman ve tecrübe gerektirmeyen bir yöntem olsa da yara yeri sızdırmazlığı açısından risklidir. Bu nedenle erken postoperatif dönemde sızdırmazlık mutlaka kontrol edilmedir. Lever ve Dahan 3.2 mm nin üzerinde yapılan OCCI 'lerde süturasyon önermişlerdir (80). OCCI tekniği katarakt cerrahisinde hafif-orta dereceli astigmatizmaların düzeltilmesinde kullanılabilir. Ancak kesinin genişliği, uzunluğu, limbustan uzaklığının astigmatizmayla ilişkisini gösteren nomogramların geliştirilmesine ihtiyaç vardır.

LRI santral optik zondan uzak yerleşimi nedeniyle korneanın optik kalitesinin korunması sonucunda hastalarda daha az glare, torsiyonel diplopi, overkoreksiyon, ve refraksiyonda daha az dalgalanmalara neden olduğu için korneal insizyonlara göre daha kolay ve güvenilir bir teknik olduğu bildirilmiştir. Peroperatif komplikasyonları arasında yara yerinde açılma sonucu süturasyon ve perforasyon bulunmaktadır (114). Postoperatif dönemde ise hastalarda kuru göz ve yabancı cisim hissi gelişebilir (125). Katarakt cerrahisinde düşük ve orta dereceli astigmatları düzeltmek için torik intraoküler lenslere göre göreceli olarak daha az maliyetli bir teknik olmakla birlikte; tahmin edilebilirliğin düşük ve değişkenliğin yüksek olması, postoperatif ilerleyen dönemlerde regresyon görülebilmesi bu tekniğin dezavantajlarıdır.

Torik İOL daha yüksek derecelerde astigmatizmayı düzeltebilir ve diğer yöntemlere kıyasla daha etkili ve daha tahmin edilebilir olarak değerlendirilmiştir. Buna karşın yüksek maliyet, ayarlama ve rotasyonel stabilite açısından dezavantajlıdır.

Tüm bu yöntemlerin geliştirilmesi ve hastaya uygulanabilecek optimal tedavi yönteminin bulunabilmesi için ileri çalışmalara gereksinim duyulmaktadır.

Kaynaklar

1. Zhivov A, Stave J, Vollmar B, Guthoff R: In vivo confocal microscopic evaluation o Langerhans cell density and distrubition in the normal human corneal epithelium. Greafe's Arch Clin Exp Ophthalmol 243: 1056-1061,2005
2. Whitsett CF, Stulting RD: The distrubition of HLA antigens on human corneal tissue, Invest ophthalmol Vis Sci 25: 519-524,1984
3. Guthoff R. F, Baudouin C, StaveJ. Atlas of Confocal Laser Scanning In-vivo Microscopy in Ophthalmology – Principles and Applications in Diagnostic and Therapeutic Ophtalmology, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2006
4. Ueda A, Nishida T, Otori T et al: Electron microscopic studies on the presence of gap junctions between corneal fibroblasts in rabbits, Cell Tissue Res 249: 473- 475,1987
5. Gipson IK, Joyce NJ, Zieske JD. The anatomy and cell biology of the human cornea, limbus, conjunctiva, and adnexa. In:Foster CS, Azar DT, Dohlman CH (eds). The Cornea 4th edition, LW&W, 2004; 3-37
6. Linsenmayer TF, Gibney E, Little CD: Type II collagen in the early embryonic chick cornea and vitreous: immunoradiochemical evidence, Exp Eye Res 34: 371-379 1982
7. Linsenmayer TF, Fitch JM, Mayne R: Extracellular matrices in the devolving avian eye: Type V collagen in the corneal and non corneal tissues, Invest Ophthalmol Vis Sci 25:41-47,1984
8. Fitch JM, Gross J, Mayne R et al: Organization of type I and V collagen in the embryonic chicken cornea: monoclonal antibody studies, Proc Natl Acad Sci USA 81: 2791-2795,1984

9. Konomi H, Hayashi T, Nakayasu T et al: Localization of Type V collagen and type IV collagen in human cornea, lung and skin. Immunohistochemical evidence by anti-collagen antibodies characterized by immunoelectroblotting, *Am J Pathol* 116: 417-426.
10. Birk DE, Fitch JM, Linsenmayer TF: Organization of collagen Type I and Type V in the embryonic chicken cornea, *Invest Ophthalmol Vis Sci* 27:1470- 1477,1986
11. Hamada R, Pauliquen Y, Giranud JP et al: Analytical and statistical study of the lamellae, keratocytes and collagen fibrils of the central region of the normal human cornea. (Light and electron microscopy). *Arch Ophthalmol Rev Gen Ophthalmol* 32: 563-570: 1972
12. Fitch JM, Birk DH, Linsenmayer C et al: The spatial organization of Descament's membrane-associated Type IV collagen in the avian cornea, *J Cell Biol* 110:1456-1468,1990
13. Suda T, Nishida T, Ohashi Y, et al : Fibronectin appears at the site of corneal stromal wound in rabbits, *Curr Eye Res* 1: 553-556,1981
14. Fujikawa LS, Foster CS, Harrist TJ et al: Fibronectin in healing corneal wounds. *Lab Invest* 45: 120-129,1981
15. Brandell BW, Godstick TK, Deutsch TA et al: Tissue oxygen uptake from atmosphere by a new, non invasive polarographic technique with application to corneal metabolism, *Adv Exp Med Bio* 222:275-284,1988
16. Gottsch JD, Chen CH, Aguayo JB et al: Glycolytic activity in the human cornea monitored with nuclear magnetic resonance spectroscopy, *Arch Ophthalmol* 104:886-889,1986
17. Riley MW: Glucose and oxygen utilization by the rabbit cornea *Exp Eye Res* 8:193-200,1969.
18. Weisman BA, Fatt I, Rasson J: Diffusion of oxygen in human corneas in vivo, *Invest Ophthalmol Vis Sci* 20:123-125,1981.
19. McCarey BE, Lane SS, Lindstrom RL. Alloplastic corneal lenses. *Int Ophthalmol Clin* 1988; 28:155-164

20. Pepose JS, Ubels JL. Cornea and Sclera. In: Adler's Physiology of the Eye. Tenth Edition. St. Louis: Mosby; 2003.p. 59-92.
21. Diecke FPJ, Quan W, Sanchez JM, Kuang K, Fischbarg. Immunocytochemical localization of Na-HCO₃ cotransporters and carbonic anhydrase dependence of fluid transport in corneal endothelial cells. Am J Physiol 2004; 286:1434-1442
22. Kuszak JR, Brown HG. Embryology and anatomy of the lens. In: Albert DM, Jakobiec FA, eds. Principles and practice of ophthalmology. Philadelphia: WB Saunders, 1994:82-96.
23. Snell RS, Lemp MA. The eyeball. In: Snell RS, Lemp MA. Clinical anatomy of the eye. Oxford: Blackwell Scientific, 1989:119-94.
24. Davson H. The lens. In: Davson H. Physiology of the eye. London: Macmillan Press, 1990:139-201.
25. Saude T. The internal ocular media. In: Saude T. Ocular anatomy and physiology. Oxford: Blackwell Scientific, 1993:36-52.
26. Weingeist TA, Liesegang TJ, Grand MG. Lens and Cataract: Anatomy. In: Denny M, Taylor F, eds. Basic and Clinical Science Course. San Francisco: American Academy of Ophthalmology, 2000:5-9.
27. Seland JH. The lens capsule and zonulae. Acta Ophthalmol 1992; 70:7-12.
28. Olivero DK, Furcht LT. Type IV collagen, laminin, and fibronectin promote the adhesion and migration of rabbit lens epithelial cells. Invest Ophthalmol Vis Sci 1996; 34:2825-34.
29. Phelps Brown N, Bron AJ. Lens structure. In: Phelps Brown N, Bron AJ. Lens disorders: A clinical manual of cataract diagnosis. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1996:32-47.
30. Kuszak JR. The ultrastructure of epithelial and fiber cells in the crystalline lens. Int Rev Cytol 1995; 163:305-50.
31. Kuszak JR. The development of lens sutures. Prog Retina Eye Res 1995; 14:567-91.

32. Harding JJ, Rixon KC, Marriott FHC. Men have heavier lenses than women of the same age. *Exp Eye Res* 1977; 25:651.
33. Cook CA, Koretz JF, Pfahnl A, et al. Aging of the human crystalline lens and anterior segment. *Vision Res* 1994; 34:2945-54.
34. Beebe DC. The lens. Kaufman PL, Alm A editors. *Adler's Physiology of the eye*. St. Louis: Mosby, 2003; 117-158.
35. Weingeist TA, Liesegang TJ, Grand MG. Embryology, Chapter 4 American Academy of Ophthalmology, Basic and Clinical Science Course 1999-2000, Lens and Cataract. 20-25, San Francisco, 1999
36. Weingeist TA, Liesegang TJ, Grand MG. American Academy of Ophthalmology, Basic and Clinical Science Course 2000-2001 Lens and Cataract. Biochemistry, Chapter 2.10- 17.
37. Bengisu Ü, Göz Hastalıkları 4.Basım, Ankara, 1998,sayfa 124,125,126.
38. Aslan BS, Bilge AH ve ark. Fakoemülsifikasyon, İzmir, 2004,sayfa 3; 4,9
39. Meyer D, Liebenberg P. Cataract etiology: a comprehensive review. In: Agarwal S, Agarwal A, Apple DJ, Buratto L, Alio JL, Pandey SK, eds. *Textbook of ophthalmology*. New Delhi: Jaypee Brothers MP Ltd, 2002:1587-1619.
40. Özçetin H. Katarakt ve Tedavisi, 1.Baskı. İstanbul, Scala Basın Yayın Dağıtım. 2005; 19: 45-47,95-136.
41. Chitkara DK. Cataract Formation Mechanisms. *Ophthalmology*, Vol 2.2nd ed. Yanoff M, Duker J. S, Rosen ES, eds. Philadelphia PA. Mosby. 2004:273-279
42. Kathleen A. Natural therapies for ocular disorders part two: cataracts and glaucoma. *Altern Med Rev* 2001; 6: 141-166
43. American Academy of Ophthalmology, Lens ve Katarakt, 2008-2009.Bölüm 5; 43-71.
44. Duke-Elder S. *System of ophthalmology*. St. Louis: CV Mosby. 1969:250.

45. Clayman HM. Evolution and current status of cataract surgery. Ophthalmic surgery principles and techniques. Blackwell Science Inc. 1999; Vol. 2:chapter21:250-256.
46. Clayman HM. Intraocular lenses. Ophthalmic surgery principles and techniques. Blackwell Science, Inc. 1999; Vol. 2,chapter 27:327-334.
47. Floyd RP. History of cataract surgery. In Principles and Practice of Ophthalmology. Albert DM, Jakobiec FS. eds. Philadelphia. Saunders Company. 1994; 606-612.
48. Gimbel HV, Neuhann T. Development, advantages and methods of the continuous circular capsulorhexis technique. J Cataract Refract Surg 1990; 16: 31-37.
49. Gimbel HV. Continuous curvilinear capsulorhexis and nucleus fracturing evolution technique and complications. Opht Clinics of North Am 1991; 4: 235-249.
50. Gimbel HV, Neuhann T. Continuous curvilinear capsulorhexis. J Cataract Refract Surg 1991; 17: 110-111.
51. Blumenthal M. Manual ECCE, the present state of the art. Klin Monatsbl Augenheilkd. 1994; 205: 266-270.
52. Fine IH, Maloney WF, Dillman DM. Crack and flip phacoemulsification. J Cataract Refract Surg 1993; 19:797-802.
53. Weingeist TA, Liesegang TJ, 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.
54. Nairn R. Immunology. In: Jawetz E, Melnick JL, Adelberg EA. Medical Microbiology. New York: Lippincott-Raven Publishers, 1995:105-26.
55. Jaffe NS, Jaffe M, Jaffe GF. Cataract Surgery and Its Complications, Sixth Ed, Mosby, St. Louis, 1997,147-199.
56. Singer JA. The scleral approach to cataract incisions. Ophtalmology Clinics of North America 1995; 8: 429-440.
57. Fine IH. Clear corneal cataract incisions. Ophtalmology Clinics of North America 1995; 8: 547-554.

58. Güler C, Gözün Refraktif Durumu, Muayene Yöntemleri, Bölüm 4, Temel Göz Hastalıkları, 1.Baskı, Aydın P, Akova YA eds, Ankara, Güneş Kitabevi, 2001,93-102.
59. Bengisu Ü, Kırılma Kusurları, Bölüm 1, Göz Hastalıkları, 4.Baskı, Ankara, Palme Yayıncılık, 1998,1-21.
60. Thall EH, Miller KM, Rosenthal P, Schechter RJ, Steinert RF, Beardsley TL, Geometrical optics, Chapter 2, Optics, Refraction and Contact Lenses, Section 3, Basic and Clinical Science Course, Denny M, Taylor F, eds, San Francisco, American Academy of Ophthalmology, 1999-2000,24-97
61. Jaffe NS, Jaffe MS, Jaffe GF. Postoperative corneal astigmatism. In: Cataract surgery and its complications. Craven L ed. 6th ed. St. Louis. Mosby. 1997; 132-147.
62. Koch DD, Horn J, Mack RJS. How should we analyze astigmatic data J Cataract Refract Surg 2001; 27: 1-3.
63. Eğrilmez S, Dalkılıç G, Yağcı A. Astigmatizma analizinde vektöryel analiz programı. T Oft Gaz 2003; 3: 404-416.
64. Neumann AC, McCarty GR, Sanders DR, Raanan MG. Small incision to control astigmatism during cataract surgery. J Cataract Refractive Surg. 1989; 15:78-84
65. Naeser K. Conversion of keratometer readings to polar values. J Cataract Refract Surg. 1990; 16:741-5.
66. Naeser K, Hjortdal J. Polar value analysis of refractive data. J Cataract and Refract Surg 2001; 27: 86-94.
67. Holladay JT, Moran JR, Kezirian GM. T1- Analysis of aggregate surgically induced refractive change, prediction error and intraocular astigmatism. J Cataract Refract Surg 2001; 27: 61-79.
68. Alpíns N. Astigmatism analysis by the Alpíns Method. J Cataract and Refract Surg 2001; 27: 31-49.
69. Kaye S. B. Patterson A. Analyzing refractive changes after anterior segment surgery. J Cataract and Refract Surg 2001; 27: 50-60.

70. Olsen T. Simple metod to calculate the surgically induced refractive change. *J Cataract and Refract Surg.* 1993; 19:319
71. Jaffe NS, Clayman HM. The pathophysiology of corneal astigmatism after cataract extraction. *Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol* 1975; 79: 615-630.
72. Holladay JT, Dudeja DR, Koch DD. T1-Evaluating and reporting astigmatism for individual and aggregate data. *J Cataract Refract Surg* 1998; 24: 57-65.
73. Thall EH. Geometrical optics. In: Duane's Ophthalmology. Tasman W, Jaeger EA. eds. Hagerstown MD. Lippincott Williams&Wilkins Publishers. 2002; 203-204
74. Azar T Dimitri; *Refractive surgery* second edition, Mosby Elsevier, Chapter 23; 325-333,
75. Nichamin LD. Managemet of astigmatism at the time of lens based surgery; Duane's Clinical Ophthalmology, 2006 edition.
76. American Academy of Ophthalmolgy, *Refraktif Cerrahi*, 2008-2009,Bölüm 4; 59-73.
77. Türk Oftalmoloji Derneği Eğitim Yayınları No:11,Kornea, 2009; 503-517.
78. Lindstrom RL. The surgical correction of astigmatism: a clinician's perspective. *Refract Corneal Surg.* 1990 Nov-Dec. 6 (6):441-54.
79. Nichamin LD. Astigmatism management for modern phaco surgery. *Int Ophthalmol Clin.* 2003.43 (3):53-63.
80. Lever J, Dahan E. Opposite clear corneal incisions to correcting pre-existing astigmatism in cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2000; 26:803-805
81. Tadros A, Habib M, Tejjwani D, Von Lany H, Thomas P. Opposite clear corneal incisions on the steep meridian in phacoemulsification:early effects on the cornea. *J Cataract Refract Surg* 2004; 30:414-417

82. Mendicute J, Irigoyen C, Ruiz M, Illarramendi I, Ferrer-Blasco T, Montés-Micó R. Toric intraocular lens versus opposite clear corneal incisions to correct astigmatism in eyes having cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*. 2009 Mar; 35 (3):451-8.
83. Pflieger T, Skorpik C, Menapace R, et al. Long-term course of induced astigmatism after clear corneal incision cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 1996; 22:72-77
84. Nielsen PJ. Prospective evaluation of surgically induced astigmatism and astigmatic keratotomy effects of various self-sealing small incisions. *J Cataract Refract Surg* 1995; 21:43-48
85. Vass C, Menapace R. Computerized statistical analysis of corneal topography for the evaluation of changes in corneal shape after surgery. *Am J Ophthalmol* 1994; 118:177-184
86. Ben Simon GJ, Desatnik H. Correction of pre-existing astigmatism during cataract surgery: comparison between the effects of opposite clear corneal incisions and a single clear corneal incision. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2005 Apr; 243 (4):321-6.
87. Bazzazi N, Barazandeh B, Kashani M, Rasouli M. Opposite Clear Corneal Incisions versus Steep Meridian Incision Phacoemulsification for Correction of Pre-existing Astigmatism. *J Ophthalmic Vis Res*. 2008 Apr; 3 (2):87-90.
88. Khokhar S, Lohiya P, Murugiesan V, Panda A. Corneal astigmatism correction with opposite clear corneal incisions or single clear corneal incision comparative analysis. *J Cataract Refract Surg*. 2006 Sep; 32 (9):1432-7.
89. Shimizu K, Misawa A, Suzuki Y. Toric intraocular lenses: correcting astigmatism while controlling axis shift. *J Cataract Refract Surg* 1994; 20:523-526
90. Grabow HB. Early results with foldable toric IOL implantation. *Eur J Implant Refract Surg* 1994; 6:177-178

91. Sun X-Y, Vicary D, Montgomery P, Griffiths M. Toric intraocular lenses for correcting astigmatism in 130 eyes. *Ophthalmology* 2000; 107:1776-1781; discussion by RM Kershner, 1781-1782
92. Novis C. Astigmatism and toric intraocular lenses. *Curr Opin Ophthalmol* 2000; 11:47-50
93. Global IOL report for AMO 2010: 170-171
94. Hoffer KJ. Biometry of 7,500 cataractous eyes. *Am J Ophthalmol*. 1980; 90:360-8.
95. Ninn-Pedersen K, Stenevi U, Ehinger B. Cataract patients in a defined Swedish population 1986-1990.II. Preoperative observations. *Acta Ophthalmol (Copenh)*. 1994 Feb; 72 (1):10-15.
96. Ferrer-Blasco T, Montés-Micó R, Peixoto-de-Matos SC, González-Méijome JM, Cerviño A. Prevalence of corneal astigmatism before cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*. 2009 Jan; 35 (1):70-75.
97. Ünlü C, Vural ET, Erdoğan G, Akçay B, Bayramlar H. Katarakt Cerrahisi Hastalarımızda Astigmatik Profilin Değerlendirilmesi 2010,Cilt 5,Sayı 4 Sayfalar: 199-202
98. Akura J, Keneda S, Hatta S, Matsuura K. Controlling astigmatism in cataract surgery requiring relatively large self-sealing incisions. *J Cataract Refract Surg* 2000; 26:1650-1659.
99. Hayashi K, Hayashi H, Nakao F, Hayashi F. The correlation between incision size and corneal shape changes in sutureless cataract surgery. *Ophthalmology* 1995; 102:550-556
100. Kershner RM. Clear corneal cataract surgery and the correction of myopia, hyperopia, and astigmatism. *Ophthalmology* 1997; 104:381-389
101. Razmjoo H, Koosha N, Vaezi MH, Rahimi B, Peyman A. Corneal astigmatism change and wavefront aberration evaluation after cataract surgery: "Single" versus paired opposite" clear corneal incisions. *Adv Biomed Res*. 2014 Aug 19; 3:163.

102. Qammar A, Mullaney P. Paired opposite clear corneal incisions to correct preexisting astigmatism in cataract patients. *J Cataract Refract Surg* 2005; 31:1167–1170
103. Maedel S, Hirnschall N, Chen YA, Findl O. Rotational performance and corneal astigmatism correction during cataract surgery: aspheric toric intraocular lens versus aspheric nontoric intraocular lens with opposite clear corneal incision. *J Cataract Refract Surg*. 2014 Aug; 40 (8):1355-62.
104. Gills JP, ASCRS meeting presentation, Boston, MA, 1997
105. Miller K, ASCRS meeting presentation, Boston, MA, 1997
106. Haubrich T, Knorz MC, Seiberth V, Liesenhoff H. Vektoranalyse des chirurgisch induzierten Astigmatismus bei Kataraktoperation mit 4 Tunnel-Schnitt-Techniken. *Ophthalmologe* 1996; 93:12–16
107. Barequet IS, Yu E, Vitale S, et al. Astigmatism outcomes of horizontal temporal versus nasal clear corneal incision cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2004; 30:418–423
108. Budak K, Friedman NJ, Koch DD. Limbal relaxing incisions with cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 1998; 24:503–508.
109. Müller-Jensen K, Fischer P, Siepe U. Limbal relaxing incisions to correct astigmatism in clear corneal cataract surgery. *J Refract Surg* 1999; 5:586–589
110. Wang L, Misra M, Koch DD. Peripheral corneal relaxing incisions combined with cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2003; 29:712–722
111. Müller-Jensen K, Fischer P, Siepe U. Nahtfreie korneale Kataraktchirurgie; Limbale entlastungsschnitte (LRI) zum Astigmatismusausgleich. *Ophthalmologe* 1999; 96:432–436.
112. Gills JP, Gayton JL. Reducing pre-existing astigmatism. In: Gills JP, Fenzl R, Martin RG, eds, *Cataract Surgery; the State of the Art*. Thorofare, NJ, Slack, 1998; 53–66.

113. Carvalho MJ, Suzuki SH, Freitas LL, Branco BC, Schor P, Lima AL. Limbal relaxing incisions to correct corneal astigmatism during phacoemulsification. *J Refract Surg.* 2007 May; 23 (5):499-504.
114. Sharma BR, Kumar A. Preliminary experiences with limbal relaxing incision for treatment of astigmatism during phacoemulsification. *Nepal J Ophthalmol.* 2009 Jul-Dec; 1 (2):90-4.
115. Akura J, Matsuura K, Hatta S, Otsuka K, Kaneda S. A new concept for the correction of astigmatism: full-arc, depth-dependent astigmatic keratotomy. *Ophthalmology.* 2000; 107:95-104.
116. Osher RH. Paired transverse relaxing keratotomy: a combined technique for reducing astigmatism. *J Cataract Refract Surg.* 1989; 15:32-37.
117. Kaufmann C, Peter J, Ooi K, Phipps S, Cooper P, Goggin M; Queen Elizabeth Astigmatism Study Group.. Limbal relaxing incisions versus on-axis incisions to reduce corneal astigmatism at the time of cataract surgery. *J Cataract Refract Surg.* 2005 Dec; 31 (12):2261-5.
118. Budak K, Yilmaz G, Aslan BS, Duman S. Limbal relaxing incisions in congenital astigmatism: 6 month follow-up. *J Cataract Refract Surg.* 2001; 27:715-719
119. Bayramlar H, Dağlioğlu MC, Borazan M. Limbal relaxing incisions for primary mixed astigmatism and mixed astigmatism after cataract surgery. *J Cataract Refract Surg.* 2003 Apr; 29 (4):723-8.
120. Rubenstein JB, Raciti M. Approaches to corneal astigmatism in cataract surgery. *Curr Opin Ophthalmol* 2013; 24:30-4.
121. Mencucci R, Giordano C, Favuzza E, Gicquel JJ, Spadea L, Menchini U. Astigmatism correction with toric intraocular lenses: wavefront aberrometry and quality of life. *Br J Ophthalmol.* 2013 May; 97 (5):578-582.

122. Holland E, Lane S, Horn JD, Ernest P, Arleo R, Miller KM. The AcrySof Toric intraocular lens in subjects with cataracts and corneal astigmatism: a randomized, subject-masked, parallel-group, 1-year study. *Ophthalmology*. 2010 Nov; 117 (11):2104-2111
123. Ahmed II, Rocha G, Slomovic AR, Climenhaga H, Gohill J, Grégoire A, Ma J; Canadian Toric Study Group. Visual function and patient experience after bilateral implantation of toric intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg*. 2010 Apr; 36 (4):609-616.
124. Mingo-Botín D, Muñoz-Negrete FJ, Won Kim HR, Morcillo-Laiz R, Rebolleda G, Oblanca N. Comparison of toric intraocular lenses and peripheral corneal relaxing incisions to treat astigmatism during cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*. 2010 Oct; 36 (10):1700-8.
125. Muftuoglu IK, Aydin Akova Y, Aksoy S, Unsal E. Comparison of astigmatism correction using either peripheral corneal relaxing incisions or toric intraocular lenses. *Eur J Ophthalmol*. 2016 May-Jun; 26 (3):236-41.
126. Lam DK, Chow VW, Ye C, Ng PK, Wang Z, Jhanji V. Comparative evaluation of aspheric toric intraocular lens implantation and limbal relaxing incisions in eyes with cataracts and ≤ 3 dioptres of astigmatism. *Br J Ophthalmol*. 2016 Feb; 100 (2):258-62.
127. Hirnschall N, Gangwani V, Crnej A, Koshy J, Maurino V, Findl O. Correction of moderate corneal astigmatism during cataract surgery: toric intraocular lens versus peripheral corneal relaxing incisions. *J Cataract Refract Surg*. 2014 Mar; 40 (3):354-61.
128. Gangwani V, Hirnschall N, Findl O, Maurino V. Multifocal toric intraocular lenses versus multifocal intraocular lenses combined with peripheral corneal relaxing incisions to correct moderate astigmatism. *J Cataract Refract Surg*. 2014 Oct; 40 (10):1625-32.
129. Cezon Prieto J, Bautista MJ. Visual outcomes after implantation of a refractive multifocal intraocular lens with a C3.00 D addition. *J Cataract Refract Surg* 2010; 36:1508–1516

130. Visser N, Nuijts RMMA, de Vries NE, Bauer NJC. Visual outcomes and patient satisfaction after cataract surgery with toric multifocal intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2011; 37:2034–2042
131. Visser N, Beckers HJ, Bauer NJ, et al. Toric vs aspherical control intraocular lenses in patients with cataract and corneal astigmatism: a randomized clinical trial. *JAMA Ophthalmol.* 2014; 132:1462-8.
132. Liu Z et al. Toric intraocular lens vs peripheral corneal relaxing incisions to correct astigmatism in eyes undergoing cataract surgery. *Eye Science* 2014; Vol. 29 No. 4
133. Lim R, Borasio E, Ilari L. Long-term stability of keratometric astigmatism after limbal relaxing incisions. *J Cataract Refract Surg.* 2014; 40:1676-81.
134. Visser N, Berendschot TT, Bauer NJ, Jurich J, Kersting O, Nuijts RM. Accuracy of toric intraocular lens implantation in cataract and refractive surgery. *J Cataract Refract Surg.* 2011 Aug; 37 (8):1394-1402
135. Chang DF. Early rotational stability of the longer Staar toric intraocular lens; fifty consecutive cases. *J Cataract Refract Surg* 2003; 29:935–940
136. De Silva DJ, Ramkissoon YD, Bloom PA. Evaluation of a toric intraocular lens with a Z-haptic. *J Cataract Refract Surg.* 2006 Sep; 32 (9):1492-1498.
137. Shah GD, Praveen MR, Vasavada AR, Vasavada VA, Rampal G, Shastri LR. Rotational stability of a toric intraocular lens: influence of axial length and alignment in the capsular bag. *J Cataract Refract Surg.* 2012 Jan; 38 (1):54-59
138. Ohmi S, Uenoyama K. Decentration associated with asymmetric capsular shrinkage and intraocular lens design in a rabbit model. *J Cataract Refract Surg.* 1995 May; 21 (3):293-296
139. Horn JD. Status of toric intraocular lenses. *Curr Opin Ophthalmol.* 2007 Feb; 18 (1):58-61.

140. Ohmi S. Decentration associated with asymmetric capsular shrinkage and intraocular lens size. J Cataract Refract Surg. 1993 Sep; 19 (5):640-643
141. Grabow HB. Early results with foldable toric IOL implantation. Eur J Implant Refract Surg 1994; 6:177-178
142. Oshika T, Nagata T, Ishii Y. Adhesion of lens capsule to intraocular lenses of polymethylmethacrylate, silicone, and acrylic foldable materials: an experimental study. Br J Ophthalmol. 1998 May; 82 (5):549-553.

