

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
GÖZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

**TORİK GÖZ İÇİ LENS İMPLANTASYONU UYGULANMASINDA
EL İLE İŞARETLEME YÖNTEMİ İLE VERİON DİJİTAL
İŞARETLEME YÖNTEMİNİN KİYASLANMASI**

UZMANLIK TEZİ

DR. EZGİ KARATAŞ YİĞİTASLAN

İZMİR-2020

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
GÖZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

**TORİK GÖZ İÇİ LENS İMPLANTASYONU UYGULANMASINDA
EL İLE İŞARETLEME YÖNTEMİ İLE VERİON DİJİTAL
İŞARETLEME YÖNTEMİNİN KİYASLANMASI**

UZMANLIK TEZİ

DR. EZGİ KARATAŞ YİĞİTASLAN

TEZ DANIŞMANI

PROF.DR. AYLİN YAMAN

ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim süresince bilimsel, klinik ve cerrahi eğitimimde emeği geçen, başta Anabilim Dalı Başkanımız Sayın Prof.Dr. Hakan ÖNER'e, değerli hocalarım, Prof.Dr. Ali Osman SAATCİ'ye, Prof.Dr. Süleyman KAYNAK'a, Prof. Dr. Ahmet MADEN'e, Prof.Dr. İsmet DURAK'a, Prof.Dr. Üzeyir GÜNENÇ'e, Prof.Dr. A.Tülin BERK'e, Prof.Dr. Meltem Söylev BAJİN'e, Prof.Dr. Zeynep ÖZBEK'e, Prof.Dr. Nilüfer KOÇAK'a, Prof. Dr. Aylin YAMAN'a, Doç.Dr. Gül ARIKAN'a, Doç.Dr. Canan Aslı UTINE YILDIRIM'a, Doç. Dr. A.Taylan ÖZTÜRK'e , Doç. Dr. Mahmut KAYA'ya ve Doç. Dr. Ziya AYHAN'a sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin konusunun belirlenmesinde, araştırma aşamasında, yön tayininde ve tamamlanmasında büyük katkısı olan pek saygıdeğer hocam sayın Prof. Dr. Aylin YAMAN' a ayrıca teşekkür eder; şükranlarımı sunarım.

İlgili vektörel analiz programını kullanma sürecinde yardımını esirgemeyen Prof. Dr. Sait EĞRİLMEZ'e teşekkür ederim.

Asistanlık dönemim süresince birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum, tüm asistan ve uzman olmuş doktor arkadaşlarıma teşekkürü borç bilirim. Ayrıca kliniğimizde görevli hemşire, sekreter ve personel olmak üzere diğer çalışma arkadaşlarıma, her daim verdikleri destekten ötürü teşekkür ederim.

Bugünlere gelmeme vesile olan ve benden hiçbir zaman desteklerini esirgemeyen annem, babam ve kardeşime sevgi, saygı ve minnet duygularımı sunarım.

Hayatımın her aşamasında yanımda olan ve benden desteğini, sevgisini ve ilgisini bir an olsun esirgemeyen sevgili eşim Enis'e sonsuz teşekkürler.

Dr. Ezgi KARATAŞ YİĞİTASLAN
İZMİR 2020

İÇİNDEKİLER

TABLO LİSTESİ	III
ŞEKİL LİSTESİ	IV
GRAFİK LİSTESİ	V
SİMGELER VE KISALTMALAR	VI
ÖZET	1
İNGİLİZCE ÖZET	2
I.GİRİŞ VE AMAÇ	3
II. GENEL BİLGİLER	5
1. Katarakt.....	5
1.2. Kataraktın derecelendirilmesi	6
1.3 Kataraktın görme fonksiyonu üzerine etkisi	7
2. Katarakt cerrahisinin tarihçesi	8
3. Göz içi lenslerin tarihçesi	9
4. Göz içi lens materyalleri	11
5. Gözün optik sistemi	13
5.1. Korneanın optik yapısı ve değerlendirilmesi	14
5.2. Arka kornea yüzeyi ve refraksiyona etkisi	15
6. Astigmatizma	16
6.1. Astigmatizmanın cerrahi olarak düzeltilmesi.....	17
6.1.1 Astigmatizmanın insizyonel olarak düzeltilmesi.....	17
6.1.2 Fotoablasyon yöntemleri	18
6.1.3 İntrastromal korneal halkalar.....	19
6.1.4.Torik GİL.....	19
6.1.4.1. Fakik GİL	19
6.1.4.2 Afakik GİL	20
7. Torik GİL için uygun hasta seçimi.....	22
8. Torik GİL hesaplanması.....	23
9. Torik GİL hizalama yöntemleri.....	25
10. Astigmatizma değerinin vektöryel hesaplanması.....	29

III. GEREÇ VE YÖNTEM	31
IV. İSTATİSTİKSEL ANALİZ.....	38
V. BULGULAR	39
VI. TARTIŞMA	47
VII. KAYNAKLAR	57
EK 1	68
EK 2	70



TABLO LİSTESİ

Tablo 1: Göz içi lens sınıflaması	11
Tablo 2: Göz içi lens materyal sınıflaması	12
Tablo 3: Monofokal torik lenslerin genel özellikleri	21
Tablo 4: Multifokal torik lenslerin genel özellikleri.....	22
Tablo 5: Baylor nomogramı.....	24
Tablo 6: Görüntü rehberliğinde işaretleme yöntemlerinin genel özellikleri.....	26
Tablo 7: Torik GİL'lerin silindirik gücü	28
Tablo 8: AcrySof Panoptix IQ torik GİL'lerin özellikleri	29
Tablo 9: Grupların genel özellikleri.....	40
Tablo 10: Preoperatif döneme ait bulgular	41
Tablo 11: Postoperatif ilk gün, 1.hafta ve 1.aylarda iki grubun kıyaslanması.....	44
Tablo 12: Grupların postoperatif dönemde kıyaslanması.....	46
Tablo 13: Farklı işaretleme metodlarının kıyaslanması	49

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: Lens opasifikasyonu sınıflaması sistemi III (LOCS)	7
Şekil 2: 'Couching' tekniği ve teknikte kullanılan iğneler	9
Şekil 3: Prolat , oblat ve sferik yüzeylerin temsili gösterimi	14
Şekil 4: Kornea topografisi cihazları	15
Şekil 5: Astigmatizma tipleri	17
Şekil 6: Yarık lamba eşliğinde horizontal işaretleme yöntemi	25
Şekil 7: AcrySof IQ Torik GİL	28
Şekil 8: AcrySof Panoptix IQ Torik GİL	29
Şekil 9: Acrysof online torik hesaplayıcısı ile torik göz içi lens hesaplanması.....	34
Şekil 10: Örnek bir Verion hasta ekranı	34
Şekil 11: Cerrahi uyarılmış astigmatizma değeri hesaplanması	36
Şekil 12: Eğrilmez ve ark.'nın oluşturduğu vektöryel analiz programına örnek veri girişi	37
Şekil 13: Dönüşüm tablosu	38

GRAFİK LİSTESİ

Grafik 1: El ile işaretleme grubu değerlerin kıyaslanması.....	42
Grafik 2: Verion dijital işaretleme grubu değerlerin kıyaslanması	43



SİMGELER ve KISALTMALAR

GİL:	Göz içi lens
EKKE:	Ekstrakapsüler katarakt ekstraksiyonu
İKKE:	İntrakapsüler katarakt ekstraksiyonu
D:	Diyoptri
OVA:	Oftalmik viskocerrahi aletleri
PMMA:	Polimetilmetaakrilat
KU:	Kurala uygun astigmatizma
KA:	Kurala aykırı astigmatizma
OA:	Oblik astigmatizma
LASİK:	Laser inSitu Keratomileuzis
LASEK:	Lazer subepitelyal keratomileuzis
PRK:	Fotorefraktif keratektomi
CUA:	Cerrahi uyarılmış astigmatizma
HUA:	Cerrahin hedeflediği uyarılacak astigmatizma miktarı
Dİ:	Düzeltilme indeksi
Bİ:	Başarı indeksi
FV:	Fark vektörü
GK:	Görme keskinliği
GİB:	Göz içi basıncı
PREOP DGK:	Operasyon öncesi düzeltilmemiş görme keskinliği
PREOP EİDGK:	Operasyon öncesi en iyi düzeltilmiş görme keskinliği
PREOP KA:	Operasyon öncesi korneal astigmatizma değeri
PREOP AKA:	Operasyon öncesi arka korneal astigmatizma değeri
PREOP TA:	Operasyon öncesi total astigmatizma
POSTOP KA:	Operasyon sonrası korneal astigmatizma
POSTOPTA:	Operasyon sonrası total astigmatizma
POSTOP DGK:	Operasyon sonrası düzeltilmemiş görme keskinliği
POSTOP EİDGK:	Operasyon sonrası en iyi düzeltilmiş görme keskinliği
logMAR:	Minimum rezolüzyon açısının logaritması (Logarithm of the Minimum Angle of Resolution)

ÖZET

Amaç: Torik göz içi lens hizalamasında el ile işaretleme yöntemi ile Verion dijital işaretleme yöntemini kıyaslamak.

Materyal-Metod: Kasım 2018 - Nisan 2019 yılları arasında Dokuz Eylül Üniversitesi Hastanesi Göz Hastalıkları bölümünde torik göz içi lens implantasyonu yapılmış hastaların dosyaları retrospektif olarak tarandı. Postoperatif dönemde en az 1 aylık takibi olan hastalar çalışmaya alındı. İki grup arasında hastaların preoperatif ve postoperatif kerometre, refraktometre ve görme keskinliği değerleri (LogMar) ile 1.aydaki göz içi lenslerin sapma dereceleri ($^{\circ}$) kıyaslandı.

Sonuçlar: Kırkbeş hastanın 67 gözü çalışmaya alındı. El ile işaretleme grubunda (Grup 1) 1. ayda lensin hedeflenen akstan sapma miktarı $4.75^{\circ} \pm 4.4^{\circ}$ (0° - 17°) iken Verion dijital işaretleme grubunda (Grup 2) bu değer $3.4^{\circ} \pm 3.6^{\circ}$ (0° - 18°) olup iki grup arasında anlamı farklılık yok idi (p : 0.16). Grup 1 ve 2 arasında GİL sapma derecesi açısından kurala uygun astigmatizmalı gözler arasında anlamlı fark yok iken, kurala aykırı astigmatizmalı gözlerde sapma derecesi Grup 2’de istatistiksel olarak daha düşük bulunmuştur (p : 0.003). 10° ve üzerinde torik GİL rotasyonu olan 7 gözün 6’sı Grup 1’e ait idi ($13.16^{\circ} \pm 2.78^{\circ}$ (10° - 17°)). Preoperatif dönemde iki grup arasında korneal astigmatizma değerleri açısından fark yok iken refraktif (total) astigmatizma değeri Grup 1’de daha düşük bulundu (sırayla 1.77 D , 2.68 D, p :0,028). Postoperatif 1.ayda korneal astigmatizma değeri Grup 1’de daha düşük iken (sırayla 1.62 ± 1.07 D, 2.18 ± 1.33 D, p :0.03) refraktif astigmatizma değerleri açısından iki grup arasında fark yok idi. Postoperatif dönemde 0.5 D ve altında total astigmatizması olan göz sayısı toplamda 43 olup bunların 26’sı Grup 1’de , 17’si Grup 2’de idi. Grup 1 ve 2 arasında anlamlı farklılık yok idi. Hiç bir hastada intraoperatif komplikasyon yok idi.

Tartışma: İki grup arasında postoperatif dönemde torik lensin rotasyonu açısından fark saptanmaması el ile işaretleme yönteminin hala güvenilir bir metod olduğunu düşündürmektedir. Verion dijital işaretleme yöntemi cerraha, preoperatif dönemde el ile işaretlemeyi gereksiz kılmakta ve gözün rotasyonundan daha az etkilenmesi nedeniyle kolaylık sağlamaktadır. Ayrıca istatistiksel fark olmamakla birlikte 10° ve üzerindeki göz içi lens rotasyonu dijital işaretleme grubunda daha az görülmektedir. Ancak bu cihazlara erişimin her zaman mümkün olmaması nedeniyle el ile işaretleme hala güvenilir ve etkili bir yöntem olarak yerini korumaktadır.

SUMMARY

Purpose: To compare manual marking method and Verion digital marking method in toric intraocular lens alignment.

Methods: The files of patients who underwent toric intraocular lens implantation in the Department of Ophthalmology at Dokuz Eylul University Hospital between November 2018 - April 2019 are reviewed retrospectively. Patients with at least 1 month follow-up in the postoperative period were included. Preoperative and postoperative kerometry, refractometry and visual acuity (LogMar) between the two groups were compared for the 1st day, 1st week and 1st month in the postoperative period. Rotation degrees of intraocular lens between two groups were compared in 1st month.

Results: 67 eyes of 45 patients were included in the study. The mean toric intraocular lens misalignment was $4.75^{\circ} \pm 4.4^{\circ}$ (0° - 17°) in manual marking group (Group 1) and was $3.4 \pm 3.6^{\circ}$ (0° - 18°) in Verion digital marking group (Group 2) and there was no statistically significant difference between them ($p:0.16$). While toric intraocular lens rotation degree was not statistically different between eyes with the rule astigmatism, was statistically low between eyes against the rule astigmatism in Group 2 ($p: 0.003$). 6 of 7 eyes with 10 degrees or more toric intraocular lens rotation belonged to Group 1 ($13.16^{\circ} \pm 2.78^{\circ}$ (10° - 17°)). There was no statistically significant difference in keratometric astigmatism between 2 groups but refractive astigmatism was lower in Group 1 in preoperative period (1.77 D , 2.68 D, respectively, $p:0,028$). But in 1st month , keratometric astigmatism was lower in Group 1 (1.62 ± 1.07 D, 2.18 ± 1.33 D , respectively, $p:0.03$). There was no difference in refractive astigmatism between groups in postoperative period. The total number of eyes with total astigmatism of 0.5 D and below was 43, of which 26 were in Group 1 and 17 in Group 2. There was no significant difference between groups. No intraoperative complications occurred during surgery.

Conclusions: There is no difference between two groups in terms of the rotation of the toric intraocular lens. Verion digital marking method provides convenience to the surgeon because it makes manual marking unnecessary during the preoperative period and is less affected by the rotation of the eye. In addition, although there is no statistical difference, between groups, intraocular lens rotation of 10° and above is less common in the digital marking group. Manual marking method still remains as an effective and reliable method, since access these devices is not always possible to utilize.

I.GİRİŞ ve AMAÇ

Kristalin lensin saydamlığını kaybederek görme keskinliğinde azalmaya sebep olması durumuna katarakt denilmektedir. Dünyada önde gelen, tedavi edilebilir körlük nedenleri arasında olan kataraktın en sık sebebi yaşlanmadır. Diğer sebepler arasında travma, ilaç tedavileri, genetik hastalıklar, beslenme bozuklukları ve ultraviyole radyasyon sayılabilir.¹ -

2

Kataraktın tek tedavisi cerrahi olup 1960'lı yıllara kadar cerrahi yöntem sadece kristalin lensin alınması şeklinde idi. İlk göz içi lens implantasyonu fikri Dr. Harold Ridley tarafından ortaya atılmıştır. Savaş uçağı pilotlarının uçak kazası sonrası, gözün ön kamarasına penetre olan plastik materyallerin gözde inflamasyona yol açmamasından yola çıkan Dr. Ridley, bu materyali kristalin lensin çıkarılması sonrası göz içine implante edilebilecek bir lens materyali olarak sunmuştur.¹ Günümüzde göz içine implante edilen lens materyalleri geniş bir yelpazede olup seçim hastanın ihtiyacı ve gözün durumuna göre değişkenlik gösterebilmektedir. Materyaldeki gelişimlerin yanı sıra göz içi lensler odak sayılarına ve astigmatik düzeltme özelliklerine göre de çeşitlendirilmiştir.

Cerrahi tekniklerin invaziv özelliklerindeki azalma ile göz içi lenslerin gelişimi göz önüne alınınca katarakt cerrahisinin refraktif bir cerrahi olarak öne çıkmış olması çok da şaşırtıcı değildir. Bundan ötürü göz içi lens implantasyonu için seçilecek olan lens önem taşımaktadır. Hastaların katarakt cerrahisi sonrası gözlüksüz hayat beklentisi de oftalmologları cerrahi sonrası rezidüel refraksiyonu minimize edecek en hatasız göz içi lens gücü hesaplama , cerrahi ve materyal ve özellikleri konusunda arayışa sokmaktadır.

Olası rezidüel refraksiyona katkısı olabilecek en önemli nedenler arasında korneanın astigmatizma değeri gelmektedir. Ameliyat öncesi dönemde dikkatli bir keratometri değerlendirmesi, doğru topografik inceleme yapılması ve cerrahi esnasında doğru müdahaleler ile ameliyat sonrası beklenmedik sonuçlar azaltılabilmektedir.

Bilindiği üzere katarakt cerrahisi planlanan hastaların yaklaşık %30'unda 1 diyoptri (D) korneal astigmatizma mevcut olup bu oran %48'lere kadar çıkabilmektedir.³ -

4

Rezidüel refraksiyonu düşürmek ve korneanın astigmatizma değerini azaltmak için pek çok teknik uygulanmaktadır. Bunlar arasında başlıca kornea gevşetici insizyon, limbal gevşetici insizyon, femtosaniye lazer ile astigmatik keratotomi, excimer lazer keratotomi , karşılıklı şeffaf korneal kesi ve torik göz içi lens implantasyonu gelmektedir.

Torik göz içi lens implantasyonu dünya genelinde gittikçe artan bir uygulama halini almaktadır.⁴ Uygulama alanı arttıkça torik lens için en iyi hizalama metodu arayışı da artmaktadır. Doğru lens pozisyonunu ayarlamak büyük önem taşımaktadır çünkü göz içi lensin her 10⁰ lik bir rotasyonu torik göz içi lensinin gücünü yaklaşık %30'lara kadar azaltabilmektedir.^{5 -6} Günümüzde kullanılan hizalama metodları arasında el ile işaretleme yöntemleri (yarık lamba, pendulum, hava kabarcıklı işaretleme, tonometre), iriste fotoğrafik kayıt yaparak iris kimliği oluşturan yazılım, intraoperatif wavefront aberrometre, otomatize intraoperatif kayıt sistemleri (Verion-Alcon , Callisto-Zeiss, Osher torik hizalama sistemi-OTAS Haag Streit, I-Trace sistemi-,Tracey,TrueGuide-TruVision) bulunmaktadır.⁷

Görüntü rehberliğinde intraoperatif otomatize sistemler ile hizalama açısından anlamlı başarılar elde edilmekle beraber bu sistemler çoğu hastanede bulunmamaktadır.

Bu çalışmada amacımız sık kullanılan bir hizalama yöntemi olan yarık lamba el ile işaretleme yöntemi ile otomatize intraoperatif kayıt sistemi olan Verion görüntü rehberliğinde işaretleme yöntemini lens apozisyon miktarı, reziduel astigmatizma değeri ve görme keskinlikleri açısından kıyaslamaktır.

II.GENEL BİLGİLER

1.KATARAKT

Kristalin lensin opasifikasyonu olarak tanımlanan katarakt; geri dönüşümlü görme kaybının en sık nedeni olarak dünya genelinde yaklaşık 16 milyon insanı etkilemektedir.⁸ Nedenleri arasında ileri yaş, ultraviyole (UV-B), sigara ve alkol tüketimi, vücut kitle indeksi, travma (eksternal travmalar, cerrahi travmalar, elektrik çarpması), sistemik hastalıklar (tip 1 ve tip 2 diyabet , galaktozemi, Fabry hastalığı, Lowe hastalığı, Alport sendromu, Wilson hastalığı, myotonik distrofi, Rothmund Thomson sendromu, Werner sendromu, Cockayne's sendromu), dermatolojik hastalıklar (atopik dermatit, iktiyozis, inkontinentia pigmenti), santral sinir sistemi hastalıkları (nörofibromatozis, Zellweger sendromu, Norrie hastalığı), oküler hastalıklar (inflamatuvar üveitler, enfektif üveitler, retinitis pigmentoza, Usher sendromu, yüksek miyopi, siliyer cisim tümörleri) , toksik nedenler (kortikosteroid , klorpromazin, allopürinol, psörolen-UV-A tedavisi, busulfan, klorokin, amiodoron, siderozis, hipokalsemi) sayılabilmektedir.⁹

Katarakt; kristalin lenste geliştiği anatomik lokalizasyona göre sınıflandırılabilir:

Subkapsüler katarakt:

-Ön subkapsüler katarakt: Lens epitelinin metaplazisi ile birlikte olup ön kapsül altında yerleşir.

-Arka subkapsüler katarakt: Arka kapsülün önünde yerleşerek retroillüminasyonda siyah görünen bu katarakta hastalar yakın görmenin azalmasından, parlak ışıpta az görmekten şikayetçidirler.

-Nükleer katarakt: Lensin nükleusundaki opaklaşma ile karakterize olan bu alt tipte miyopik refraksion ve aberrasyonda artış olabilmektedir. Biyomikroskobide oblik ışıkla daha rahat seçilebilmektedir. Maturasyon evresine göre renk sarıdan koyu kahverengiye göre değişmektedir.

Kortikal katarakt: Opasiteler korteksin hidrasyonu sebebiyle oluşarak sıklıkla alt nazalde çivi veya tekerlek şekline bürünür. Hastalar genel olarak glareden şikayet ederler.

Diğer tip kataraktlar: Tip 1 diyabeti olan genç hastalarda görülebilen iri kar tanesi görünümündeki katarakt (snowflake katarakt) , noel ağacı kataraktı, ön ve arka polar katarakt bu grupta sayılabilir. Lenste sorbitol birikimine ikincil geliştiği düşünülen ‘snowflake’ katarakt sıklıkla ani başlangıçlıdır. Noel ağacı kataraktı ise nadir olup opasifikasyon derin korteks ve nükleusta multikolormatik iğsi yapıda depozitler şeklindedir.¹⁰

Katarakt ayrıca matüritesine göre de sınıflandırılabilir:

-İmmatur katarakt: Lens kısmi opaktır

-Matür katarakt: Lens tamamen opaktır.

-Hipermatür katarakt: Lensin ön kapsülü sıvı kaybına bağlı kırışıktır.

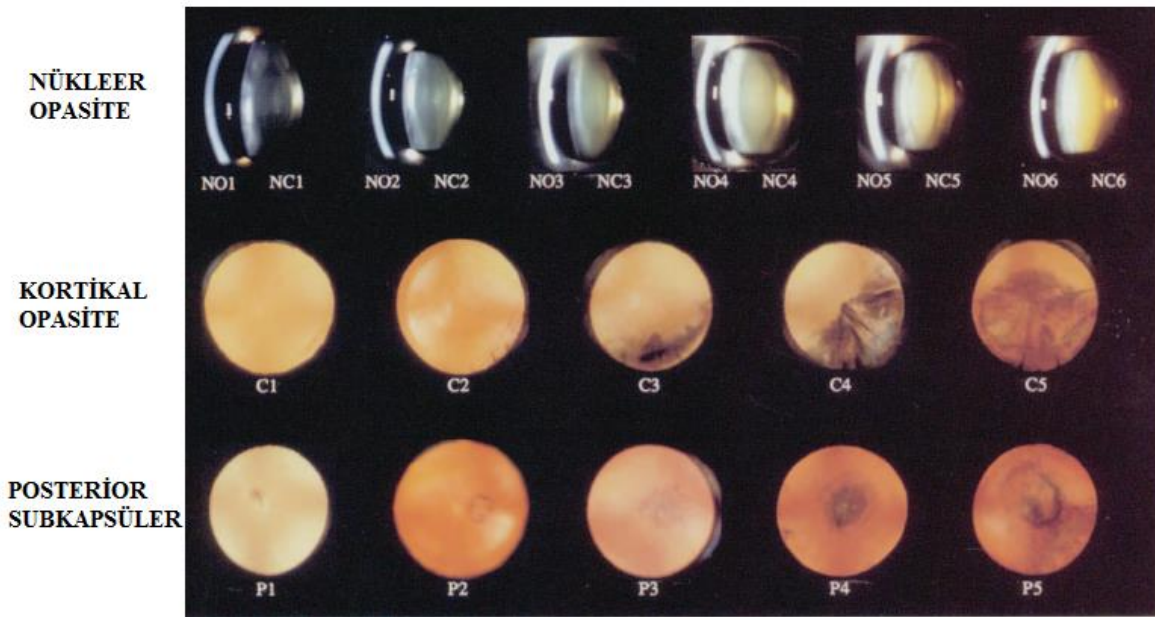
-Morgagnian katarakt: Korteks likefaksiyonuna bağlı nükleusun yerçekimi etkisiyle aşağı doğru yer değiştirdiği kataraktır.¹⁰

1.2.Kataraktın Derecelendirilmesi

Opasifikasyonların sınıflandırılmasında pek çok yöntem kullanılmakta olup bunlardan biri olan Oxford klinik sınıflama sistemi 1983 yılında oluşturulmuş geniş bir sınıflamadır. Kristalin lensin ön zon kalınlığına , ön subkapsüler opasiteye, arka subkapsüler opasiteye, kortikal tekerlek benzeri uzanım opasitesine, su yarığı oluşumuna, vakuol oluşumuna, fokal noktasal oluşumuna, nükleusun rengine bakılarak yapılan bu sınıflamada 0 ile 5 arasında puanlama yapılır. Bu sınıflamaya göre daha az komplike olan sınıflamalar arasında Wisconsin katarakt sınıflama sistemi önerilebilmektedir.¹¹

Bir başka yöntem olan Lens opasifikasyon sınıflama sistemi (LOCS) ise (Şekil 1) 1988 yılında oluşturulmuş olup 1993 yılında LOCS III olarak bilinen en son halini almıştır. LOCS II'ye göre erken evre opasifikasyonu saptamada daha başarılı olan bu sınıflama anatomik olarak lense nükleer, kortikal ve arka subkapsüler olarak ele alır.¹² Klinik pratikte LOCS III sınıflaması değişken şekillerde kullanılmaya devam etmektedir.

Teknolojik gelişmelerle beraber opasifikasyon sınıflamasında da yeni yöntemler geliştirilmiştir. Hall ve ark.¹³ laser ışığı görüntülemesi ile lens opasifikasyonun pixel açısından yoğunluğunu saptayan yazılım oluşturmuşlar ve bunun LOCS III sınıflamasına paralel olduğunu belirtmişlerdir. Babizhayev ve ark. kristalin lensin 2 boyutlu resimleri ve 3 boyutlu topografik görüntüleri ile imaj pikseli üzerinden katarakt derecelendirmesi yapmışlar ve LOCS III sınıflamasına paralel olduğunu belirtmişlerdir.¹⁴ Vizuel akstan geçen, yarık lamba biyomikroskopik fotoğraf çekim tekniğine dayanan otomatize sınıflama sistemler de geliştirilmektedir.¹⁵ Li ve ark.¹⁶ tüm kristalin lense içeren otomatize sınıflama sistemini, Srivastava ve ark.¹⁷ ‘Automatic Cataract Screening from Image Analysis-Nuclear Cataract, Version 0.10, ACASIANC v0.10’ ismini verdikleri otomatize sınıflama sistemini geliştirmişlerdir. Xiong ve ark.¹⁸ retinal görüntüler üzerinden katarakt sınıflaması önermişlerdir.



Şekil 1: Lens opasifikasyonu sınıflaması sistemi III(LOCS)

1.3.Kataraktın görme fonksiyonu üzerine etkileri

a) Görme keskinliğinde azalma: Katarakt ilerledikçe görme keskinliğinde azalma olması beklenen bir durum olmakla beraber bazı katarakt tiplerinde görme keskinliğinde azalma olmayabilir.⁹

b) Kontrast sensitivitesinde azalma, ‘glare’ (kamaşma): Aberrasyonda artış ile beraber düşük ışıktaki görmede zorluk olabilmektedir. Işığın saçılması neticesinde ‘glare’ oluşabilmektedir.⁹

c) Miyopik kayma: Normal yaşlanma sürecinde kristalin lenste hipermetropik refraksiyona sapma görülürken kataraktlı lenslerde refraktif indeks değişimi miyopik refraksiyona neden olur.

d) Monooküler diplopi: Tek gözdeki kortikal opasiteler refraktif indekste değişiklik ile monooküler diplopiye neden olabilir.⁹

e) Renk algısında değişim : Lens nükleusunun sarımsak renk almasıyla mavi renk algılamada azalma olabilmektedir.

f) Görme alanında değişim: Lens opasitesinin morfolojisine, yoğunluğuna ve lokalizasyonuna göre görme alanında değişiklikler olabilmektedir.⁹

2.Katarakt Cerrahisinin Tarihçesi

Dünya genelinde en çok uygulanan cerrahi işlemlerin başında gelen katarakt cerrahisi aynı zamanda M.Ö. 5.yy’a dayandığı bilinen en eski cerrahi işlemlerden biridir. Eski tekniklerden biri olan 'couching' tekniği , Fransızca bir kelime olan 'coucher ' den gelmekte olup anlamı yatağa yatırmaktır. Bu teknikte opak lens gözden çıkarılmak yerine bir iğne yardımıyla vitreusa düşürülerek vizuel aksın açılması amaçlanmaktadır (Şekil 2). Şaşırtıcı olarak Nijerya gibi gelişmekte olan ülkelerde bu teknik hâlen uygulanmaktadır.

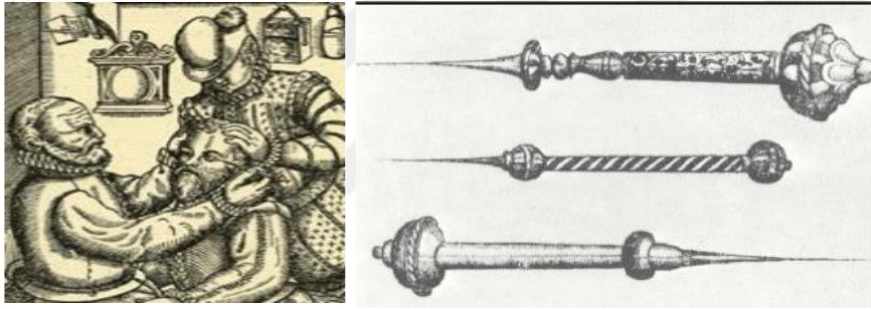
Göz anatomi bilgisi geliştikçe uygulanan tekniklerde de gelişme olmuştur. Bazı kaynaklarda M.Ö. 600’lü yıllarda Hint cerrah Sushruta tarafından ekstrakapsüler katarakt ekstraksiyonu (EKKE) tekniğinin benzeri uygulandığı belirtilmiştir. Lens kapsülünün gözün içinde kaldığı bu teknikte hatırı sayılır ölçüde komplikasyonlar görülebilmektedir.

Yaklaşık yüzyıl boyunca esas teknik olarak uygulanmasının ardından intrakapsüler katarakt ekstraksiyonu (İKKE) 1753 tarihinde Samuel Sharp tarafından uygulanarak bir süre EKKE tekniğinin yerini almıştır. Geniş bir limbal insizyonu takiben lensin kapsülü ile beraber alındığı bu teknikte lens zonullerinin kopartılması da işlemin bir parçasıydı. Alfa-kemotripsin uygulaması, lensin kriyoekstraksiyon yöntemi ile dondurulması İKKE tekniğine yardımcı yöntemler olarak uygulanmıştır. İKKE’nin geniş insizyon gerektirmesi, yüksek miktarda cerrahi uyarılmış astigmatizmaya sebep olması ve retina dekolmanı, maküler ödem, kornea dekompanzasyonu gibi görmeyi ileri derecede bozabilecek komplikasyonlarının sık olması

nedeniyle ve EKKE tekniğinde modern düzenlemeler yapılması sayesinde yerini tekrardan EKKE'ye bırakmıştır.

Cerrahi tekniklerde, aletlerde ve sterilizasyon ile anestezi tekniklerindeki iyileşme ve gelişmeyle beraber modern katarakt ekstraksiyonu teknikleri oluşturuldu. Bunlardan 19. yy başlarında Carl Himly'nin ameliyat öncesi ilk midriyazisi yapması, 1928'de Elsching tarafından retrobulber enjeksiyon yapılması, 1967 yılında Amerikan oftalmolog olan Charles Kelman tarafından fakoemülsifikasyon (FAKO) tekniğinin EKKE yerine kullanımının önerilmesi, 1972 yılında oftalmik viskocerrahi aletlerinin (OVA) kullanıma girmesi, 1993 yılında Fischman tarafından topikal anestezik maddelerin tanıtılması modern tekniklerin yapıtaşdır. Göz içi lenslerin geliştirilmesi , mikroiinsizyonel katarakt cerrahisi tekniklerinin gelişmesi ile bu cerrahi artık refraktif bir cerrahi olarak değerlendirilmektedir. 2008 yılında ilk olarak Budapeşte'de uygulanan femtosaniye lazer ile katarakt cerrahisinde fakoemulsifikasyon tekniğinde bazı basamaklarda lazer kullanıma girmiştir.

19 -26



Şekil 2: 'Couching' tekniği ve teknikte kullanılan iğneler

3.Göz içi Lens Tarihçesi

İlk GİL implantasyonu; 1949 yılında İngiliz oftalmolog Sir Harold Ridley tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu sayede postoperatif dönemde ortaya çıkan yüksek hipermetropik refraksiyonlar ve kalın camlı gözlük kullanımı azaltılmaya çalışılmıştır. Polimetilmetaakrilat (PMMA), akrilik cam olarak da bilinen materyalden oluşan bu yapay lensler hammadde açısından zamanla yerini biyouyumlu, daha esnek-katlanmaya uygun materyalden yapılan lenslere bıraktı. Katlanabilir GİL ilk olarak 1950 yılında geliştirilmiş olup hidrojel materyali yapısındaydı. İlk katlanılabilir silikon GİL ise 1978 yılında Kaiyi Zhou tarafından implante edilmiştir. Silikon materyalin ardından akrilik ve hidrojel özellikteki GİL materyalleri göz

içinde daha az inflamasyona yol açması , hızlı rehabilitasyon sağlamaları nedeniyle hızlıca kabul görmüşlerdir.

GİL'lerin yerleştirildikleri anatomik pozisyon da tarih boyunca değişkenlik göstermiştir. 1940-1950 arasında orijinal Ridley lensleri arka kamaraya yerleştirilirken, 1950-1960 arasında ön kamara lensleri ve iris destekli lensler, 1975-1990 arasında geliştirilmiş arka kamara lensleri uygulanmıştır. Günümüzde pek çok etkene göre göz içi lenslerin yerleşim yeri değişkenlik göstermektedir.

GİL tasarım şekli de zamanda değiştirilerek bazı aberrasyonların önüne geçilmeye çalışılmıştır. Bunlar arasında negatif asferisiteye sahip tasarımlar ile karanlıkta olan dalga boyu saçılımları engellenmeye çalışılmıştır.

1992 yılında astigmatik düzeltici etkiye sahip torik GİL ve 1990 yılların sonunda multifokal GİL'lerin tasarlanması ve uygulanması ile artık gözlük bağımsız bir dönem oluşturulmuştur. Postoperatif dönemde diyoptri gücü non-invaziv veya invaziv prosedürlerle değiştirilebilen, henüz gelişmekte olan GİL modelleri de ufukta görünmektedir.²⁷⁻³¹

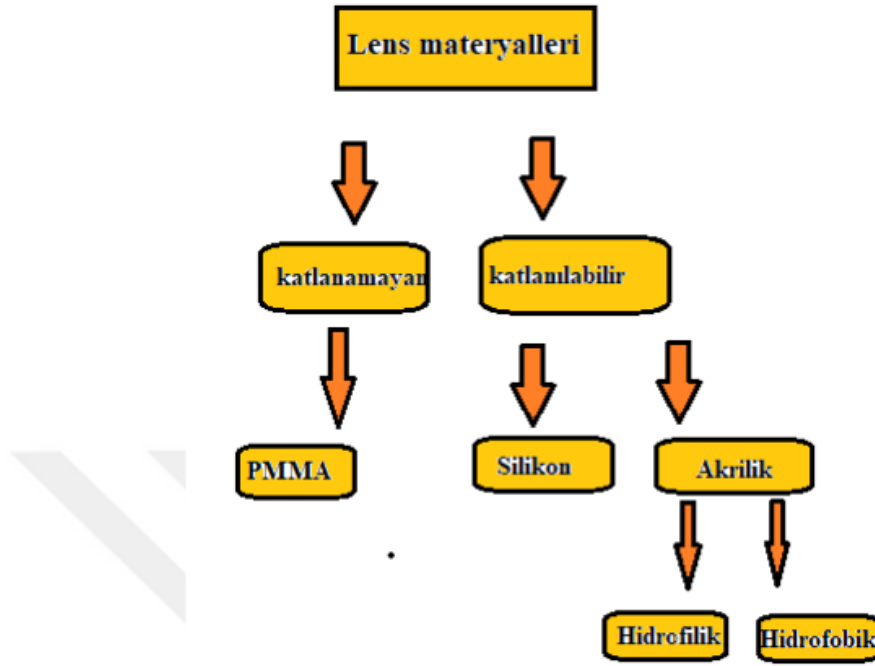
4.Göz içi Lens Materyalleri

Göz içi lensler çeşitli şekillerde sınıflandırılabilir. (Tablo 1-2)

Tablo 1: Göz içi lens sınıflaması

Yerleşim yeri	Kapsüler cep, siliyer sulkus, skleral fiksasyon, açılı destekli
Genel tasarımı	3 parçalı/1 parçalı
Genel uzunluğu	10-13mm
Optik materyali	Sert (PMMA), eğilebilir (silikon), katlanabilir (hidrofobik,hidrofilik), kollomer
Refraksiyon indeksi	1.42- 1.55
Optik şekli	Bikonveks, plano-konveks, menisküs
Optik çapı	5 – 7 mm
Optik dizaynı	Sferik, asferik, torik, multifokal, multifokal torik
Optik rengi	Transparan, hafif renkli
Haptik özellikleri	Plate haptik- loop haptik-plate ve loop haptik miks
İmplantasyon tipi	Enjekte edilebilen / edilemeyen
Paketlenme şekli	Önceden kartuşa yüklenmiş /yüklenmemiş

Tablo 2: Göz içi lens materyal sınıflaması



I. Polimetilmetaakrilat (PMMA): Göz içi lens için ilk kullanılan materyaldir. Sert, katlanamayan, hidrofobik özelliğe sahiptir. Refraktif indeksi 1.49'dur. Yerleştirilmesi için geniş insizyon gerekmektedir. Aköz hümör nedeniyle lens yüzeyinde vakuol görünümü zamanla oluşabilmektedir.

II. Silikon: Hidrofobik, katlanabilen, refraktif indeksi 1.41-1.46 arasında değişen materyaldir. Temas eden lens tutacaklarının kuru olması gerekmektedir aksi halde lensin hidrofobik yapısından dolayı istenmeyen bir kayganlık olabilmektedir. Düşük refraktif indeksinden dolayı lens kalındır. Postoperatif enfeksiyon riskinin, bakteriyal invazyonun daha kolay olması nedeniyle yüksek olduğu düşünülmektedir. Posterior kapsül opasifikasyon riski düşüktür. Nd-YAG lazere dirençlidir. Işıkla sferik ve astigmatik gücün değiştirilebildiği tasarımlı lenslerde kullanılan materyaldir. Aköz hümör nedeniyle lens yüzeyinde vakuol görünümü zamanla oluşabilmektedir. Silikon tamponandlı retina dekolmanı cerrahisi sonrası silikon lens ile silikon yağı arasında yapışıklıklar olabilmekte bu durum lensin tamamen çıkarılmasına kadar gidebilmektedir.

III. Hidrofobik katlanabilir lensler: Sert PMMA'dan elde edilen akrilat ve metaakrilat kopolimerlerinden üretilen bu lenslerde temel amaç katlanabilir ve dayanıklı olmasıdır. Refraktif indeksi 1.44 - 1.55 arasında değişmekte, 3 parçalı ve 1 parçalı dizaynları bulunmaktadır. 2.2 mm'lik insizyondan implante edilebilirler ancak implantasyon sonrası santralizasyon mutlaka kontrol edilmelidir. Arka kapsül opasifikasyonu gelişebilmektedir. Nd-Yag lazere dirençlidir. Silikon yağı tamponantlı retina cerrahisi sonrasında tamponantla az da olsa etkileşebilir. Aköz hümör nedeniyle lens yüzeyinde vakuol görünümü zamanla oluşabilmektedir ve bu durum fotofobiye neden olabilmektedir.

IV. Hidrofilik katlanabilir lensler: Hidroksietilmetaakrilat ve hidrofilik akrilik monomer karışımından elde edilen bu lensin refraktif indeksi 1.43'tür. Çoğu tek parçalıdır. Nd-YAG lazere ve implantasyon aletlerine dayanıklıdır. 2mm'den küçük kesilerden dahi implante edilebilir. Kapsül kontraksiyonuna karşı hidrofobik lenslere göre daha dayanıksızdır. Kalsiyum depoziti nedeniyle opasifikasyon olabilmektedir.

V. Kollomer lensler: Kollajen ve polimer bileşenlerinden oluşan bu lensler afakik ve fakik lensler olarak tasarlanmaktadır. Materyalin yumuşak olması ve göz içinde sert bir şekilde açılmaması avantajlarındandır. Fibronektin ile etkileşerek lensin etrafında koruyucu bir kılıflanma oluşur bu da lensin yabancı bir materyal olarak reddini engeller. Kollajen özelliğinden dolayı negatif yüklü olması lensin her daim saydam kalmasını sağlar .^{32 -35}

5. Gözün Optik Sistemi

İnsan gözünün optik özelliklerini anlamada en önemli zorluk matematiksel hesaplamaların tam olarak uygulanamamasından kaynaklanmaktadır. Basitleştirmeler ve tahminler insan gözünün optik özelliklerini daha iyi anlamak adına model oluşturulmasını kolaylaştırmaktadır. Bu modele şematik göz modeli denilmektedir.³⁶

Dinlenme halinde bir gözün kabul edilen total refraktif gücü 60 diyoptridir (D). Korneanın toplam refraktif kırma gücü 48 D olup arka korneal yüzeyin negatif gücünden dolayı (yaklaşık -5.8 D) yaklaşık 43 D'ye karşılık gelmektedir.

Kollajen fibrillerin düzenli bir organizasyon göstermesi nedeniyle saydam olan korneanın refraktif indeksi yaklaşık 1.37'dir. Aköz hümör ön ve arka kamarayı dolduran şeffaf sıvı olup refraktif indeksi yaklaşık 1.33'tür.

Kristalin lens spesifik kristalin proteinlerinden oluşur ve kırıcılık indeksi yaklaşık 1.4'tür. Transparan, kollajen bir kapsüle sahiptir. Dinlenme halindeki bir gözde lensin kırıcılık gücü yaklaşık 20 D olup akomodasyon halinde 33 D'ye kadar kırıcılığı artabilmektedir.

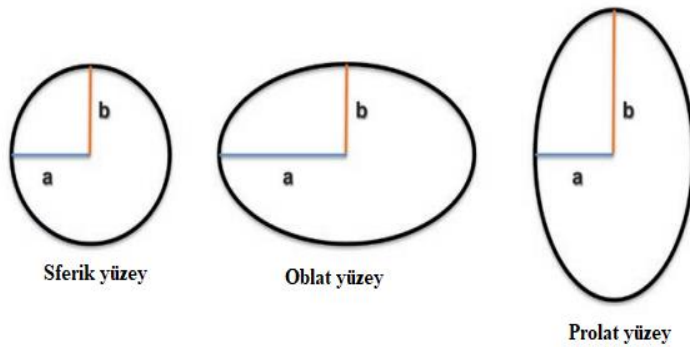
Vitreus lensin arka yüzü ile retina ön yüzü arasında bulunan, optik olarak saydam jel benzeri yapı olup kırıcılık indeksi yaklaşık 1.33'tür.³⁶

5.1.Korneanın Optik Yapısı ve Değerlendirilmesi

Yetişkin bir insanın korneası horizontal olarak 11-12 mm, vertikal olarak 9-11 mm olup kalınlık korneanın periferine doğru artar. Santral yaklaşık 3 mm zonda kornea sferik olup eğrilik yarıçapı 7.5 - 8.0 mm arasındadır.

Merkezi kornea periferinden daha dik ise prolat kornea, daha düz ise oblat kornea olarak adlandırılır. Kornea asferik yapıya sahiptir. Prolat yapı sferik sapmaları azaltırken oblat kornealar sferik sapmaları artırır. (Şekil 3)

Bir yüzeyin kırıcılık gücünü belirleyen o yüzeyin eğrilik yarıçapı ve refraktif indeksidir. Çoğu keratometri ve topografi cihazı korneanın refraktif indeksini 1.33 olarak kabul eder. Standart keratometreler ve plasido tabanlı topografi aletleri kornea ön yüzünün eğrilik yarıçapını ölçerler. Topografilerin aksine tomografiler üç boyutlu görüntü oluşturarak kornea arka yüzü hakkında da bilgi edinilmesini sağlar. Bunlar arasında Scheimpflug görüntülemesi en sık kullanılan tomografi tekniğidir. Klinikte en sık kullanılan Scheimpflug cihazları : Pentacam(Oculus, Wetzlar,Almanya), TMS-5 (Tomey Corp., Nagoya, Japonya), Galilei (Ziemer, Port,İsviçre) ve Sirius (CSO, Costruzione Strumenti Oftalmici,İtalya) cihazlarıdır (Şekil 4). Galilei ve Sirius cihazlarında Scheimpflug sistemine plasido sistemi de entegre edilmiştir.^{36 -38}



Şekil 3: Prolat , oblat ve sferik yüzeylerin temsili gösterimi



A.

B.

Şekil 4: Korneal topografi cihazları A. Pentacam B. TMS-5

5.2. Posterior Kornea Yüzeyi ve Refraksiyona Etkisi

Javal tarafından kabul edilen ve daha sonradan da Javal kuralı olarak ifade edilen gözün refraktif astigmatik hesabına göre keratometrik astigmat ile refraktif astigmatizma birbiri ile lineer ilişkidir. Ancak tahmin genellikle $- 2.00$ D üzerindeki yüksek silindirik ölçümleri için kullanışlıdır. Bu kurala göre refraktif astigmatizma $1,25 \times \text{keratometrik astigmatizma} + (-0,5D \alpha 90)$ formülü ile hesaplanabilmektedir. Bu kuralda dikkat çeken vertikal meridyene ait keratometrik astigmatın derecesinin refraktif astigmatizmaya etkisi olduğundan daha az yansımaktadır. Geleneksel terminolojide bu durum kurala uygun (KU) astigmatizmanın bir özelliğidir.

Gözlerin %80'inden fazlasında arka korneanın dik aksı vertikaldir ve eksi değerlikli mercek özelliğindedir. Bu nedenle kurala aykırı astigmatizmada (KA) refraktif astigmatizma keratometrik değerden daha fazladır. Arka korneal astigmatizma total korneal astigmatizma üzerinde yaklaşık %13'lük bir azalma sağlar. Yaklaşık gözlerin %28'inde total korneal astigmatizma ön korneal astigmatizmadan güç olarak yaklaşık 0.5 D kadar ve meridyen olarak yaklaşık 10 derece farklıdır.

Ön ve arka kornea yüzeyinin astigmatizma ilişkisi komplekstir. KU astigmatizma değeri arttıkça arka kornea astigmatizma değerinde de 1 diyoptrilere varacak kadar bir artış gözlenebilmektedir. KA astigmatizma değerindeki artışta ise arka korneal astigmatizmanın sabit kaldığı görülmüştür. Korneanın kalınlığının vertikal meridyende horizontal meridyene göre daha fazla olması da arka yüzey astigmatizmayı etkilemektedir. Ayrıca korneanın üst

vertikal kalınlığının alt vertikal alandan daha fazla olması da asimetrik bir astigmatizma yaratmakta ve bu durum aberrasyona neden olabilmektedir.

Nanavaty ve ark.³⁹ sadece kornea ön yüzünün keratometrik değerlerinin hesaba alındığı geleneksel formülü kullanarak torik GİL gücünü hesaplamışlardır ve postoperatif dönemde emetropi KU astigmatizmalı gözlerin üçte ikisinde , KA astigmatizmalı gözlerin yarısında ve oblik astigmatizmalı gözlerin beşte birinde sağlanabilmiştir. Nanavaty ve ark. bu çalışmada ayrıca postoperatif hedeflenen rezidüel astigmatizma değerinin geleneksel formül ve Barrett formülünde istatistiksel olarak anlamlı farkını da göstermiştir ($p<0,05$). Barrett formülü ile geleneksel formüle göre daha gerçekçi tahminler elde edilebilmiştir. Bu nedenle kornea arka yüzeyi, torik GİL hesabında dikkate alınması gerekmektedir.

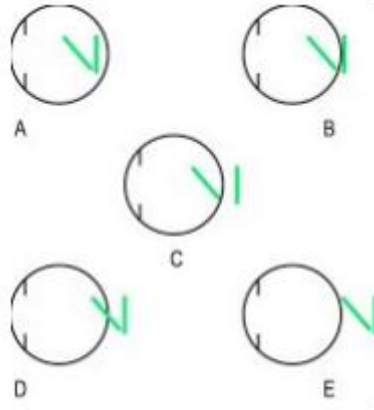
Kornea ön yüzey astigmatizması yaşla beraber kurala aykırı hal alırken, arka yüzey astigmatizmasının yaşa bağlı değişmediği düşünülmektedir.^{40 - 44}

6.Astigmatizma

Astigmatizma stigma (nokta)sızlık durumu olarak klinikte karşımıza sıkça çıkan bir refraktif kusurdur. Kornea veya lensin eğrilik varyasyonlarından dolayı eksenleri arasındaki kırıcılığın farklı olması nedeniyle ışık kırıldıktan sonra tek bir noktada odaklanamayabilir. Bu duruma astigmatizma denilmektedir.

Astigmatizmada tek nokta yerine iki odağı bulunan çizgiler oluşur ve bu çizgilerin retina üzerindeki durumuna göre astigmatizma sınıflandırılmaktadır (Şekil 5).

Eğer çizgilerden biri retina üzerindeyken diğeri retina önüne veya arkasına düşüyorsa buna sırasıyla basit miyopik ve basit hipermetropik astigmatizma denilmektedir. Ancak çizgilerin ikisi aynı anda retina önüne veya arkasında düşüyorsa bu duruma sırasıyla birleşik miyopik astigmatizma veya birleşik hipermetropik astigmatizma denir. Çizginin biri retina önüne düşerken biri retina arkasına düşüyorsa buna miks astigmatizma denilmektedir.



Şekil 5: Astigmatizma tipleri: A.:Bileşik miyopik, B:basit miyopik, C:miks , D:basit hipermetropik, E:Bileşik hipermetropik

Astigmatizmaya sebep olan meridyenin kırıcılığı o meridyen boyunca aynı ise bu duruma düzenli (regüler) astigmatizma ancak kırıcılık meridyen boyunca değişiyor ise bu duruma düzensiz (irregüler) astigmatizma denilir. Düzenli astigmatizma gözlük ile düzeltilebilirken düzensiz astigmatizmalarda özel kontakt lensler gerekebilmektedir.

Düzenli astigmatizma kendi arasında kurala uygun (KU), kurala aykırı (KA) ve oblik astigmatizma (OA) olarak üçe ayrılabilir. Vertikal meridyenin kırıcı meridyen olduğu durum kurala uygun ($90^\circ \pm 15^\circ$), horizontal meridyenin kırıcı olduğu duruma kurala aykırı ($180^\circ \pm 15^\circ$), kırıcı meridyenin $45^\circ \pm 30^\circ$ veya $135^\circ \pm 30^\circ$ meridyenlerinde olması ise oblik astigmatizma olarak sınıflandırılır.

Astigmatizmanın düzeltilmesinde gözlük ve kontakt lens kullanımının yanı sıra cerrahi yöntemler de bulunmaktadır.³⁶

6.1.Astigmatizmanın Cerrahi Olarak Düzeltilmesi

6.1.1.Astigmatizmanın insizyonel olarak düzeltilmesi

I. Arkuat keratotomi ve Limbal Gevşetici İnsizyonlar:

Bir meridyen insizyonel olarak düzleştirildiğinde ona dik olan meridyende dikleşme olur. Eşleşme (coupling) olarak adlandırılan bu fenomende düzleşme/dikleşme oranı 1.0 olduğu zaman küresel denklik aynı kalırken 1.0'den büyük değerlerde hipermetropik sonuçlar ortaya çıkabilir. İnsizyonun tipi (arkuat, tanjansiyel), uzunluğu, derinliği sonuçları etkilemektedir.

Arkuat keratotomi arkuat insizyonların yaklaşık %95 derinlikte, dik meridyende ve korneanın midperiferindeki 7.0 mm'lik zonunda yer aldığı cerrahi yöntemdir. Limbal gevşetici insizyonlar ise yaklaşık 600 mikron derinliğinde hemen limbus önündeki insizyonlardır. Eşleşme fenomeni nedeniyle hipermetropik kayma olmadan astigmatizmayı düzeltirler.

Arkuat keratotominin etkisini arttırmak için insizyonun uzunluğu ,derinliği arttırılabilir. Ayrıca birden fazla insizyon oluşturulması veya insizyonlar arası mesafenin kısaltılması da etkinlik artışı sağlayabilir. Limbal gevşetici insizyonun etkisini arttırmak için ise insizyonun uzunluğu arttırılır.

II.Dik akstan korneal kesi :

Amaç korneanın dik aksından kesi yapılarak aksta düzleşmeye neden olmak ve kırıcılık gücünün azalmaktır. Fakat düzleşme çok sınırlıdır. 2.5 mm'lik bir ana kesi vertikal meridyende 0.75 D, oblik meridyende 0.50 D ve horizontal meridyende 0.25 D güç azalmasına neden olabilmektedir.

III:Karşılıklı şeffaf kornea kesileri: Dik akstan yapılan korneal kesiye benzeyen bu yöntemde kesi sayısı iki adet olacak şekilde dik aksta karşılıklı olarak

yapılır. Amaç daha fazla astigmatik düzeltme sağlamaktır. Astigmatizmanın düzeyine göre çeşitli nomogramlar kullanılmaktadır.

IV.Femtosaniye lazerle korneal gevşetici insizyon veya arkuat keratotomi:

Gevşetici insizyonların el ile yapılması yerine femtosaniye lazer ile yapıldığı bir yöntemdir. ^{36 -45 -46 -47 -48}

6.1.2.Fotoablasyon Yöntemleri

I.Fotorefraktif keratektomi (PRK):

Kornea epitelinin çeşitli yöntemler ile debride edilmesinin ardından 193 nm dalga boyunda excimer lazer ile dik meridyen düz meridyene eşitlenene kadar eliptik ablasyonla

düzeltilir. Dezavantajları arasında ağrı, geç epitelyal iyileşme, uzun süreli topikal kortizon kullanımı ve hazedir.

II.Laser inSitu Keratomileuzis (LASIK):

Korneayı şekillendirmek anlamına gelen 'keratomileuzis' tekniğinin geçmişi 19.yy'a kadar uzanmaktadır. Ancak lameller refraktif cerrahi tekniği 1949 yılında Dr. Jose I. Barraquer tarafından tanımlanmıştır. Dr. Leo Bores 1987 yılında ilk keratomileuzis insitu tekniğini uyguladığı bilinmektedir. Lameller korneal cerrahi tekniği ile excimer laserin aynı anda uygulandığı bu teknikte mikrokeratom veya femtosaniye laser ile korneal flep oluşturulmaktadır. 6.00 D'ye kadar astigmatizmayı düzelttiği bilinmektedir. Avantajları arasında erken görsel rehabilitasyon, post-operatif şikayetlerin tolere edilebilir olması, tahmin edilebilirlik ve etkinlik bulunmaktadır.

III.Laser subepitelyal keratomileuzis(LASEK):

LASIK ile PRK tekniklerinin karışımından oluşan bu cerrahi teknikte , PRK uygulamasına benzer olarak alkol uygulaması ile epitelyal flep oluşturulur. Flep oluşturma basamağı ile LASIK yöntemine benzemekle beraber burada flep daha incedir. Flep altındaki stromaya laser işlemi uygulanması ardından flep tekrar eski yerine yerleştirilir. Korneanın LASIK için ince veya düz olduğu olgularda LASEK bir avantaj gibi görünmektedir.^{9,36,49-52}

6.1.3.İntrastromal Korneal Halka Segmentler

Günümüzde daha çok keratokonus gibi ektatik kornea hastalıklarında astigmatizma düzeltilmesi için kullanılır. İntrastromal halkalar kornea periferinde düzleşme, santralde dikleşme sağlar.⁵³

6.1.4.Torik Göz içi Lensleri

6.1.4.1.Fakik göz içi lensleri:

Piyasada Visian Toric ICL (T-ICL; STAAR Surgical, Monrovia, Kaliforniya), iris fiksasyonlu Toric Artiflex (Ophthec BV, Groningen, Hollanda) gibi fakik torik göz içi lensleri bulunmaktadır.⁵⁴

Visian kollamer yapısında sulkusa yerleştirilmektedir. Hem Visian Torik fakik göz içi lensinin hem de Artiflex lenslerin postoperatif dönemde astigmatizma düşürücü etkisi ve göz içinde stabilitesi gösterilmiştir.^{55 - 56} Gözün doğal refraktif yapılarına kalıcı bir etki yapılmadığından popolaritesi artmaktadır.

6.1.4.2.Afakik göz içi lensleri:

Katarakt cerrahisindeki ve göz içi lenslerdeki gelişmeler devam ettikçe postoperatif gözlük bağımsızlık beklentisinde olan hasta grubu ve bunu sağlamaya çalışan oftalmolog sayısı da artmaya devam edecektir. Katarakt cerrahisine giden hastaların yaklaşık %30'unda preoperatif astigmatizma 1 D, %20'sinde 1.5 D ve üzerindedir. Her bir astigmatik diyoptri için gözlük ihtiyacı 34 kez artmaktadır.

Gevşetici insizyonlar ile astigmatik düzeltme yaklaşık 3.0 D kadar olabilmekteyken torik göz içi lensler ile bu miktar 8.0 D'ye kadar çıkarılabilmektedir.

Torik GİL'lerin düzeltici gücünde azalmaya sebep olan en önemli etkenlerden biri lens rotasyonudur. Yaklaşık 30° rotasyon düzeltici gücün yaklaşık %90 kaybına neden olabilmektedir. Torik GİL'ler monofokal olabileceği gibi multifokal olarak da piyasada bulunmaktadır.

İlk olarak 1992 yılında Shimizu ve ark. tarafından tasarlanan torik GİL, 3 parçalı PMMA materyalinden yapılmıştır. Katlanamaz olması nedeniyle implante edilebilmesi için yaklaşık 6mm'lik insizyona ihtiyaç vardı. 1994 yılında ilk katlanabilir tek parçalı silikon materyalinden yapılmış olan torik GİL tasarlandı. Yaklaşık 3.2 mm'lik insizyonun implantasyon için yeterli olduğu bu modelin postoperatif lens rotasyonu oranının yüksek olması nedeniyle piyasa ömrü kısa olmuştur.

Günümüzde çok çeşitli materyalde ve haptik özelliğinde torik lens bulunmaktadır ²⁹ ,⁵⁷ -⁶³

(Tablo 3-4).

Tablo 3. Monofokal torik lenslerin genel özellikleri

Ticari isim	Materyal	Dizayn	Asferisite	Sferik gücü	Silindirik güç	İnsizyon miktarı (mm)
Acrysof (Alcon)	Hidrofobik	Eğilebilir haptik	+	+6/+34	1.5/6.00	2,2
Hoya Iser Toric 351	Hidrofobik +PMMA haptik	PMMA haptik	+	+6/+30	1.5/6.00	2
T-flex(Rayner)	Hidrofilik	AVH haptik	+	-10/+35	1.0/11.00	<2
Tecnis Torik(Abbott medical optics)	Hidrofobik	C haptik	+	+5/+34	1.5/6.00	2,2
Light - adjustable(Calhoun vision)	Silikon+ PMMA haptik	PMMA haptik	+	+17/+24	0.75/2.00	3
Microsil/Torica(Humanoptics)	Silikon+ PMMA haptik	C loop haptik	-	-10/+35	1.0/15.0	3,4
Precizon torik(Ophtec)	Hidrofilik	Bikonveks torik	+	+1/+34	1.0/10.0	2,2
Lentis T plus(Oculentis)	Hidrofilik ancak hidrofobik yüzey	Plate haptik	+	-10/+35	0.25/12.0	2,6
Acri Comfort/AT Torbi(Zeiss)	Hidrofilik ancak hidrofobik yüzey	Plate haptik	+	-10/+32	1.0/12.0	<2
Staar(Staar)	Silikon	Plate haptik	-	+9.5/+28.5	2.00/3.50	2,8
Morcher 89A,92S(morcher Gmbh)	Hidrofilik	Kapsül lens içinde	-	+10/+30	0.5/8.0	2,5

Tablo 4.Multifokal torik lenslerin genel özellikleri

İsim	Materyal	Dizayn	Multifokal teknoloji	Yakın add.	Asferisite	Sferik güç	silindirik güç	İnsizyon genişliği (mm)
Acrysof IQ Restor Torik(alcon)	Hidrofobik akrilik	Loop	Diffraktif+ refraktif	+3.0	+	+6.0 - +34.0	1.0 - 3.0	2,2
AcriLisa Torik(zeiss)	Hidrofilik akrilik, hidrofobik yüzey	Plate	Diffraktif	+3.75	+	-10.0 - +32.0	1.0 - 12.0	<2,0
M-flex T (Rayner)	Hidrofilik akrilik, hidrofobik yüzey	Loop	Refraktif	+3.0/+4.0	+	+14.0 - +32.0	1.5-6.0	<2,0
Lentis Mplus toric (Oculentis)	Hidrofilik akrilik, hidrofobik yüzey	Plate	Refratif segmentli	+3.0	+	0-+36.0	0.25-12.0	2,6

7.Torik Göz İçi Lens için Uygun Hasta Seçilmesi

Kornea topografisinde düzenli astigmatizma özelliği gösteren, papyon “bowtie” şekline uygun astigmatizmalar torik göz içi lens için en uygun adaylar iken irregüler astigmatizması olan hastalar relatif kontrendikasyon oluşturmaktadır. Ancak 30 yaş üstünde ve stabil seyir gösteren keratokonuslu gözler, pellusid marjinal dejenerasyonu ve kornea süturlarının alınması sonrası stabil seyirli keratoplastili gözler gibi bazı irregüler astigmatizma durumlarında torik GİL’lerin başarısı gösterilmiştir.

Buradan yola çıkarak hafif-orta dereceli, gözlükle düzeltilebilecek miktarda astigmatizması olan irregüler astigmatizmalı hastalara sınırlı olacak şekilde torik GİL kullanımı genişletebilmektedir.

Torik GİL ile düzeltilmesi hedeflenen astigmatizma değerinin kurala uygun astigmatizma durumunda en az 1.00 D ile 1.50 D, kurala aykırı astigmatizma durumumunda en az 0.75 D ile 1.00 D olması önerilebilir.

Daha önceden varolan okuler hastalıklar kısmi ya da kesin kontrendikasyon olabilmektedir. Hastaların mutlaka gözyaşı film kalitesine bakılmalıdır çünkü kuru göz hastalığı yanlış astigmatizmatik güç ve aks belirlenmesine neden olabilmektedir. Fuchs endotelial distrofisi ve diğer distrofiler zamanla keratoplasti ihtiyacı duyabileceğinden torik GİL için iyi aday değildirler. Kapsüler desteği zayıf olan psödoeksfoliyasyon sendromunda ya da travma ilişkili iridodiyalizde desantralizasyon ve stabilite problemlerinden ötürü torik GİL önerilmemektedir. Görme keskinliğini etkileyen ambliyopi, korneal patolojiler (korneal skar), makulopatiler, üveit ve glokom gibi hastalıklar da hastalığın durumuna göre relatif veya kesin kontrendikasyon olabilmektedirler. Bu nedenle her hastaya cerrahi karar ve GİL seçiminden önce mutlaka korneal topografi, fundoskopi ve mümkünse optik koherans tomografiyi içerek şekilde geniş bir preoperatif değerlendirme yapılmalıdır.^{29 ,64 -73}

8.Torik Göz içi Lens Hesaplanması

Hata payı düşük bir biyometrik ölçüm yapılması, torik GİL güç hesabında çok önemlidir. Aksiyel uzunluk hesaplanmasında ultrasonik A mod kullanılabildiği gibi, hesap yapan kişiye bağlı hata payından daha bağımsız olarak ölçüm yapan optik biyometri cihazlarının kullanılması daha uygun olacaktır (IOL Master ((Carl Zeiss Meditec, Almanya)) , Lenstar ((Haag Streit, İsviçre)) vb.). Keratometrik ölçümler torik lenslerin astigmatik gücünün ve aksının seçiminde en önemli rolü oynamaktadır. Manuel keratometriler, otomatize keratometriler, korneal topografiler, Scheimpflug görüntüleme sistemleri ile keratometrik değerler elde edilebilmektedir. En doğru sonuca ulaşmak için iki farklı teknikte keratometrik ölçüm yapan cihazdan yakın büyüklükte ve aksta keratometrik değerlerin sağlanması önerilmektedir.

Ancak yine de farklı cihazlarda farklı değerlerin alındığı hastalar torik GİL için uygun olmayabilirler. Hastaların keratometrik, topografik ve mümkünse optik biyometri ölçümlerinin, hastaya dilatasyonlu muayene yapılmadan, okuler yüzeyin refraktif gücünün değerlendirmesini etkileyebilecek işlemlerden önce yapılması uygun görülmektedir.

Kuru göz sendromunun insidansı, yaşları 43-86 arasında olan bir grupta yaklaşık % 21.6 bulunmuştur. Katarakt öncesi dönemde hastaları değerlendirirken sıklıkla karşımıza çıkabilecek kuru göz sendromunun varlığının ve şiddetinin mutlaka belirlenmesini gerektirmektedir. Özellikle hiperosmolar tip kuru göz sendromu , hastalarda değişken keratometri değerlerinin alınmasına neden olmaktadır. Bu durumda hastaların preoperatif ölçümleri ve katarakt cerrahisi uygun oküler yüzey tedavisi sonrasına bırakılmalıdır.

Arka korneal astigmatizmanın değerlendirilmesi de torik lens gücünün hesaplanmasında önem taşımaktadır. Eksi mercek özelliği göstermesinden dolayı KU astigmatizmalı gözlerde torik lens gücü 0.5 D azaltılması, KA astigmatizmalı gözlerde torik lens gücünün 0.3 D artırılması önerilmektedir.

Cerrahi uyarılmış astigmatizma (CUA) ; korneanın astigmatizma vektörlerinde değişiklik yapması nedeniyle torik GİL güç hesabında göz önüne alınan parametrelerden bir diğeridir. Kesinin genişliği ve yapıldığı aks CUA değerini etkilemektedir. Ayrıca hastanın yaşı, preoperatif korneal astigmatizma değeri ve kornea sutur kullanılması da CUA değerini etkileyen diğer faktörlerdendir.

Lensin gücünün ve yerleştirilecek aksın hesabı için farklı üretici firmalar tarafından çok çeşitli formüller geliştirilmiştir. İdeal formülün CUA değerini, arka korneal astigmatizma değerini ve efektif lens pozisyonunu da hesaba katması gerekmektedir. AcrySof online torik hesabı ve iTrace hesabında GİL gücü sabit bir oran ile çarpılarak lensin kornea düzlemindeki gücü hesaplanır. Tecnis hesaplayıcısı ön kamara derinliği, aksiyel uzunluk, keratometrik değerlerini; Holladay formülü ise efektif lens pozisyonun hesaplanmasını içerir. Arka korneal astigmatizma değerini içeren çeşitli nomogramlar da mevcuttur (Tablo 5).

Barrett torik algoritması ve Tecnis hesaplaması 2016 yılında FDA tarafından onaylanmıştır. İntraoperatif aberrometreler de afakik refraksiyon üzerinden intraoperatif olarak torik lens gücünün ve aksının hesaplanmasında giderek artan bir kullanıma sahiptirler.

29,63 ,67 ,74 - 81

Tablo 5:Baylor nomogramı

Korneal düzlemdeki GİL silindirik diyoptri gücü	Kurala uygun astigmatizma (KU)	Kurala aykırı astigmatizma (KA)
0	<1.69	<0.39
1	1.70 - 2.19	0.40 - 0.79
1.5	2.20 - 2.69	0.80- 1.29
2	2.70 - 3.19	1.30 - 1.79
2.5	3.20 - 3.69	1.80 - 2.29
3	3.70 - 4.19	2.30 - 2.79
3.5	4.20 - 4.69	2.80 - 3.29
4	4.70 - 5.19	3.30 - 3.79

9.Torik Göz içi Lens için HizalamaYöntemleri

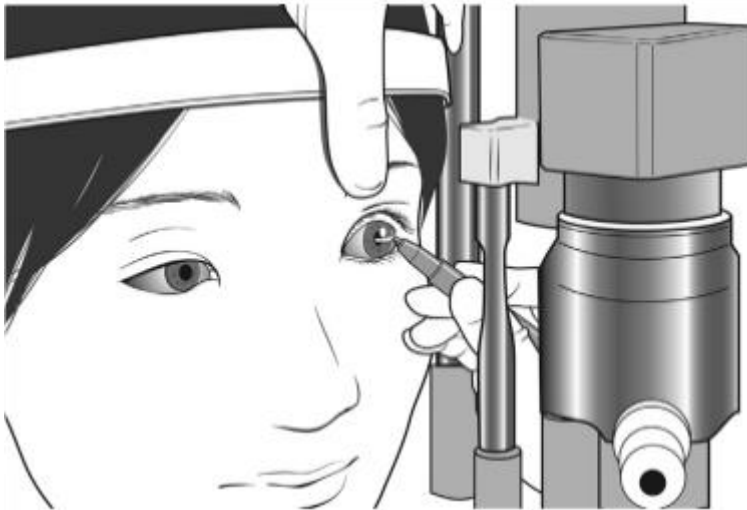
Preoperatif işaretleme siklotorsiyonun engellenmesi adına mutlaka hasta dik pozisyonunda iken yapılmalıdır. Ortalama olarak 2° ile 4 ° olabilen siklotorsiyon derecesi bazen 15 °'ye kadar artabilmektedir.

Üç adımlı işaretleme tekniği en sık kullanılan tekniktir. Referans aksın preoperatif işaretlenmesi, intraoperatif fiksasyon halkası yardımıyla referans aksların hizalanması, hedef aksın intraoperatif olarak belirlenmesi gibi adımları olan bu teknikte referans işaretler genel olarak saat 3, 6 ve 9 hizasına konur. Ancak bazı cerrahlar sadece saat 3 ve 9 hizasına işaret koyarken bazıları sadece saat 6 hizasını işaretlemektedirler. İşaretleme steril işaretleyici kalemler ile serbest olarak veya pendulum, yarık lamba ile ya da Nuijts-Solomon işaretleyicisi ile yapılabilmektedir (Şekil 6). Ancak steril işaretleme kalemi kullanılırken işaretleme sırasında boyanın dağılmasına bağlı düzensiz ve geniş işaretler oluşabilmektedir. Ayrıca uygulanmasında öğrenme eğrisi vardır ve cerrahlar arasında farklılıklar ortaya çıkmaktadır.

Osher ThermoDot Marker (Beaver-Visitec International), boya problemlerine karşı bipolar koter yardımıyla referans aksların işaretlenmesinde kullanılabilmektedir.

26 gauge iğne ile korneada ön stromal çizik yapılarak da referans aks belirlenebilmektedir.

İntraoperatif aberrometre ile de hizalama yapılabilmektedir. Operasyon mikroskopundan cerrah, torik GİL hizalamasını reziduel refraktif silindirik değere göre ayarlar.



Şekil 6:Yarık lamba eşliğinde horizontal işaretleme yöntemi ⁷⁸

Dr. Osher'in irisin kriptası, nevüsü, fırçamsı özelliklerinden yola çıkarak aksın belirlenebilir olması önerisi görüntü rehberlikli işaretleme yöntemlerini gündeme getirmiştir.

Bu işaretleme yöntemlerinde iris ve limbus ile skleral kan damarları cihazlar tarafından fotoğraflanır. Göz takip sistemine sahip bu cihazlarda operasyon esnasında tekrarlı kayıt oluşturulması gerekebilmektedir. Kemozis, konjonktivanın balonlaşması, kanama operasyon esnasında cihazın göz takibini zorlaştırabilmektedir. Diğer işaretleme yöntemlerine göre maliyetleri yüksektir.

Bu cihazların genel özellikleri tablo 6’da mevcuttur.^{63 ,82 -88}

Tablo 6: Görüntü rehberliğinde işaretleme yöntemlerinin genel özellikleri

İsim	Preoperatif görüntü alınması	İntraoperatif hizalama	Avantajları
Osher Torik hizalama sistemi	Yarık lambadan fotoğraf çekilmesi	İris tanıma yazılımı ile dereceler fotoğraf ile üst üste getirilir	3 adım tekniğine göre daha kesin sonuçlara sahiptir ⁸⁹
iTrace sistem	iTrace görme fonksiyon analizi	Zaldiver çap ölçümü ile iris-limbus işaretlerinin hedef akstan uzaklığının hesaplanması	Kornea eğrilik ve güç haritası,yüksek order aberrasyon ve alfa açısı hesaplaması,torik GİL güç ve aks hesaplaması özellikleri vardır
Verion sistemi	Verion referans üniti	Referans haritadan iris-skleral ve limbus detaylarından hedef aks grafisi oluşturur	Grafikler insizyon,kapsüloreksis ve GİL hizalamada da kullanılabilir.
Callisto Eye ve Z align sistemi	IOL master 500/700	Limbus damarlarından hedef aks grafisi oluşturur.	Grafikler insizyon,kapsüloreksis ve GİL hizalamada da kullanılabilir.
True Guide sistemi	I -optics cassini korneal topografi	Limbus damarlarından hedef aks grafisi oluşturur.	3D göz takip sistemi,kornea ön ve arka yüzey astigmatizma hesaplanması,dinamik rehberlik,kapsüloreksis ve GİL santralizasyonu grafikleri sağlar

Çalışmamızda kullanılan Verion image-guided sisteminin özellikleri

Cihaz 3 aşamalı bir değerlendirme yapmaktadır. İlk aşamada referans ünitesi üzerinden hastanın dinamik keratometri değerleri, white to white horizontal çapı, pupil çapı, görsel aksın ekzantritesi belirlenir. Ardından bu veriler planlayıcı yazılıma aktarılır. Bu yazılım cerraha, parametrelerin isteğe bağlı olarak değiştirilmesi imkanını verir. Ayrıca farklı hesaplama formülleri kullanılarak uygun GİL gücünün hesaplanması da mümkündür.

Üçüncü aşamada, elde edilen veriler bir veriyolu aracılığıyla cerrahi mikroskobuna entegre edilmiş ekrana taşınır. Mikroskoptan bakıldığında girişimin yapılacağı göz üzerine referans görüntü düşürülür. Bu grafikler insizyonda, kapsüloeksiste, multifokal torik lens hizalanmasında, torik lens aksının hizalanmasında bir rehber görevi görür ve el ile işaretleme yöntemlerini gereksiz kılar.⁹⁰

AcrySof IQ Toric GİL ve AcrySof IQ Panoptix Toric GİL'lerin Genel Özellikleri

Acrysof IQ Torik GİL (Şekil 7) : +6.0 D ile +34.0 D arasında sferik düzeltme gücüne ek olarak +0.75 D aralıklarla artan 1.00 D ile 6.00 D aralığında astigmatik düzeltici gücü olan lens grubudur (Tablo7). Hidrofobik olup refraktif indeksi yaklaşık 1.55'tir. Optik çapı 6 mm'dir.

Akrilik materyalde olması ve tek parçalı yapıda olması stabilitesine katkı sağlayan mekanik özelliklerinin başında gelmektedir.^{91 -92} Haptiklerinin dengeli kuvvet uygulama teknolojisi GİL'in kapsül içine uyumunu sağlar ve kapsül ile GİL arasındaki temasını artırır. Etrafını saran fibronektin sayesinde sıkı bir şekilde kapsüle temas ederek iyi bir intrakapsüler stabilite gösterir. Katlanarak 2.2mm'lik insizyondan yerleştirilebilirler.⁹³

GİL'in arka yüzeyine silindirik güç eklenmiştir. Aks işaretleri sayesinde operasyon esnasında hizalama yapılabilir.

Tablo 7.Torik GİL'lerin silindirik gücü

Lens modeli	GİL düzleminde silindirik güç	Kornea düzleminde silindirik güç
T2	1.00D	0,67D
T3	1.50D	1.03D
T4	2.25D	1.55D
T5	3.00D	2.06D
T6	3.75D	2.57D
T7	4.50D	3.08D
T8	5.25D	3.60D
T9	6.00D	4.11D



Şekil 7:AcrySof IQ Torik GİL

Acrysof Panoptix IQ Torik GİL (Şekil 8): Optik bikonvektir ve yerleştirmeden önce katlanabilen bir yumuşak hidrofobik akrilik materyalden oluşur. Optik difraktif yapısı merkezde, optik bölgenin 4.5 mm kısmında ön yüzeydedir ve +2.17 D ara mesafe (60-80 cm) ve +3.25 D yakın (40 cm) ekleme gücü yaratmak için gelen ışığı böler. Aydınlatma anlamına gelen “enlighten” teknolojik dizaynı ile 120 cm olan uzak odak noktası sonsuz odak noktasında yerleştirilmiştir.

Lensin ön yüzü negatif sferik aberrasyon oluşturacak şekilde dizayn edilmiştir. Lensin arka taraftaki yüzeyi kornea üzerindeki astigmatizmi düzeltecek bir torisite yaratan bir bikoniktir. Genel özellikleri tablo 8’de mevcuttur.

Tablo 8: AcrySof Panoptix IQ torik GİL’lerin özellikleri

GİL Modeli	TFNT20	TFNT30	TFNT40	TFNT50	TFNT60
Optik Türü	Defraktif asferik optikle birlikte tek parça GİL				
Optik Materyali	UV ve mavi ışık filtreleyici Hidrofobik, Akrilat/Metakrilat Kopolimer				
%10 T’de UV Kesimi	21 D için 401 nm				
Defraktif İndeksi	1.55				
Optik Güçler (sferik eşdeğer diyoptriler)	0.5 diyoptri artışında +6.0 ila +30.0 diyoptri; 1.0 diyoptri artışında +31.0 ila +34.0 diyoptri, +2.17 diyoptri orta ve +3.25 diyoptri yakın ekleme gücü ile birlikte				
GİL Silindirik güçleri (Diyoptriler)	1.00	1.50	2.25	3.00	3.75
Haptik Konfigürasyon	STABLEFORCE® Modifiye-L Haptikler				
Haptik Materyal	UV ve mavi ışık filtreleyici Hidrofobik, Akrilat/Metakrilat Kopolimer				
Lens Rengi	Sarı				
Optik Çap (mm)	6.0				
Toplam Uzunluk (mm)	13.0				
Haptik Açısı	0°				



Şekil 8: AcrySof Panoptix IQ Torik GİL

10.ASTİGMATİZMA DEĞERİNİN VEKTÖREL ANALİZ HESABI

Gözün refraksiyonu etkileyen tüm cerrahi işlemlerin bu etkisini değerlendirmek adına iyi bir analiz şarttır. Diyoptri değişimleri veya aks değişimleri kendi içinde, izole olarak değerlendirilmemelidir.

Cerrahi işlem sonrası diyoptri aynı kalsa bile aks değişim gösterdiğinde , gözün refraksiyonu değişmiştir. Bu etki basit bir matematik modeli ile hesaplanamamaktadır. ⁹⁴

Alpins ve ark.⁹⁵ astigmatizmayı, büyüklüğü ve yönü olan bir vektör olarak ele almışlardır ve kornea üzerinde gerçekleştirilen gerek ablatif gerek insizyonel cerrahilerin astigmatizma üzerine etkisini⁹⁶ temel olarak iki bölüme ayırmışlardır :(1) hedeflenen aksta düzleştirici etki ve (2) saat yönü veya tersine doğru olabilen tork etkisi(bükme momenti). Vektör analizi yöntemlerini kullanarak astigmatizma analizi yöntemi oluşturmuşlardır.

Bu analiz ile pek çok indeks tanımlanmış olup bu sayede cerrahi yöntemlerin kornea astigmatizma üzerindeki değişiklikleri daha objektif olarak hesaplanabilmiştir.

Bizim çalışmamızda kullandığımız indekslere ait tanımlamalar şu şekildedir:

Hedeflenen uyarılmış astigmatizma değeri (HUA) : Cerrahin uyarmayı amaçladığı astigmatik değişikliktir.

Cerrahi uyarılmış astigmatizma değeri (CUA): Cerrahin gerçekte uyardığı astigmatik değerdir.

-Düzeltilme indeksi (DI): CUA değerinin HUA değerine bölünmesi sonucu elde edilen değer olup hedeflenen ideal sonuç 1.0 dir. 1.0'in üzerindeki değerler düşünülen daha fazla uyarılma anlamına gelirken , 1.0'in altındaki değerler düşünülen değerden daha az bir uyarılma olduğunu gösterir.

-Hatanın boyutu (HB): CUA değeri ile HUA değeri arasındaki aritmetik fark olup pozitif değerler fazla uyarılma, negatif değerler az uyarılma anlamına gelmektedir.

-Hatanın açısı (HA): CUA vektörü ile HUA vektörü arasındaki açı olup pozitif değerler hedeflenen aksa göre saat yönünün tersinde , negatif değerler saat yönünde düzeltme olduğu anlamına gelir.

Fark vektörü (FV): İlk cerrahinin amaçlanan hedefine ulaşmasını sağlayacak uyarılmış astigmatik değişiklik olup tercihen 0 olması istenir.

-Başarı indeksi: FV değerinin HUA değerine bölünmesi ile elde edilir. Tercihen 0 olması istenir.

III.GEREÇ ve YÖNTEM

Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı'nda Kasım 2018- Nisan 2019 tarihleri arasında oftalmolojik muayenelerinde kataraktı ve astigmatizması saptanıp katarakt cerrahisi ile birlikte torik GİL implantasyonu yapılan 67 göz çalışmaya dahil edildi. Çalışma retrospektif olarak yapıldı. Altmışyedi gözün 37'sinde el ile işaretleme tekniği uygulanmış olup bu gözler Grup 1, geri kalan 30 gözde ise verion görüntü rehberliğinde işaretleme tekniği uygulanmış olup bu gözler de Grup 2 şeklinde gruplandırıldı.

Hastalara operasyon öncesinde torik GİL'ler ve operasyon ile ilgili ayrıntılı bilgi verilerek aydınlatılmış onam formları imzalatıldı. Retrospektif dönemde takip süresi en az 1 ay olanlar çalışmaya dahil edildi.

Çalışmaya dahil olma kriterleri:

- Tek veya iki taraflı katarakt gelişmiş olan gözlerde korneal astigmatizma değerinin KUA en az 1 D , KA ve OA en az 0.75 D ve üzerinde olması
- Korneal astigmatizmanın düzenli olması
- .Hastanın yaşının 15-90 arasında olması

Çalışmadan dışlanma kriterleri:

- Düzensiz kornea astigmatizması olanlar
- Daha önceden geçirilmiş kornea cerrahisi olanlar
- Fuchs endotelyal distrofisi olanlar (evre 2 ve üzeri)
- Aktif kuru göz hastalığı olanlar
- Kuru göz hastalığı nedeniyle göz içi lens ölçümü yapılamayanlar
- Yaş tip yaşa bağlı makula dejeneransı olanlar ve ileri evre kuru tip yaşa bağlı makula dejenerası olanlar
- Ağır proliferatif diyabetik retinopatisi olanlar
- Göz içi lens implantasyonuna izin vermeyecek ölçüde lens kapsül desteği zayıf /olmayan hastalar
- Posterior stafilom, göz aksiyel uzunluğu 27 mm'den uzun olan hastalar

Preoperatif Muayene:

İşlem öncesi hastalardan ayrıntılı öykü alındı. Hastaların yaşları, meslekleri öğrenim düzeyleri, şikayetleri, sistemik hastalıkları (diyabet, romatolojik, onkolojik, immün, tiroid, psikiyatrik, alerjik), ilaç kullanımları sorgulandı. Hastalar tam bir oftalmolojik muayeneden geçirildi. Her hastaya aşağıdaki incelemeler yapıldı .

- > Nidek ARK 510-A (NIDEK, Japonya) ile otorefraktometri ve keratometri ölçümü
- > Snellen eşeli ile 6 metreden aynı aydınlatma koşullarında düzeltilmemiş ve düzeltilmiş en iyi uzak görme keskinliği ölçümü
- > Işık refleksi, rölatif afferent pupilla defekti (RAPD) ve renkli görme
- > Biyomikroskopik muayene (dilatasyonsuz ve dilatasyonlu)
- > Goldmann applanasyon tonometrisi ile göz içi basınç ölçümü
- > A-scan ultrason (A-scan Nidek 3000, NIDEK Co., LTD., Japonya) ve lazer interferans biometri (IOL Master ,version V2.02, Carl Zeiss, Almanya) ile biyometrik ölçüm
- > Scheimpflug korneal topografi (Pentacam, Oculus Inc, Lynwood, WA, USA) çekilmesi
- > Verion görüntü rehberliğinde işaretleme yapılacak olan grupta Verion cihazı ile görüntülerin alınması
- > İndirekt oftalmoskop ile fundus bakısı
- > Optik koherans tomografi (Heidelberg Engineering, Heidelberg, Almanya) ile maküla değerlendirilmesi
- > Keratometri ve astigmatizma değerleri arasında fark olduğu, ilk ölçümlerde güvenilir değerlerin elde edilemediği durumlarda ölçümlerin tekrarı için başka bir gün planlanması

Keratometri ölçümü ve kornea topografisi değerlendirmesi, dilatasyonlu muayene ve göziçi basınç ölçümlerinden önce yapıldı. Preoperatif tüm muayeneler 5 doktor tarafından (AY, ATÖ, MK, ZA, EKY) gerçekleştirildi. Postoperatif takip ve muayene tek bir hekim tarafından yapıldı (EKY).

Göz içi Lens Gücünün Hesabı ve Aksının Belirlenmesi :

Her hasta için AcrySof® IQ TGİL (SN6AT2-9) ve AcrySof Panoptix IQ TGİL sferik gücü ; IOL Master cihazı ile yapılan ölçümlerde SRK-T formülü esas alınarak ve emetropi hedeflenerek belirlendi.

Hastaların keratometri değerleri verion cihazı ile olan işaretleme grubunda (Grup 2) 4 cihazdan (verion görüntü rehberleğinde işaretleme cihazı, otorefraktometre, Pentacam ve biyometri cihazı); el ile işaretleme yapılmış olan grupta ise (Grup 1) 3 cihazdan (otorefraktometre, pentacam ve IOL Master) alındı. En az 2 cihazda birbirine yakın keratometrik değerlerin elde edildiği hastalarda ideal keratometri değeri olarak otorefraktometre cihazının keratometri değerleri Barrett formülü için kullanıldı. Dik ve düz aksın belirlenmesinde yine birbirine yakın aks değerlerinin elde edildiği durumlarda (en az 2 cihazda) otorefraktometre çıktısındaki aks verileri kullanıldı. Aksın otorefraktometre değeri ile diğer cihazlar arasında tutarsız olduğu durumlarda aks değeri olarak Pentacam değerleri Barrett formülünde kullanıldı. Preoperatif keratometrik değerler, insizyon yeri, cerrahi uyarılmış astigmatizma miktarı ve GİL'in sferik gücü üretici firmanın önerdiği hesaplayıcı programa girilerek (<https://www.myalcon-torriccalc.com/#/calculator>) en uygun GİL modeli ve eksen yerleşim yeri belirlendi (Şekil 9). Cerrahi uyarılmış astigmatizma değeri olarak

2.4 mm'lik korneal kesi için üretici firma tarafından önerilen 0,15 D değeri girildi.

Ameliyat öncesi el ile işaretleme grubu hastalarında ; preoperatif hasta biyomikroskopta oturur pozisyonda iken, yarıklı lamba ile korneanın 0° ve 180° eksenleri limbus hizasında steril boyalı işaretleyici ile referans noktalar olarak işaretlendi. Hastalar ameliyat masasına alındığında referans noktalar temel alınarak lensin yerleştirileceği aks mendeze işaretleme halkası ile yine steril boyalı işaretleyici ile belirlendi. Cerrahlar alışkın oldukları açıdan ana kesi (90°, 180°, 110°) ve yan kesilerini yaptılar. Ana kesi aksları da mendeze işaretleme halkası ile belirlendi.

Verion işaret grubu hastalarında preoperatif steril boyalı işaretleyici kullanılmadı. Hastalar ameliyat masasına alındıklarında, verileri cerrahi mikroskobuna entegre edilmiş Verion ekranında açılarak ayarlama işlemi sonrası cihazın hasta gözünü tanıması sağlandı. Verion cihazı ameliyat mikroskobunun cerrahi okulerinden ana kesi ve yan kesi açılarını,

hedeflenen kapsüloreksis çapını ve yerini, torik GİL lens hizasını göstermektedir (Şekil 10). Bu rehber görüntüler sayesinde cerrahlar ameliyatlarını gerçekleştirdiler.

Select	Lens	Magnitude	Axis
☐	Non Toric	+6.83 D	10°
☐	SN6AT7	+2.77 D	10°
☐	SN6AT8	+2.24 D	10°
☒	✓SN6AT9	+1.21 D	10°

Recommended lens.

Planned residual refractive astigmatism lens.

Şekil 9:Acrysof online torik hesaplayıcısı ile torik göz içi lens hesaplanması

VERION Digital Marker Planning - DR DOCTOR

Date / Name Eye Birth ID

Doctor Position

Steep Axis: 85°

Implantation Axis: 83°

Implantation Axis changed!

Main Incision: 0°

1 Paracentesis: 120°

2 Paracentesis: 60°

Capsulorhexis: Visual Axis

Centration: Visual Axis

Check Calibration

Cancel OK

Şekil 10 : Örnek bir Verion hasta ekranı

Cerrahi Teknik:

Tüm ameliyatlar 4 cerrah (AY, ATÖ, MK, ZA) tarafından gerçekleştirildi. Preoperatif pupilla dilatasyonu için hastalara %1 siklopentalat, %0.5 tropikamid ve %2.5 fenilefrin damlatıldı. %0.5 proparakain ile topikal anestezi yapıp endoftalmi profilaksisi için %5 povidon iodin damlatılıp en az 3 dakika beklenildi. Hastanın steril cerrahi örtü ile örtülmesini takiben her bir cerrah ana kesi ve yan kesi için kendi alışkın oldukları akstan ana kesilerini gerçekleştirdiler. Önce dispersif, sonra da kohezif viskoelastik madde verilerek “soft-shell“ tekniği ile ön kamara oluşturulduktan sonra kesintisiz kenarlı kapsüloreksisi takiben MVR bıçakla iki adet yan giriş kesisi oluşturuldu. Hidrodiseksiyonu takiben nükleus ,fakoemülsifikasyon probu ile yine cerrahların alışkın oldukları fakoemülsifikasyon tekniği ile parçalanıp aspire edildi. Epinükleus aspire edildikten sonra, bimanüel irrigasyon aspirasyon (İ/A) tekniği ile korteks temizliği yapıldı. Kapsüler kese ve ön kamara kohezif viskoelastik madde ile doldurulduktan sonra Acrsof Torik SN6AT 2-9 GİL'i veya AcrySof Panoptix IQ TGİL (Alcon Laboratuvarları, Fort Worth, Teksas, ABD) Monarch III enjektör sistemi kullanılarak kapsüler kese içine implante edildi. Ameliyat sonrası rotasyonu engellemek adına GİL kapsül içinde bir miktar saat yönünün tersinde bırakıldı. Bimanuel irrigasyon aspirasyon tekniği ile viskoelastik madde temizlenirken GİL saat yönünde döndürülerek hedeflenen eksene doğru getirildi. Tüm viskoelastik materyalin alındığından emin olunduktan sonra GİL bir miktar arka kapsüle itirilerek hedeflenen aksa yerleşen GİL'in arka kapsülle teması sağlandı. Kesi yerlerine stromal hidrasyon yapıp, ön kamaraya 0.1 mg/0,1 ml sefuroksim verilerek operasyon sonlandırıldı.

Operasyon Sonrası Takip:

Hastalara postoperatif dönemde ilk hafta günde altı kez prednizolon asetat %1 ve ofloksasin %0.3 damla verildi. 1. hafta kontrolünde antibiyotikli damla kesildi, steroidli damla ise günde 4 kez olacak şekilde 3 hafta daha kullanılıp daha sonra kesildi. Hastalar postoperatif 1. gün, 1. hafta, 1. ayda görüldü.

Kontrollerde otorefraktokeratometri değerleri , düzeltilmemiş ve en iyi düzeltilmiş görme keskinliği (GK) Snellen eşeliyle ölçüldü ve istatistiksel analiz için logMAR'a dönüştürüldü. Goldman aplanasyon tonometrisi ile göz içi basınçları (GİB) ölçüldü. Biyomikroskopik muayene ile koaksiyel olarak ince bir yarıklı ışık düşürülüp, lens üzerindeki eksen işaretleri ile yarıklı ışık aynı hizaya gelene kadar çevrilerek rotasyon miktarı

belirlendi.Eğer ameliyat sonrası 1.gün otorefraktometri değerinde rotasyon ile uyumlu refraktif değer yok ise dilatasyonlu muayene 1.hafta ve 1.ayda yapıldı.

Cerrahi Uyarılmış Astigmatizmanın Hesaplanması

Cerrahi uyarılmış astigmatizma değerlerinin hesaplanması için hastaların preoperatif keratometri değerleri ile birinci ayda Nidek ARK 510-A (NIDEK, Japonya) ile alınan otorefraktometri ve keratometri değerleri <https://sia-calculator.com/> sitesine girilerek online olarak hesaplandı.(Şekil 11)

Chart Number	Date Of Surgery		Patient Age
	Enter Date		0
Eye	-Select-	Prior Corneal Surgery ☐	Incision Location (degrees) 0-360
Incision Type	-Select-	Incision Size (0.01 to 9.99 mm) 0.01-9.99	
Pre-Op K1	35-50	Pre-Op K2	35-50
Pre-Op A1	0-180	Pre-Op A2	0-180
Post-Op K1	35-50	Post-Op K2	35-50
Post-Op A1	0-180	Post-Op A2	0-180

Şekil 11: Cerrahi uyarılmış astigmatizma değeri hesaplanmasında sia-calculator.com sitesinden alınan örnek tablo (<https://sia-calculator.com/Patient>)

Astigmatizmanın Vektöryel Hesaplanması

Hastaların preoperatif keratometri değerleri ile postoperatif 1.ay keratometri değerleri Egrilmez ve ark. oluşturdukları ‘Astigmatizma analizinde vektöryel analiz programı.’ kullanılarak hesaplandı. Düzeltme indeksi, başarı indeksi, hatanın boyutu ve hatanın açısı değerleri analiz edildi (Şekil 12).

Hesapla

Grafik Ekranı

Grafikteki dioptri aralıklarını seçiniz

☒ 0.5 dioptri

☐ 1 dioptri

☐ 2 dioptri

Kısa Bilgi Alanı: XXXXXXXXXX Grup no: 2 Grup İsmi: verion işaret grubu

Lütfen hastanızın çalışma grubunu seçiniz

☐ Grup 1 manuel işaret

☒ Grup 2 verion işaret grubu

Yeni Kayıt Kayıt Sil Geri İleri

Kayıt no: 4

Basit Çıkarma: -1.58

Cebirsel Hesap: -2.08

Cravy: -2.22

Toplam Kayıt Sayısı: 4

Refraksiyon Verileri

Preoperatif Refraksiyon

Sferik	Silindirik	Aks	Verteks Mesafesi (mm)
-4.75	+2	100	12

Postoperatif Refraksiyon

Sferik	Silindirik	Aks	Verteks Mesafesi (mm)
0	-0.25	119	12

Hedeflenen Refraktif Düzeltme

Sferik	Silindirik	Aks	Verteks Mesafesi (mm)
-0.25	+3	112	0

Cerrahi Girişim Kadranı: 110

Kornea Planında Refraksiyon

Preoperatif Refraksiyon

Sferik	Silindirik	Aks
-4.49	1.83	100

Postoperatif Refraksiyon

Sferik	Silindirik	Aks
0.00	-0.25	119

Cerrahiyle İndüklenmiş Refraksiyon

Sferik	Silindirik	Aks
2.44	2.03	12

Hedef İndüklenmiş Refraksiyon

Sferik	Silindirik	Aks
-2.75	3.00	22

Refraktif Sapma

Sferik	Silindirik	Aks
-5.34	1.28	38

Astigmatizma Bileşenleri

İndüklenmiş Astigmatizma

2.03 x 12

Astigmatik Dekompozisyon

Kurala Uygun Bileşen:	0.09
Kurala Aykırı Bileşen:	1.94
Yaraya Uygun Bileşen:	0.04
Yaraya Aykırı Bileşen:	2.00

Alpins İndeksleri

Hedef İndüklenmiş Astigmatizma (HIA): 3.00 Ax 22

Cerrahi İndüklenmiş Astigmatizma (CIA): 2.03 Ax 12

Fark Vektörü (FV=HIA-CIA): 0.00 Ax 0

Açı Hatası: -10

Boyut Hatası: -0.97

Düzeltilme Katsayısı (HIA/CIA): 0.68

Başarı İndeksi (FV/HIA): 0.00

Düzeltilme Etkisi (DE): 1.91

Düzeltilme İndeksi (DE/HIA): 0.64

Polar Değerler

	90 Derece	135 Derece
Preop:	1.72	-0.63
Postop:	-0.13	0.21
Fark:	-1.85	0.84

Şekil 12:Egrilmez ve ark.ait vektöryel analiz programı örnek veri girişi

IV.İSTATİKSEL ANALİZ

Elde edilen veriler IBM SPSS Statistics Base 22.0 programı kullanılarak değerlendirildi. Tanımlayıcı analiz için ortalama, standart sapma ve yüzde değerleri kullanıldı.

Görme keskinlikleri logMAR eşdeğerlerine dönüştürülerek işleme alındı (Şekil 13). Hastaların preoperatif dönem ile postoperatif dönemdeki düzeltilmemiş görme keskinliği (DGK) ve en iyi düzeltilmiş görme keskinliği (EİDGK) ile preoperatif ve postoperatif korneal astigmatizma değerleri ‘Bağımlı iki örneklem t testi’ ile kıyaslandı. Verilerin non-parametrik olması durumunda non-parametrik testler uygulandı.

Grup 1 ve 2 arasındaki GİL rotasyon miktarlarının kıyaslanmasında ‘Bağımsız iki grup arası farkların t testi’ kullanıldı. Ancak verilerin non-parametrik olması durumunda non-parametrik testler uygulandı. Korelasyon analizinde verilerin dağılımı normal ise Pearson korelasyon analizi yapılırken dağılımın normal olmadığı durumda Spearman analizi uygulandı. İki değişken arasındaki ilişkinin değerlendirilmesinde Ki Kare testi uygulandı. İstatistiksel anlamlılık alfa yanılma düzeyi 0.05’in altında anlamlı ($CI: \%95$, $p < 0.05$) olarak kabul edildi.

ETDRS Standart Sıra Numarası	Kalitatif Ölçümler	Ondalık	Snellen Oranı	LogMAR	Rezolüsyon Açısı	Uzaysal Frekans Devir / Derece
-3		2,00	20/10	-0,30	0,5	60,00
-2		1,60	20/12,5	-0,20	0,625	48,00
-1		1,25	20/16	-0,10	0,8	37,50
0		1,00	20/20	0,00	1	30,00
		0,90		0,05		27,00
1		0,80	20/25	0,10	1,25	24,00
		0,70		0,15		21,00
2		0,63	20/32	0,20	1,6	18,75
		0,60		0,22		18,00
3		0,50	20/40	0,30	2	15,00
4		0,40	20/50	0,40	2,5	12,00
		0,30		0,52		9,00
5		0,32	20/63	0,50	3,15	9,52
6		0,25	20/80	0,60	4	7,50
7		0,20	20/100	0,70	5	6,00
8		0,16	20/125	0,80	6,25	4,80
9		0,13	20/160	0,90	8	3,75
10	6 mps	0,10	20/200	1,00	10	3,00
11	5 mps	0,08	20/250	1,10	12,5	2,40
12	4 mps	0,06	20/320	1,20	16	1,88
13	3 mps	0,05	20/400	1,30	20	1,50
14		0,04	20/500	1,40	25	1,20
15	2 mps	0,03	20/640	1,51	32	0,94
16		0,025	20/800	1,60	40	0,75
17		0,020	20/1000	1,70	50	0,60
18	1 mps	0,016	20/1250	1,80	62,5	0,48
21	50 cm PS	0,008	20/2500	2,10	125	0,24
31	50 cm EH	0,0008	20/25000	3,10	1250	0,02

Şekil 13: Dönüşüm tablosu

V.BULGULAR

Çalışmaya 45 hastanın 67 gözü dahil edildi. Gözlerin 37'si Grup 1'e (el ile işaretleme yapılan grup), 30'u Grup 2'ye (Verion görüntü rehberliğinde işaretleme yapılan grup) ait idi. Grup 1'de 12 hastaya , Grup 2 de 9 hastaya bilateral katarakt cerrahisi yapılmış idi . Sekiz hastaya multifokal torik lens takılmış idi. Multifokal torik göz içi lens takılan hastaların 5'i Grup 1 , 3'ü Grup 2 ye ait idi.

Yaş ortalaması Grup 1'de 61.78 ± 13 , Grup 2'de yaş ortalaması 65.56 ± 10 idi.Kurala uygun astigmatlı gözlerin yaş ortalaması 60.96 ± 15 (15-79) iken kurala aykırı astigmatizmalı gözlerde yaş ortalaması 66.08 ± 6.9 (52-76) olup yaş ortalaması açısından fark anlamlı saptanmadı. Ancak bu veri yaş ile birlikte kurala uygun astigmatizmadan kurala aykırı astigmatizmaya doğru olan refraktif değişikliklerle uyumlu görünmektedir. Oblik astigmatizmalı gözlerin yaş ortalaması ise 57.80 ± 13 (34 - 68) idi. Grupların genel özellikleri tablo 9'da mevcuttur.

Preoperatif dönemde hastaların aksiyel uzunluk değerleri, ÖKD, korneal astigmatizma değerleri ve en iyi düzeltilmiş görme keskinliği değerleri arasında iki grup arasında anlamlı farklılık saptanmadı. Preoperatif düzeltilmemiş görme keskinliği ve total astigmatizma değerleri Grup 1'de daha düşük saptandı.

Ortalama arka korneal astigmatizma (AKA) değeri Grup 1'de ort. $0.32 \text{ D} \pm 0.22 \text{ D}$ (0 D- 0.7 D) , Grup 2'de ort. $0.3 \text{ D} \pm 0.25 \text{ D}$ (0 D- 1 D) idi. Tüm grupta AKA değeri (Grup 1 ve 2) ortalama $0.31 \text{ D} \pm 0.23 \text{ D}$ (0 D - 1 D) olup iki grup arasında ortalama AKA değerleri arasında fark saptanmadı . Ortalama AKA aks derecesi Grup 1'de $94.71^\circ \pm 31.03^\circ$ ($21^\circ - 179^\circ$) , Grup 2'de $88.45^\circ \pm 37.52^\circ$ ($20^\circ - 179^\circ$) olup Grup 2'de AKA aksı değeri fizyolojik astigmatizma aksına Grup 1'e kıyasla daha yakın idi ($p:0,06$). Hastaların preoperatif genel özellikleri tablo 10'da mevcuttur.

Preoperatif arka kornea astigmatizma, kornea astigmatizma ve total astigmatizma değerleri arasında pozitif yönlü yüksek oranda korelasyon saptandı. Aksiyel uzunluk değerleri ile ön kamara derinliği arasında pozitif yönlü zayıf korelasyon saptandı. Yaş ile ön kamara derinliği arasında negatif yönlü zayıf korelasyon saptanırken aksiyel uzunluk ve yaş arasında korelasyon saptanmadı.

Tablo 9:Grupların genel özellikleri

Hastaların demografik verileri			
Özellikler	Grup 1	Grup 2	P değeri
Ortalama yaş±SD	61.78±13	65.56±10	---
Aralık	15-76	34-79	
Göz sayısı(n)	37	30	
Kadın	27	18	---
Erkek	10	12	
Yön(n)			
Sağ	16	13	---
Sol	21	17	
Astigmatizma açısı(n)			
Kurala uygun(KU)	15	11	---
Kurala aykırı(KA)	19	17	
Oblikastigmatizma (OA)	3	2	
Lensin alt tipi(n)			
Torik monofokal	27	25	----
Multifokal torik	10	5	
Torik göz içi lens alt tipi(n)			
SN6AT2			
SN6AT3	7	2	
SN6AT4	6	4	
SN6AT5	7	6	
SN6AT6	2	7	
SN6AT8	3	3	
SN6AT9	1	0	----
TFNT30	1	3	
TFNT40	1	1	
TFNT50	5	3	
TFNT60	4	0	
	0	1	

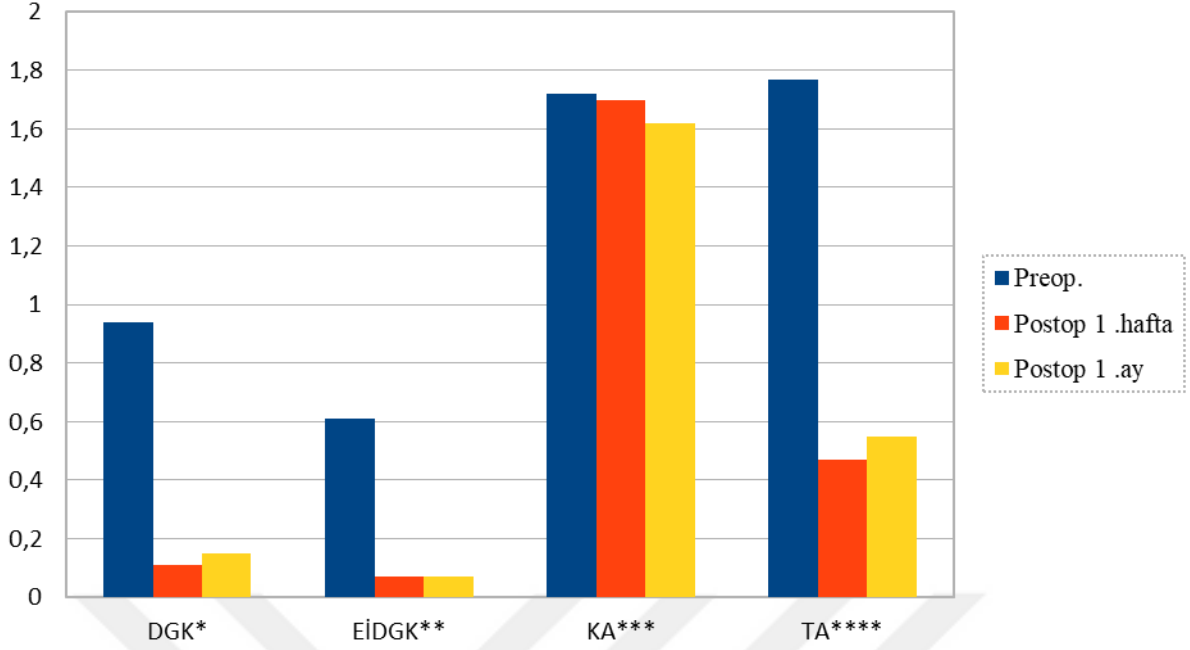
p değeri :---; değişkenler arasında anlamlı farklılık yok

Tablo 10 :Preoperatif döneme ait bulgular

Hastaların Preoperatif özellikleri					
El ile işaretleme yapılan grup (Grup 1)			Verion görüntü rehberlikli işaret grubu(Grup 2)		P değeri
Ortalama($\pm$SD)		Minimum-Maksimum	Ortalama($\pm$SD)	Minimum-Maksimum	
AU''(mm)	23,23 $\pm$ 1,13	21,57-25,53	23,64 $\pm$ 1,07	21,75-26,28	----
DGK*	0,94 $\pm$ 1,07	0,15-7,00	0,59 $\pm$ 0,31	0,2-1,3	0,015
EİDGK**	0,61 $\pm$ 0,30	0,15-1,50	0,48 $\pm$ 0,21	0,2-1,00	----
KA***	1,72 $\pm$ 0,88	0,75-4,75	1.98 $\pm$ 1,19	0,75-6,0	----
TA***	1,77 $\pm$ 1,37	0,00-6,50	2,68 $\pm$ 2,13	0,75-10,00	0,028
AKA¶	0,32 $\pm$ 0,22	0,00-0,70	0,3 D $\pm$ 0.25	0,00-1,0	----
AKA aksı*	94.71° $\pm$ 31.03	21°-179°	88.45° $\pm$ 37.52°	20°-179°	0,06
ÖKD'	3,12 $\pm$ 0,41	2,16-4,05	2,90 $\pm$ 0,60	1,75-3,89	----

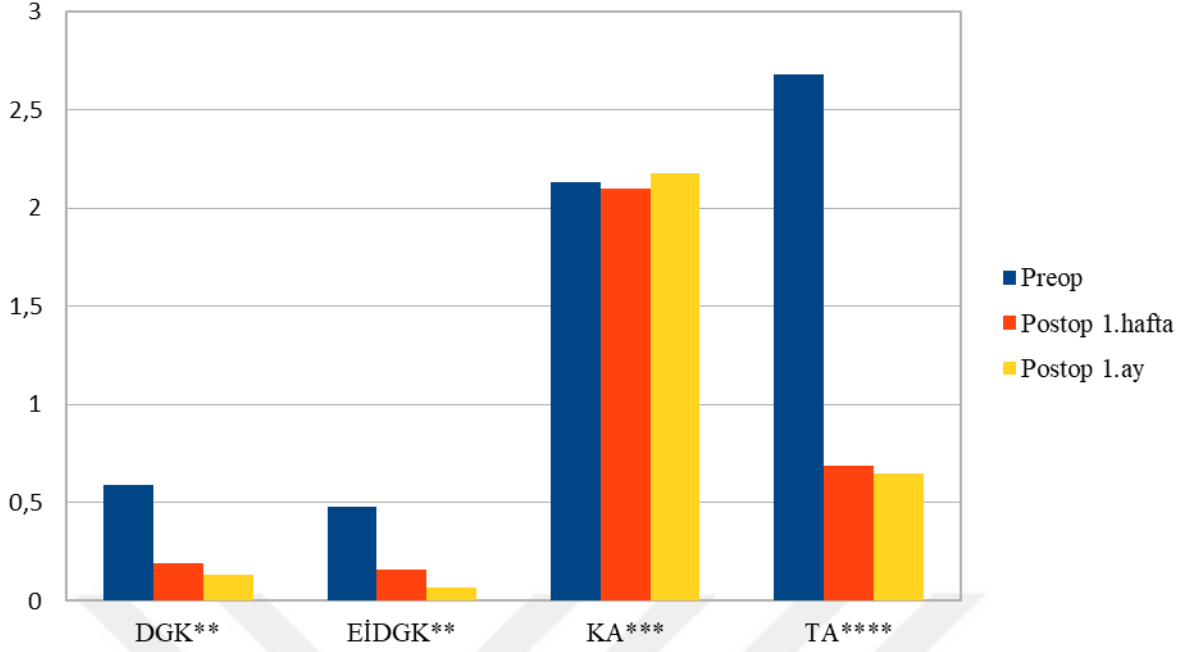
" Aksiyel uzunluk, * DGK;düzeltilmemiş görme keskinliği(LogMar) ,** EİDGK :En iyi düzeltilmiş görme keskinliği (LogMaR) ,***TA: Total astigmatizma değeri(diyoptri), ***KA: Keratometrik korneal astigmatizma(diyoptri) , ¶AKA:arka korneal astigmatizma (diyoptri), * AKA aksı: Arka kornea astigmatizma aksı (derece) 'ÖKD: Ön kamara derinliği(mm)

Grup 1'de postoperatif 1. hafta ve 1.ayda düzeltilmemiş ve en iyi düzeltilmiş görme keskinliği değerlerinde preoperatif dönemdeki görme keskinliği değerlerine göre istatistiksel olarak anlamlı artış oldu ($p:0,000$). Ancak postoperatif 1.hafta ve 1.ay görme keskinlikleri arasında fark yok idi. Kornea astigmatizma değerleri preoperatif döneme göre anlamlı değişiklik göstermez iken total astigmatizma değerinde preoperatif döneme kıyasla hem 1.haftada hem 1.ayda anlamlı azalma saptandı ($p:0,000$) . Postoperatif 1.ayda 1.haftaya göre total astigmatizma değerinde artış bulundu ($p:0,04$). (Grafik 1)



Grafik 1 : Grup 1’de (el ile işaretleme grubu) postoperatif değerlerin preoperatif dönem ile kıyaslanması) *DGK: düzeltilmemiş görme keskinliği, **EİDGK: en iyi düzeltilmiş görme keskinliği, ***KA: Korneal astigmatizma ,****TA: total astigmatizma

Grup 2’de postoperatif 1.hafta ve 1.ayda düzeltilmemiş ve en iyi düzeltilmiş görme keskinliği değerlerinde preoperatif dönemdeki görme keskinliği değerlerine göre istatistiksel olarak anlamlı artış var idi ($p:0,000$). Ayrıca postoperatif 1.ayda 1.haftaya göre daha yüksek en iyi düzeltilmiş görme keskinliği değerleri mevcut idi ve bu fark anlamlı idi ($p:0,01$). Korneal astigmatizma değerleri preoperatif döneme göre anlamlı değişiklik göstermez iken total astigmatizma değerinde preoperatif döneme kıyasla hem 1.haftada hem 1.ayda anlamlı azalma saptandı ($p:0.000$). Postoperatif 1.hafta ile 1.ay arasında total astigmatizma değerinde anlamlı fark saptanmadı (Grafik 2).



Grafik 2: Grup 2’de (verion dijital işaretleme grubu) postoperatif değerlerin preoperatif dönem ile kıyaslanması) *DGK: düzeltilmemiş görme keskinliği, **EİDGK: en iyi düzeltilmiş görme keskinliği, ***KA: Korneal astigmatizma, ****TA: total astigmatizma

Postoperatif göz içi basıncı değerleri Grup 1’de ort. $14.18 \pm 3,6$ (7-26) mmHg iken Grup 2’de ort. $14.9 \pm 2,6$ (10-20) mmHg olarak saptandı. İki hastaya postoperatif dönemde topikal antiglokomatöz başlandı. Bir hastada postoperatif 3.ayda topikal tedavi kesildi. İki grup arasında göz içi basıncı değerleri arasında fark saptanmadı.

Postoperatif dönemde iki grup arasında 1.haftada düzeltilmemiş görme keskinliği değerleri arasında fark mevcut iken ($p:0,034$) bu fark 1.ayda saptanmamıştır. En iyi düzeltilmiş görme keskinliği değerleri arasında iki grup arasında fark saptanmadı.

Postoperatif dönemde iki grup arasında 1.ayda kornea astigmatizma değeri 1.grupta daha düşük iken ($p:0,03$) total astigmatizma değerleri arasında iki grup arasında fark saptanmadı (Tablo 11). 1. aydaki total astigmatizma değeri ile Barrett torik GİL formülünde hesaplanan hedef total astigmatizma değeri arasındaki fark Grup 1’de ort. $0.41 D \pm 0.31 D$ ($-0.1 - 1.26$), Grup 2’de ort. $0.50 D \pm 0.40 D$ ($0 - 1.75$) olup iki grup arasında anlamlı fark saptanmadı.

Postoperatif dönemde 0.5 D ve altında total astigmatizması olan göz sayısı toplamda 43 olup bunların 26’sı Grup 1’de, 17’si Grup 2’de idi. Grup 1 ve 2 arasında anlamlı farklılık yok idi.

Postoperatif rezidüel total astigmatizma miktarı ile preoperatif kornea astigmatizma ,total astigmatizma ve arka kornea astigmatizma değerleri arasında pozitif yönlü zayıf korelasyon iki grupta da saptandı.

Tablo 11: Postoperatif ilk gün,1.hafta ve 1.aylarda iki grubun kıyaslanması

Postoperatif muayene bulguları		Grup 1	Grup 2	p değeri
		ort.±SD (min-maks)		
DGK*	1.hafta	0,11±0,14(0,0-0,52)	0,19±0,18(0,0-0,7)	0,034
	1.ay	0,15±0,23(0,0-0,8)	0,13±0,12(0,0-0,4)	---
EİDGK**	1.hafta	0,074±0,11(0,0-0,52)	0,16±0,23(0,0-1,0)	---
	1.ay	0,073±0,17(0,0-0,80)	0,07±0,09(0,0-0,3)	---
KA***	1.gün	1,74±0,9(0,75-4,75)	2,16±1,33(0,75-5,50)	---
	1.hafta	1,70±1,0(0,25-4,75)	2,10±1,30(0,75-6,0)	---
	1.ay	1,62±1,07(0,25-5,00)	2,18±1,33(0,5-5,75)	0,03
TA****	1.gün	0,54±0,36(0-1,5)	0,67±0,41(0-1,5)	---
	1.hafta	0,47±0,31(0-1,25)	0,69±0,49(0,25-2,25)	---
	1.ay	0,55±0,36(0,1,5)	0,65±0,43(0,25-2,00)	---

DGK*:düzeltilmemiş görme keskinliği LogMar ,EİDGK**:.en iyi düzeltilmiş görme keskinliği LogMar , KA***:Korneal astigmatizma ,diyoptri, TA****:Total astigmatizma ,diyoptri

Grup 1’de GİL’in hedef aksı ort. $88.29^{\circ} \pm 61^{\circ}$, Grup 2’de ise ort. $67.86^{\circ} \pm 60.52^{\circ}$ olup arasında anlamlı fark saptanmamıştır. Her iki grupta da Barrett formülü ile belirlenmiş hedef lens aksı ile 1. hafta ve 1. ayda tespit edilen mevcut göz içi torik lensin hizaları arasında anlamlı farklılık saptanmadı. Göz içi lensin rotasyonu 1.ayda Grup 1’de $4.75^{\circ} \pm 4.4^{\circ}(0^{\circ} - 17^{\circ})$ iken Grup 2’de 1.ayda $3.4^{\circ} \pm 3.6^{\circ}(0^{\circ}-18^{\circ})$ idi. Göz içi lens rotasyonu miktarında da iki grup arasında anlamlı farklılık yok idi.

Gözler astigmatizma derecesinin büyüklüğüne göre iki gruba ayrıldığında (T 2- 5 ile TFNT 30-40 arası düşük dereceli astigmatizmalı göz , T6-9 ve TFNT 50-60 arası yüksek dereceli astigmatizmalı göz) Grup 2’de yüksek dereceli astigmatizmalı gözlerde daha düşük oranda rotasyon gözlenmiştir. Ancak istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Postoperatif 1.ayda 40 gözde GİL saat yönünün tersine , 19 gözde saat yönünde rotasyon var iken 8 gözde rotasyon yok idi. Grup 1 ve 2 arasında rotasyon yönleri açısından anlamlı farklılık yok idi.

Grup 1’de KU astigmatizmalı gözlerde GİL sapma derecesi ort. $3.06^{\circ} \pm 2.93^{\circ}$ ($0^{\circ}-11^{\circ}$) , KA astigmatizmalı gözlerde ort. $6.26^{\circ} \pm 4.96^{\circ}$ ($2^{\circ}-17^{\circ}$) , OA gözlerde ort. $3.66^{\circ} \pm 4.72^{\circ}$ ($0^{\circ}-9^{\circ}$) olup aralarındaki fark anlamlı değil idi.

Grup 2’de KU astigmatizmalı gözlerde GİL sapma derecesi ort. $3.45^{\circ} \pm 2.42^{\circ}(0^{\circ}-8^{\circ})$, KA astigmatizmalı gözlerde ort. $2.52^{\circ} \pm 2.5^{\circ}(0^{\circ}-9^{\circ})$, OA gözlerde ort. $10.5^{\circ} \pm 10.6^{\circ}$ ($3^{\circ}-18^{\circ}$) olup aralarındaki fark anlamlı değil idi.

Grup 1 ve 2 arasında GİL sapma derecesi açısından KU astigmatizmalı gözler arasında anlamlı fark yok iken, KA astigmatizmalı gözlerde sapma derecesi Grup 2’de istatistiksel olarak daha düşük bulunmuştur ($p: 0.003$).

Torik GİL’in her 10° lik rotasyonunda, torisite gücünde yaklaşık %30 azalma olduğu bilinmektedir. Grup 1’de 10° ve üzerinde rotasyon olan göz sayısı 6 olup bu gözlerin ort. sapma derecesi $13.16^\circ \pm 2.78^\circ$ (10° - 17°) idi. Bu sayı Grup 2’de 1 göz idi (18°).

Cerrahi uyarılan astigmatizma (CUA) değeri iki grubun toplamında ortalama $0,65 \pm 0,52$ (0.07 - 2.7) olup bu değer lens üreticisinin bize önermiş olduğu cerrahi uyarılmış astigmatizma 0.15 D değerinden istatistiksel olarak anlamlı oranda farklı saptandı ($p:0.00$). Grup 1 ve 2 arasında CUA değerleri açısından anlamlı farklılık saptanmadı.

Ana kesi aksının 0° ve 180° ‘de (horizontal aks) olduğu gözlerde postoperatif 1.aydaki kornea astigmatizması değeri ana kesinin 90° de (dik aks) olduğu gözlere göre daha düşük iken ($p:0,003$) , total astigmatizma değerleri açısından fark saptanmadı. Ana kesinin horizontal aksta olduğu gözlerde ana kesinin 110° de olduğu gözlere göre 1.ayda hem total astigmatizma değeri hem de kornea astigmatizma değeri daha düşük idi.(sırayla $p:0,013$, $p:0,044$). Ana kesinin dik aksta ve 110° de olduğu gözler arasında 1.ayda kornea astigmatizma değeri ve total astigmatizma değeri arasında fark saptanmadı.

Cerrahi uyarılmış astigmatizma değeri ana kesinin horizontal aksta olduğu gözlerde ve 110° ‘de olduğu gözlerde ,ana kesinin dik aksta olduğu gözlere göre sınırda daha düşük idi (sırayla $p: 0,056$, $p: 0,044$) . Cerrahi uyarılmış astigmatizma değeri ana kesinin horizontal aksta olduğu gözler ile 110° de olan gözler arasında ise farklı değildi.

Postoperatif birinci ay sferik ekivalan değerleri Grup 1’de $-0.14 \text{ D} \pm 0.46 \text{ D}$ ($-0.87 \text{ D} - +1.00 \text{ D}$) iken Grup 2’de $-0.24 \text{ D} \pm 0.41 \text{ D}$ ($-1.0 \text{ D} - +0.5 \text{ D}$) idi ve iki grup arasında istatistiksel anlamlı farklılık saptanmadı.

Astigmatizmanın vektöryel analizinin Dr. Sait ve ark.’nın oluşturmuş oldukları vektör analiz programı aracılığıyla yapılan değerlendirmesinde iki grup arasında düzeltme indeksi, hata boyutunda ve hata açısında fark bulunmazken başarı indeksi değerleri Grup 2’de anlamlı olarak daha düşük bulundu ($p:0,002$). (Tablo 12)

Postoperatif 1.ayda 40 gözde GİL saat yönünün tersine , 19 gözde saat yönünde rotasyon var iken 8 gözde rotasyon yok idi. Hatanın açısı değerinin pozitif olması da saat yönünün tersine olan vektörel düzeltme anlamına gelmekte olup bu durumun GİL rotasyonu ile ilişkili olabileceğini düşünmekteyiz .

Grup 1 ve 2’nin toplamında hata boyutu değeri ile postoperatif 1.aydaki kornea astigmatizması ve refraktif astigmatizma değeri arasında negatif yönlü zayıf korelasyon

bulundu (sırayla $p:0.00$, $p:0.035$). Grup 1 ve 2 ayrı olarak değerlendirildiğinde bu korelasyon Grup 1’de sadece kornea astigmatizması değeri ile negatif yönlü olarak mevcut idi. ($p:0.00$) Grup 2’de ise hata boyutu değeri ile hem kornea astigmatizma değeri hem de refraktif astigmatizma değeri arasında negatif yönlü zayıf korelasyon var idi. (sırayla $p: 0.015$, 0.04)

Grup 1 ve 2’nin toplamında düzeltme indeksi değeri ile postoperatif 1.ay kornea astigmatizma değeri arasında negatif yönlü zayıf korelasyon saptandı.($p:0.014$) Alt grup analizinde ise bu korelasyon görülmedi.

Postoperatif dönemde Grup 1’de 9 hasta, Grup 2’de 6 hasta ,toplamda 15 hasta uzak gözlük talebinde bulundu. İki grup arasında gözlük talebi açısından fark saptanmadı. Gözlük talep eden hastaların preoperatif dönemde total astigmatizma değeri ort. $3.25 D \pm 2.48 D$ olup bu değer uzak gözlük talebi olmayan grubun ort. $1.87 D \pm 1.44 D$ değerinden daha yüksek idi. Ayrıca gözlük talep eden grup ile etmeyen grup arasında postoperatif 1. aydaki sferik ekivalan değerleri arasında fark yok iken, postoperatif 1.aydaki total (refraktif) astigmatizma değeri gözlük verilen grupta daha yüksek idi (sırayla ort. $0.96 D \pm 0.47 D$, $0.49 D \pm 0.3$). Bu durumun, astigmatizmanın görme fonksiyonu üzerindeki ciddi etkisi kanıtlar nitelikte olduğunu düşünmekteyiz.

Çalışmamızda GİL’in 10° ve üzerinde rotasyonunun olduğu göz sayısı 7 olup bu grubun postoperatif 1. ayda ort. sferik ekivalan değeri $-0.14 D \pm 0.37 D$ idi. Postoperatif 1. ayda total astigmatizma değeri ise ort. $0.75 D \pm 0.43$ idi. Bu gruptaki rezidüel değerlerin düşük olmasından dolayı ve hastaların aktif şikayetlerinin olmaması nedeniyle hiçbir gözde göz içi lensi düzeltici ikincil işleme, revizyona gerek duyulmadı.

Tablo 12: Grupların postoperatif dönemde kıyaslanması.

Postoperatif değerler		Grup 1	Grup 2	p değeri
		Ort. $\pm$ SD (min-max)	Ort. $\pm$ SD (min-max)	
Hedeflenen akstan sapma miktarı ⁽⁰⁾		4,75 $\pm$ 4,4(0-17)	3,4 $\pm$ 3,6(0-18)	---
Vektörel analiz	CUA	0,69 $\pm$ 0,56(0,1-2,7)	0,61 $\pm$ 0,47(0,07-2,2)	---
	Dİ	0,64 $\pm$ 0,35(0,06-1,4)	0,71 $\pm$ 0,39(0,05-1,6)	---
	Bİ	0,83 $\pm$ 0,84(0-4,1)	0,37 $\pm$ 0,55(0-1,3)	0,002
	HB	-0,78 $\pm$ 0,91(-4,5,0,4)	-0,88 $\pm$ 1,34(-5,1, 0,8)	---
	HA	1,74 $\pm$ 34(-76,76)	6,7 $\pm$ 28(-62,77)	---
Sferik ekivalan	1.hafta	-0,11 $\pm$ 0,44(-1,0 ,1,0)	-0,1 $\pm$ 0,59(-0,8, 2,0)	---
	1.ay	-0,14 $\pm$ 0,46(-0,87,1,0)	-0,24 $\pm$ 0,41(-1,00, 0,5)	---

CUA: Cerrahi uyarılmış astigmatizma, Dİ: düzeltme indeksi, Bİ: başarı indeksi, HB: hatanın boyutu,

HA: hatanın açısı

VI.TARTIŞMA

Bilindiği üzere katarakt cerrahisi planlanan hastaların yaklaşık % 20 ile 30'unda 1.25 D ve üzerinde kornea astigmatizma değeri mevcuttur.⁹⁷ Villegas ve ark.⁹⁸ yaptığı bir çalışmada 0.50 D değerinden düşük korneal astigmatizma değerlerinin düzeltilmesinin katarakt cerrahisi sonrası postoperatif görme keskinliği üzerinde anlamlı bir etkisi olmaz iken 0.75 D'den yüksek korneal astigmatizmalı gözlerde ise torik göz içi lens uygulanması ile monofokal göz içi lenslere göre daha iyi görsel sonuçların sağlandığı göstermiştir. Bizim de çalışmamızda kornea astigmatizma değeri KA astigmatizma ve OA olan gözlerde 0.75D ve üzeri , KU astigmatizması olan gözlerde ise 1.0 D ve üzeri olan durumlarda torik göz içi lens uygulaması yapılmıştır.

Torik göz içi lenslerin postoperatif dönemdeki astigmatizmayı düşürücü etkisi ve başarısı, yerleştirilen göz içi lens aksının hedeflenen aksa paralellik derecesiyle doğru orantılıdır. Torik göz içi lensin hedeflenen akstan sapması durumunda yeni rezidüel silindirik değer : $R = 2C \sin[a]$ formülü ile hesaplanmaktadır. Burada R : rezidüel değeri, C göz içi lensin astigmatik diyoptri gücünü, $[a]$ ise sapma derecesini göstermektedir. Bu formüle göre hedeflenen akstan her 1^0 lik olan rotasyon torik göz içi lensin düzeltici diyoptri gücünde yaklaşık %3-3.5 oranında bir azalmaya neden olup 30^0 lik bir rotasyon ile düzeltici etki %100 oranında azalmaktadır.⁹⁹ Preoperatif dönemde etkin bir işaretleme yöntemi postoperatif başarı üzerinde bu nedenle önem arz etmektedir.Torik göz içi lenslerde rotasyon en sık postoperatif ilk bir saat içerisinde olmaktadır.¹⁰⁰

Göz içi lensin modeline bağlı olarak değişmekle beraber genel olarak 10^0 'den fazla rotasyon torik göz içi lenslerde nadirdir. 10^0 'den az rotasyon düşük astigmatizma diyoptrisi olan torik göz içi lenslerde yaklaşık 0.5 D'den daha az rezidüel astigmatizmaya neden olur.¹⁰¹ Ancak bu durum yüksek astigmatizmalı gözlerde daha yüksek rezidüel astigmatizmaya neden olabilmektedir. Preoperatif dönemde işaretleme metodlarını efektif ve doğru kullanmak etkili bir astigmatizma düzeltilmesi yapabilmek adına şarttır. Bunu sağlamak adına gerek el ile gerek otomatize pek çok sistem mevcuttur.

Bu metodların arasında el ile işaretleme yöntemi geçerliliğini hala korumaktadır.⁹⁴ El ile işaretlemede başarı horizontal işaretlemelerin (0-180 derece) gerçek horizontal aksa yakınlığı ve hatta horizontal aksın tam üzerinde olması ile ilişkili olup vertikal doğrultudaki sapmaları engellemek adına Mendez halkası ile doğrulamanın sağlanması önerilmektedir. 4 farklı el ile işaretleme yöntemini (yarık lamba,tonometre,sarkaç ve hava kabarcıklı işaretleme)

kıyaslayan Popp ve ark.¹⁰³ pendüler işaretleme yönteminin diğer el ile işaretleme tekniklerine göre daha başarılı bulmuşlardır. Visser ve ark.¹⁰⁴ 3 adımlı el ile işaretleme metodu ile yaklaşık olarak ortalama 5^0 hizalama hatası saptanmışlardır. Bizim çalışmamızda da manual işaretleme metodu olarak 3 adımlı metod uygulanmış olup ortalama hizalama hatası $4.8^0 \pm 4.45^0$ olup literatür ile uyumludur. Ma ve ark.⁵ tek adımlı işaretleme yöntemini tanımlamışlar ve yarı ışığa entegre edilebilen mercek yardımıyla yerleştirilecek olan göz içi lensin aksı işaretlenmiştir. Bu yöntemle intraoperatif bir işaretlemeye gerek duyulmadan lens yerleştirilebilmiş olup postoperatif dönemde başarılı sonuçlar elde edilebilmiştir. Osher ve ark.⁸⁸ irisin detaylı fotoğrafının çekilip istenilen aksa uygun olan meridyenin çizilerek belirtildiği çıktının alındığı metod ile irisin katakteristik yapısal özelliklerinden faydalanmışlardır. Cha ve ark.¹⁰⁵ referans işaretleme, göz haritalandırma yöntemi ve yarı lamba ile işaretleme yöntemini kıyaslamış ve haritalandırma yöntemi ile hizalama hatası ortalama $2.3^0 \pm 1.1^0$ hesaplamışlardır. Bu sapma miktarı diğer iki konvansiyonel işaretleme yöntemine göre istatistiksel olarak anlamlı oranda daha düşük saptanmıştır. Montes de Oca ve ark.¹⁰⁶ elle saat 3 ve 9 yönlerinin işaretlenmesi sonrası femtosaniye laser ile preoperatif dönemde hedeflenen aksa stromal işaretleme yapılmış ve bu yöntem 3 boyutlu bilgisayar rehberlikli görüntü sistemi ile kıyaslanmıştır. Sırayla dijital grup ve el ile işaretleme grubunda hizalama sapmasını $3.0^0 \pm 2.5^0$ ile $2.9^0 \pm 2.2^0$ bulmuş olup iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptamamışlardır. Bu çalışmalar tablo 13'te özetlenmiştir.

Nitekim işaretlemede kullanılan boyaların gözyaşı ile dağılması, işaretlerin kaybolması, kalın uçlu kalemler ile ince ayarlı işaretlemelerin yapılamaması el ile işaretlemenin zorlukları arasında yer almaktadır. El ile işaretlemede başarı oranı cerrahın deneyimi ve işaretleme yeteneği ile de ilişkilendirilmiştir.^{102 -103 ,107}

Cerrahın en iyi çabasına rağmen işaretleme esnasında rotasyon tamamen ortadan kaldırılamayabilir, Bell fenomeni etkisi ile işaretleme esas horizontal aksa paralel olarak vertikal hizada yer değiştirebilir.⁷⁸ Bu gibi durumlar görüntü rehberlikli dijital işaretleme yöntemleri ile engellenmeye çalışılmaktadır.

Tablo 13: Farklı işaretleme metodlarını kıyaslanması¹⁰²

Çalışma ismi	İşaretleme Yöntemi	Göz sayısı, toplam (n)	Ort. GİL sapma derecesi
Visser ve ark. ¹⁰⁴	Hava kabarcıklı işaretleyici	40	4.9 ± 2.1
Popp ve ark. ¹⁰³	Yarıklı ışık	60	2.3 ± 1.8
	Pendulum		1.8 ± 2.2
	Hava kabarcıklı işaretleyici		2.9 ± 1.9
	Tonometre		4.7 ± 2.9
Carey ve ark. ¹⁰⁵	Yarıklı ışık	51	2.6 ± 2.8
	Kornea analizi		2.7 ± 2.0
Montes de Oca ve ark. ¹⁰⁶	Referans işaretleme	26	2.9 ± 2.2
	3D görüntüleme		3.0 ± 2.5
Webers ve ark. ¹⁰²	Referans işaretleme	36	2.8 ± 1.8
	Verion dijital işaretleme		1.3 ± 1.6

Varsits ve ark.⁷ torik lens hizalamasında Callisto (Carl Zeiss Meditec AG) dijital görüntüleme yöntemini kullanmışlardır ve postoperatif dönemde 1. saatte sapma açısını $5.10^0 \pm 4.45^0$ olarak hesaplamışlardır. Webers ve ark.¹⁰² kornea astigmatizma değeri 1.25 D ve üzerinde olan katarakt operasyonu yapılan 36 gözün yaklaşık yarısında Verion dijital işaretleme yöntemini (Verion Dijital işaretleme , Alcon Laboratuvarı, Inc.) , diğer yarısında 3 aşamalı el ile işaretleme yöntemini torik göz içi lens hizalaması amacıyla kullanmışlardır. Postoperatif 1.saatte ve 3.ayda 2 grup arasındaki hizalamada ortalama hata (mean error ; eksen sapması ve rotasyonun total miktarı) istatistiksel olarak anlamlı oranda dijital işaretleme yapılan grupta daha düşük bulunmuştur (sırayla $1.7^0 \pm 1.5^0$ ve $3.1^0 \pm 2.1^0$; $p < .05$) . Bu çalışmada GİL rotasyon miktarını saptamada Adobe CS6 fotoğraf uygulaması kullanılmış olması nedeniyle rotasyon derecesinin , yarıklı ışıkla yapılan biyomikroskopik muayeneye göre daha hassas olarak saptanabildiğini düşünmekteyiz. Ayrıca saptanan bu fark postoperatif 3.ayda düzeltilmemiş görme keskinliğinde ve rezidüel refraktif astigmatizmada anlamlı bir farka yol açmamıştır.

Elhofi ve ark.¹⁰⁸ 60 hastanın 60 gözünü değerlendirdikleri prospektif bir çalışmada, bir grup hastada Verion dijital işaretleme yöntemi kullanılırken diğer grup hastada el ile işaretleme yöntemi kullanılmış olup iki grup arasında postoperatif görme keskinlikleri düzeyinde istatistiksel anlamlı farklılık saptanmaz iken Verion dijital işaretleme yöntemi kullanılan grupta postoperatif torik GİL hizalamasında sapma derecesi $2.4^0 \pm 1.9^0$ iken el ile işaretleme grubunda bu derece $4.33^0 \pm 2.72^0$ olarak hesaplanmış olup iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır ($p:0,003$).

Titiyal ve ark.¹⁰⁷ 80 göz üzerinde yaptıkları bir çalışmada bir grupta el ile 3 adımlı işaretleme yöntemini kullanırken diğer grupta Callisto dijital işaretleme yöntemini kullanmışlardır. El ile işaretleme yapılan grupta ortalama torik GİL'in sapma derecesi $5.5^\circ \pm 3.3^\circ$ iken dijital işaretleme grubunda bu derece $3.6^\circ \pm 2.6^\circ$ olarak hesaplanmış ve istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ($p=0.005$). Ancak bu çalışmada iki grup arasında hedeflenen lens aksı el ile işaretleme yapılan grupta ort. $100.2^\circ \pm 74.8^\circ$, dijital işaretleme grubunda ort. $104.2^\circ \pm 68.8^\circ$ olup birbirine yakın değerlerdir. Ayrıca bu çalışmada postoperatif dönemde EİDGK açısından iki grup arasında anlamlı farklılık yok iken görme kalitesinin rezolüsyon ve kontrast değerleri üzerinden değerlendirildiği ölçekte (MTF: modulation transfer function) dijital işaretleme grubunda daha iyi sonuçlar vermiştir. Callisto dijital görüntüleme sisteminin entegre aberrometre kullanması bu sonucu etkiler görünmektedir. Ancak el ile işaretleme yöntemi çoğu zaman postoperatif dönemde hem düzeltilmemiş hem de en iyi düzeltilmiş görme keskinliği açısından dijital yöntemlerden geri kalmamaktadır. Ayrıca iki grup arasındaki hedeflenen GİL aks hizalarının birbirine yakın olmasının da sonuçları etkileyebileceğini düşünmekteyiz. Bizim çalışmamızda el ile işaretleme grubunda hedeflenen lens aksı ort. $88.29^\circ \pm 61^\circ$, Verion dijital işaretleme grubunda hedef aks ort. $67.86^\circ \pm 60.52^\circ$ olup bu durumun Grup 1'de hizalamayı kolaylaştıran ve başarı şansını arttıran bir faktör olduğunu düşünmekteyiz.

Akıllı telefonlardaki jiroskop özelliği ile el ile işaretleme yöntemi daha doğru hale getirilebilmektedir. Khatib ve ark.¹⁰⁹ 42 göz üzerinden yaptıkları bir çalışmada bir akıllı telefon uygulaması ile el ile işaretleme metodunu Verion dijital işaretleme metodu ile kıyaslamışlardır. Telefon uygulaması ile Verion arasında sapma farkı 2.62° iken el ile işaretleme ile Verion arasındaki sapma farkı 4.60° saptanmış olup iki grup arasında istatistiksel anlamlı fark bulunmuştur.

Ancak bu uygulamalarla uyumlu olabilecek el ile işaretleme aletleri de değişkenlik gösterebilmektedir. Lipsky ve ark.¹¹⁰ torik GİL implantasyonu yaptıkları 72 göz sayılı çalışmalarında iki farklı işaretleme halkasını kıyaslamışlardır. Bu çalışmada referans aks akıllı telefon uygulamasıyla belirlenmiştir. İlk grupta işaretleme halkası olarak Barrett dual aks torik işaretleyicisi kullanılırken ikinci grupta Mendez halkası kullanılmıştır. Barrett dual aks torik işaretleyicisi grubunda torik hizalama hatası daha düşük olarak bulunmuştur ($p=.0015$). Birinci ayda 0,50 D ve altında rezidüel astigmatizma değerleri Barrett dual aks torik işaretleyicisi grubunda % 80.6 oranında sağlanırken Mendez halkası kullanılan grupta %53.8 oranında sağlanabilmiştir. Bu da akıllı telefon uygulamasının Barrett dual aks torik işaretleyicisi ile daha uyumlu olduğunu düşündürmektedir.

Dijital işaretleme yöntemlerine ulaşamadığı durumlarda el ile işaretleme yöntemi ile dijital yöntemle daha yakın sonuçlar almak adına jiroskop özellikli uygulamalar yararlı görünmektedir ancak referans aksın belirlendiği bu uygulamalarda Mendez halkasından ziyade Barrett dual aks işaretleyicisi daha doğru sonuçlar verir görünmektedir.

Torik göz içi lens hizalamasında dijital işaretleme yöntemi ile el ile işaretleme yöntemlerini kıyaslayan çalışmaların derlendiği bir metaanalizde ¹¹¹ toplam 5 çalışma , 157 göz analiz edilmiş olup dijital işaretleme yönteminin el ile işaretleme yöntemine göre göz içi lens hizalamasında daha başarılı olduğu bulunmuştur ($p:<0,00$). Ayrıca düşük postoperatif total astigmatizma değeri ve daha düşük fark vektörü değeri açısından da dijital işaretleme yöntemi üstün bulunmuştur (sırayla $p:0,003$, $p:<0,00$). Ancak bu farklar ameliyat sonrası görme keskinliği açısından 2 grup arasında farka sebep olmamıştır. Bu durum, bu kadar küçük rotasyonun hasta tarafından farkedilmiyor olabilmesi ile ilişkilendirilebilir.

Bizim çalışmamızda iki grup arasında torik GİL sapma derecesi açısından fark yoktur. 5°'den daha az olan torik GİL sapma dereceleri, GİL'in rotasyonundan ziyade değerlendiren kişinin gözlemsel hatasına veya referans işaretleme hatasına atfedilebilmektedir.¹¹² Bu durumu göz önüne aldığımızda bizim çalışmamızda 5° ve üzerinde rotasyon olan göz sayısı Grup 1'de 10, Grup 2'de 5 olup 10° ve üzerinde sapma olan 7 gözün 6'sı Grup 1'de bulunmaktadır. Bu durum Verion dijital işaretleme yöntemi ile yerleştirilen torik GİL'lerde 5° ve üzeri rotasyonların daha az olabileceğini düşündürmektedir. Ayrıca 10°'den fazla sapma gösteren GİL'lerin 5'i sol gözde olup bu gözlerin 3'ünde ana kesi 110°'dedir. Yine bu gözlerin 4'ünde hedeflenen GİL aksı derecesi ort. 4°'de olup bu durumun GİL hizalamasında zorluk yarattığını düşünmekteyiz. Hizalamada el ile işaretleme metodunun kullanılacağı durumlarda cerrahların özellikle sol göz için daha kolay GİL manipülasyonu yapabilecekleri ana kesiyi gerçekleştirmeleri uygun görünmektedir. Ancak daha fazla göz ile yapılan çalışmalara ihtiyaç vardır.

Torik göz içi lensin postoperatif dönemdeki aksını saptamada yarık lamba yöntemi ile Nidek OPD tarama sistemini 51 göz üzerinden kıyaslayan Carey ve ark. ¹¹³ sırayla sapma derecesini ; $2.55^{\circ} \pm 2.76^{\circ}$ ve $2.65^{\circ} \pm 1.98^{\circ}$ olarak hesaplamışlardır. İki yöntemin birbiriyle yüksek oranda korele olduğunu belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda da postoperatif 1. hafta ve 1.ayda GİL aks saptanmasında yarık lamba kullanılmıştır.

Torik GİL hizalamasında preoperatif teknikler kadar intraoperatif tekniklerin de önemi bulunmaktadır. GİL rotasyonu sıklıkla postoperatif ilk bir saat içerisinde olmakta ve burada en önemli sebep olarak viskoelastik materyalin ön kamaradan tam olarak uzaklaştırılmamış olması gösterilmektedir.^{99 -114}

Viskoelastik materyalin uzaklaştırılması da GİL’de saat yönünde rotasyona sebep olabilmektedir. Bu nedenle lens üreticileri viskoelastik madde temizliğinden önce GİL’de yaklaşık hedef aksa $10-30^0$ lik bir mesafede , saat yönünün tersinde bir hizalama yapılmasını önermektedirler.⁹² Ayrıca GİL optiğine periferden yeterli temas eden, uygun bir çapta kapsüloreksisin yapılması ve göz içi lensin santralizasyonu da postoperatif rezidüel astigmatizmayı azaltmaya yardımcı olacaktır¹¹⁵

Intraoperatif lens hizalamada hata sebepleri arasında referans meridyen belirlenme hatası, implantasyon yapılacak aksın işaretlenme hatası ve göz içi lensin rotasyonu sayılabilir. Visser ve ark.¹⁰⁴ 3 adımlı elle işaretleme metodunun doğruluğunu değerlendirdikleri bir çalışmada , operasyon öncesi her gözden dijital işaretleme cihazları ile görüntü almışlardır. Ardından elle işaretleme yaptıkları aksları bu cihazdaki görüntüler ile kıyaslamışlardır ve bu üç sebebin sırayla sapma derecesi üzerindeki etkilerini 2.4^0 , 3.3^0 ve 2.6^0 olarak hesaplamışlardır. Bizim çalışmamızda 40 gözde GİL saat yönünün tersine , 19 gözde saat yönünde rotasyon var iken, gözlemci kaynaklı olası hata payını azaltmak adına, 5 derece üzerindeki GİL sapma derecesi olan gözler dikkate alındığında Grup 1’de 7 gözde saat yönü tersine rotasyon, 3 gözde saat yönünde rotasyon var iken ; Grup 2’de 2 hastada saat yönü tersine , 3 hastada saat yönünde rotasyon mevcuttur. Grup 1’de saat yönü tersinde rotasyon olan gözlerde hedef GİL aksı ort. 5.85^0 ’dir. Bu durum elle işaretleme yapılan grupta referans meridyen belirleme hatası ve ona ikincil GİL hedef aksının işaretleme hatası olabileceğini düşündürmektedir. Verion dijital işaretlemesi ile bu hatalar azaltılabilir görünmektedir. KA astigmatizmalı gözlerde sapma derecesinin Grup 2’de istatistiksel olarak daha düşük bulunması da bunu destekler niteliktedir ($p: 0.003$).

Berdahl ve ark.¹¹⁶ rezidüel refraktif astigmatizma üzerinde göz içi lensin sferik gücündense silindirik gücünün etkili olduğunu göstermişlerdir. Bu nedenle özellikle yüksek astigmatizmalı gözlerde tam ve doğru bir hizalama daha fazla önem taşımaktadır. Bizim çalışmamızda da yüksek diyoptri astigmatik düzeltme ihtiyacı olan gözlerde diğer gözlerle göre rezidüel astigmatizma miktarı daha yüksek saptanmıştır ($p:0.001$, ort.: $0.85 D \pm 0.48$). Bu fark sferik ekivalan açısından anlamlı değildir. Ayrıca ameliyat sonrası 1. ayda gözlük talebi ile 1.aydaki kornea astigmatizma değeri arasındaki ilişki anlamlı bulunmuştur ($p:0,045$). Bu durum preoperatif dönemde yüksek kornea astigmatizma değeri olan gözlerde ameliyat sonrasında beklenmedik rezidüel sonuçların olabileceğini düşündürmektedir. Postoperatif dönemde $0.5 D$ ve altında total astigmatizması olan göz sayısı toplamda 43 olup Grup 1 ve 2 arasında anlamlı farklılık yok idi.

Çalışmamızda yüksek astigmatizma diyoptrili GİL yerleştirilen gözlerde (AT 6-9 ,TFNT 50-60) lensin sapma miktarı Verion dijital işaretleme grubunda daha düşük bulunmuştur.Ancak istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p:0.062$). Verion dijital işaretleme yöntemi özellikle yüksek astigmatizma dereceli gözlerde el ile işaretleme göre daha fazla avantaj sağlar görünmekteyse daha net sonuçlar için daha fazla hasta sayılı çalışmalara ihtiyaç vardır.

Torik GİL hesaplamasında pek çok formül kullanılmaktadır. Bu formüllerin güçlü ve zayıf özellikleri mevcuttur. Abulafia ve ark.¹¹⁷ online Alcon torik hesaplayıcı, Holladay torik hesaplayıcı, Baylor nomogramı ve Barrett torik hesaplayıcısını tahmin edilen postoperatif rezidüel astigmatizma değerlerinin doğruluğu açısından kıyaslamışlardır. Alcon torik hesaplayıcısı torik GİL güç hesabında sabit bir oran kullanılırken , Holladay torik hesaplayıcısında torik GİL gücü tahmin edilen postoperatif korneal astigmatizma değerinden tahmin edilen rezidüel astigmatizma değeri çıkarılarak indirekt olarak hesaplanmaktadır. Baylor nomogramı ise regresyon formülü üzerinden hesap yapmaktadır. Barrett torik hesaplayıcısında ise efektif lens pozisyonu (ELP) ve Barrett Universal II formülünü kullanarak matematiksel bir model oluşturulmaktadır. Bu formüller arasından Barrett torik hesaplayıcı ile tahmini değere en yakın rezidüel astigmatizma değerleri elde edilmiştir. Yang ve ark.¹¹⁸ Barrett torik hesaplayıcısı ile online AcrySof Torik lens hesaplayıcısı kıyaslamışlardır. Normal aksiyel uzunluğu olan gözler ile normal ÖKD olan gözlerde iki metodun da tahminsel doğruluğu yakın iken normalden farklılık gösteren gözlerde, daha fazla değişken hesaba katıldığı için Barrett torik hesaplayıcısı daha güvenilir bulmuşlardır.

Aksiyel uzunluk ve keratometri değeri hesaplanmasındaki hatalar ameliyat sonrası dönemde rezidüel astigmatizma nedenleri arasındadır. Savini ve ark.¹¹⁰ aksiyel uzunluk ve keratometri değerlerinin torik GİL astigmatik güç hesabındaki etkilerini incelemişlerdir. Bu çalışmada Acyrsof torik GİL astigmatik gücünün korneal düzlem üzerine etki eden torisite gücü hesabında kullanılan 1,46 sabit katsayısının dik kornea ($>48D$) ve aksiyel uzunluğu uzun gözlerde ön kamara derinliğinin (ÖKD) artması ile arttırılması gerektiği ,yine aynı şekilde düz kornea($<38D$) ve kısa aksiyel uzunluğu olan gözlerde ÖKD azalması nedeniyle oranın düşürülmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Standartın üzerindeki gözlerde dikkatsiz yapılan hesaplamalar rezidüel astigmatizma değerlerine neden olabilmektedir. Topografi cihazı ile sağlıklı 1077 gözde ÖKD'nin ölçüldüğü bir çalışmada ¹²⁰ ort. değerler 2.91 mm ile 3.24 arasında bulunmuştur.

Bizim çalışmamızda bu değerler göz önüne alındığında tüm grupta ÖKD azaldıkça postoperatif 1.aydaki rezidüel total astigmatizma değerinde artış olduğu ve bu korelasyonun zayıf olarak ters yönde anlamlı olduğu bulunmuştur ($p:0.05$). Ancak ÖKD'nin dar , normal ve fazla olduğu gözler arasında 1. ay total astigmatizma değerleri arasında ve DGK değeri açısından fark saptanmamıştır. Dar ÖKD olan gözlerde postoperatif beklenmedik sonuçların daha fazla olabileceğini düşünmekteyiz. Özellikle bu gözlerde efektif lens pozisyonun hesaba alındığı GİL hesaplama formüllerinin kullanılması ile olası hataların önüne geçilme ihtimali artmaktadır.

Rezidüel astigmatizmanın fazla olmasına neden olacak başka bir intraoperatif bir hata kaynağı , kapsül desteğinin torik GİL için yeterli gerginlikte olmamasıdır. Torik lensin stabilitesini sağlamak adına intraoperatif kapsül germe halkası (CTR) yerleştirmenin etkisini değerlendiren Vokrojava ve ark.¹²¹ aksiyel uzunluğun 24 mmden küçük olduğu gözlerde CTR nin rotasyonel stabiliteye etkisi yokken 24 mmden uzun gözlerde CTR olan gözlerde daha iyi hizalama sonuçları elde etmişlerdir. Bizim çalışmamızda aksiyel uzunluk ile GİL rotasyon miktarı ve rezidüel astigmatizma değeri ile korelasyon bulunmamıştır. Bunun sebebinin aksiyel uzunluk kaynaklı olası beklenmedik postoperatif rezidüel değerleri azaltmak adına çalışmaya aksiyel uzunluk değeri 21.5 mm ile 26.5 mm arasında olan gözlerin dahil edilmesi olduğunu düşünüyoruz.

Başka bir intraoperatif hata kaynağı GİL'in yerçekimine bağlı rotasyonudur. Kurala uygun astigmatizmalı gözlerde torik göz içi lenslerin haptik gövde bileşkesinin yerçekimine dik yerleştirilmesi nedeniyle postoperatif rotasyonun daha fazla olabileceği de bildirilmiştir¹²² . Bizim çalışmamızda ise kurala uygun astigmatizmalı gözler ile kurala aykırı astigmatizmalı gözler arasında rotasyon miktarı açısından aralarında anlamlı fark saptanmamıştır. Bu durumu örneklem sayımızın bu çalışmaya göre çok daha küçük olmasına , yüksek aksiyel uzunluğu ve dolayısıyla geniş kapsül çapı olan gözlerin az sayıda olmasına bağlıyoruz. Ancak KA astigmatizmalı gözler iki grup arasında kıyaslandığında , GİL sapma derecesi Grup 2'de daha düşük bulunmuştur ($p: 0.003$). Bu durum özellikle KA astigmatizmalı gözlerde Verion dijital işaretleme yönteminin GİL hizalamada daha avantajlı olabileceğini düşündürmektedir.

Bir diğer intraoperatif hata sebebi uygunsuz ana kesi oluşturulmasıdır. Postoperatif dönemde rezidüel astigmatizmayı azaltmak adına bazı cerrahlar korneanın dik aksından ana kesi yapılabilmekte böylece kornea astigmatizma değeri azaltılmaya çalışılmaktadır. He ve ark.¹⁰⁸ torik göz içi lens implantasyonu yapılan gözleri dik asktan ana kesi yapılan ve yapılmayanlar olarak iki gruba ayırmışlardır ve dik akstan insizyon yapılan gözlerde postoperatif rezidüel astigmatizmayı daha az oranda saptanmıştır.

Bizim çalışmamızda ana kesiler cerrahların alışkın oldukları aks üzerinden yapılmıştır (horizontal aks, dik aks veya 110°). Ana kesinin 90° ve 110° olduğu gözlerde 1. ay kornea astigmatizma değeri , ana kesinin 0° - 180° olduğu gözlere göre daha yüksek bulunmuştur. Bu durum ana kesinin horizontal aksta olduğu grupta kornea astigmatizma değerlerinin preoperatif dönemde de daha düşük olması ile ilişkili olabileceğini düşünmekteyiz. Ayrıca ana kesi grupları arasında cerrahi uyarılmış astigmatizma değeri açısından horizontal (0° - 180°) olan grupta ana kesinin dik aksta (90°) olduğu gruba göre daha düşük idi. Ancak postoperatif sferik ekivalan ve gözlük talebi açısından ana kesi grupları arasında fark saptanmamıştır. Burada yapılan ana kesilerin 2.4 mm genişlikte olmasının , kornea üzerindeki düzeltici etkilerin tek bir kuvvetten ziyade vektörel bir büyüklük oluşturmasının etkili olduğunu düşünmekteyiz.

Torik göz içi lens implantasyonu sonrası 88 gözde vektörel analiz yapan Krall ve ark.¹²⁴ fark vektörü (FV) ile düzeltilmemiş görme keskinliği değerleri arasında zayıf dereceli korelasyon saptamışlar ancak postoperatif refraktif astigmatizma değeri ile ters orantılı güçlü korelasyon bulmuşlardır. Bu durum postoperatif klinik muayeneye fark vektörü değeri yüksek olan gözlerde daha yüksek refraktif astigmatizma değerleri ve düşük düzeltilmemiş görme keskinliği değerleri olarak yansımaktadır. Bizim çalışmamızda hatanın büyüklüğü (HB) vektörü değerleri ile postoperatif dönemde birinci hafta ve birinci ayda refraktif (total) astigmatizma değerleri ile ters yönde zayıf korelasyon bulunmuş olup bu durum düşünülen değerden daha düşük bir astigmatik düzeltmenin daha yüksek refraktif astigmatizma değerlerine sebep olabileceğini düşündürmektedir.

Düzeltilme indeksi değerleri ile postoperatif 1.hafta refraktif astigmatizma değerleri ve 1.ay düzeltilmemiş görme keskinliği değerleri arasında ters yönlü çok zayıf korelasyon bulunmuştur. Bu nedenle hatanın büyüklüğü vektörü hesabında olduğu gibi hedeflenen uyarılmış astigmatizma değerinden daha düşük bir düzeltme yapmanın, istenilmeyen postoperatif refraktif astigmatizma ve düşük görme keskinliği değerlerine yol açabileceğini düşünmekteyiz.

Webers ve ark.¹⁰² el ile işaretleme yöntemi ile Verion dijital işaretleme yöntemini kıyasladıkları bir çalışmada iki yöntem arasında düzeltme indeksi (Dİ), başarı indeksi (Bİ) , hatanın büyüklüğü (HB) ve hatanın açısında (HA) fark bulmamışlardır. Ancak Zhou ve ark.¹¹¹ yaptıkları metanaliz değerlendirmesinde dijital işaretleme metodunda el ile işaretleme metoduna göre fark vektörü (FV) değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı oranda daha düşük hesaplamışlardır. Bizim çalışmamızda da iki grup arasında fark vektörünün bir alt

değeri olan başarı indeksi değeri, Verion dijital işaretleme yönteminde istatistiksel olarak daha düşük hesaplanmıştır. Bu durum cerrahların ana kesilerini istedikleri akstan gerçekleştirmelerinde dijital işaretleme yönteminin daha doğru bir yol gösterici olabileceğini düşündürmektedir.

Torik göz içi lenslerin başarısı dünya genelinde kabul görmektedir. Özellikle preoperatif yüksek kornea astigmatizmalı (1.5D ve üstü) gözlerde altın standart olarak kabul edilmektedir.¹¹⁸ Torik göz içi lenslerin uzun dönem (birinci yıl)

sonuçlarını sunan Ninomiya ve ark.¹¹⁰ lenslerin rotasyonel stabilitesini ve preoperatif korneal astigmatizma değerlerindeki düzeltici etkilerini gösterirken aynı zamanda yüksek sıralı aberrasyon ve kontrast sensitivite açısından non-torik grubuna göre fark olmadığını da belirtmişlerdir.

Çalışmamızın kısıtlılıklarının başında retrospektif bir çalışma olması bulunmaktadır. Postoperatif dönemde göz içi lens hizası değerlendirilirken yarıık lamba kullanılması ve ışık ayarının 5 derecelik aralıklarla ayarlanabilmesi ince ölçümlerin yapılabilmesini engellemiştir. Postoperatif dönemde hastalar 1 ay düzenli takip edilebilmişlerdir ve bu nedenle cerrahi uyarılmış astigmatizma değerleri birinci ayda hesaplanmıştır. Ayrıca ameliyatı gerçekleştiren 4 farklı cerrah olması nedeniyle CUA'nın standart değerinin oluşturulamadığını düşünmekteyiz. Bu durumun cerrahi uyarılmış astigmatizma değerinin rezidüel refraktif astigmatizma değerleri ile korelasyon göstermemesini açıklayabileceğini düşünmekteyiz.

Ancak son zamanlarda astigmatizmanın vektöryel olarak analiz edilmesi ile beraber cerrahi uyarılmış astigmatizma vektörünün kornea üzerinde düzeltici etki momenti ve tork (bükme) momenti bileşenlerine ayrıldığı ve kornea üzerinde cerrahi uyarılmış astigmatizma değerinin ancak yarısı kadarının düzleşmeye neden olduğu gösterilmiştir.¹²⁶ Alpins ve ark. 2.2 mmlik insizyonla yapılan bir katarakt cerrahisinde ortalama CUA değerini 0.64 D olarak hesaplamışlar ve bunun kornea üzerindeki düzeltici gücünün yalnızca 0.3 D olduğu hesaplamışlardır.¹²⁷ Bu durum CUA değerinin kornea üzerindeki düzeltici etkisinin abartılı olarak hesaplanması nedeniyle torisite hesabında az düzeltmeyle sonuçlanmaktadır. Postoperatif rotasyon ve postoperatif topografik değişiklikler de cerrahi sonrası rezidüel astigmatizma nedenleri arasındadır.⁹⁹ .

Torik göz içi lens implantasyonu sonrası rezidüel refraktif astigmatizma nedenleri hala araştırılmaya devam etmektedir. Cerrahi olarak en iyi preoperatif işaretleme metodunu kullanmak ve bunu en uygun şekilde gerçekleştirmek postoperatif beklenmedik refraktif hataları önemli ölçüde azaltmaktadır. Bu yöntemleri anlamak ve uygulamada pratikleştirmek torik göz içi lens implantasyonu uygulamasında esas noktalardan biridir.

VII.KAYNAKÇA

1. Thompson J, Lakhani N. Cataracts. *Prim Care - Clin Off Pract.* 2015;42(3):409-423. doi:10.1016/j.pop.2015.05.012
2. Shichi H. Cataract formation and prevention. *Expert Opin Investig Drugs.* 2004;13(6):691-701. doi:10.1517/13543784.13.6.691
3. UNLU C, VURAL TURHAN E, ERDOGAN G. Journal of Glaucoma and Cataract. *glokom-katarakt.* 2010;199-202. <http://glokomkatarakt.dergisi.org/abstract.php?lang=tr&id=282>. Accessed February 24, 2020.
4. 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;35(1):70-75. doi:10.1016/j.jcrs.2008.09.027
5. Ma JJK, Tseng SS. Simple method for accurate alignment in toric phakic and aphakic intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg.* 2008;34(10):1631-1636. doi:10.1016/j.jcrs.2008.04.041
6. Felipe A, Artigas JM, Díez-Ajenjo A, García-Domene C, Alcocer P. Residual astigmatism produced by toric intraocular lens rotation. *J Cataract Refract Surg.* 2011;37(10):1895-1901. doi:10.1016/j.jcrs.2011.04.036
7. Varsits RM, Hirnschall N, Döller B, Findl O. Evaluation of an intraoperative toric intraocular lens alignment system using an image-guided system. *J Cataract Refract Surg.* 2019;45(9):1234-1238. doi:10.1016/j.jcrs.2019.04.009
8. ASBELL P, DUALAN I, MINDEL J, BROCKES D, AHMAD M, EPSTEIN S. Age-related cataract. *Lancet.* 2005;365(9459):599-609. doi:10.1016/S0140-6736(05)70803-5
9. Yanoff M, Duker JS. *Ophthalmology.*
10. Jack J Kanski BB. Clinical Ophthalmology: A Systematic Approach: Expert Consult. clinical ophthalmology, elsevier limited.
11. Gali HE, Sella R, Afshari NA. Cataract grading systems: A review of past and present. *Curr Opin Ophthalmol.* 2019;30(1):13-18. doi:10.1097/ICU.0000000000000542
12. Chylack LT, Wolfe JK, Singer DM, et al. The Lens Opacities Classification System III. *Arch Ophthalmol.* 1993;111(6):831-836. doi:10.1001/archophth.1993.01090060119035

13. Hall NF, Lempert P, Shier RP, Zakir R, Phillips D. Grading nuclear cataract: reproducibility and validity of a new method. *Br J Ophthalmol*. 1999;83:1159-1163. doi:10.1136/bjo.83.10.1159
14. Babizhayev MA, Deyev AI, Yermakova VN, et al. Image analysis and glare sensitivity in human age-related cataracts. *Clin Exp Optom*. 2003;86(3):157-172. doi:10.1111/j.1444-0938.2003.tb03098.x
15. Duncan DD, Shukla OB, West SK, Schein OD. New objective classification system for nuclear opacification. *J Opt Soc Am A*. 1997;14(6):1197. doi:10.1364/josaa.14.001197
16. Li H, Lim JH, Liu J, et al. An automatic diagnosis system of nuclear cataract using slit-lamp images. In: *Proceedings of the 31st Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society: Engineering the Future of Biomedicine, EMBC 2009*. Vol 2009. IEEE Computer Society; 2009:3693-3696. doi:10.1109/IEMBS.2009.5334735
17. Srivastava R, Gao X, Yin F, et al. Automatic nuclear cataract grading using image gradients. *J Med imaging (Bellingham, Wash)*. 2014;1(1):014502. doi:10.1117/1.JMI.1.1.014502
18. Xiong L, Li H, Xu L. An Approach to Evaluate Blurriness in Retinal Images with Vitreous Opacity for Cataract Diagnosis. *J Healthc Eng*. 2017;2017:5645498. doi:10.1155/2017/5645498
19. American Academy of Ophthalmology. *Lens and Cataract*. American Academy of Ophthalmology; 2007.
20. Davis G. The Evolution of Cataract Surgery. *Mo Med*. 2016;113(1):58-62. doi:10.1097/apo.0b013e31829df4bf
21. Isawumi MA, Kolawole OU, Hassan MB. Couching techniques for cataract treatment in Osogbo, South west Nigeria. *Ghana Med J*. 2013;47(2):64-69. doi:10.4314/gmj.v47i2
22. Grzybowski A, Ascaso FJ. Sushruta in 600 B.C. introduced extraocular expulsion of lens material. *Acta Ophthalmol*. 2014;92(2):194-197. doi:10.1111/aos.12037
23. Hubbell AA. Samuel Sharp, the First Surgeon to make the Corneal Incision in Cataract Extraction with a Single Knife: A Biographical and Historical Sketch. *Med Library Hist J*. 1904;2(4):242.1-268. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18340854>. Accessed February 24, 2020.
24. Kelman CD. Phaco-Emulsification and Aspiration: A New Technique of Cataract Removal: A Preliminary Report. *Am J Ophthalmol*. 2018;191:xxx-xl. doi:10.1016/j.ajo.2018.04.014
25. Fichman RA. Use of topical anesthesia alone in cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*. 1996;22(5):612-614. doi:10.1016/s0886-3350(96)80019-8

26. Nagy ZZ, Dunai Á, Kránitz K, et al. Evaluation of femtosecond laser-assisted and manual clear corneal incisions and their effect on surgically induced astigmatism and higher-order aberrations. *J Refract Surg.* 2014;30(8):522-525. doi:10.3928/1081597X-20140711-04
27. Keates RH, Pearce JL, Schneider RT. Clinical results of the multifocal lens. *J Cataract Refract Surg.* 1987;13(5):557-560. doi:10.1016/s0886-3350(87)80114-1
28. Temel Göz Hastalıkları. <https://www.guneskitabevi.com/Temel-Goz-Hastaliklari,PR-202.html>. Accessed February 24, 2020.
29. Visser N, Bauer NJC, Nuijts RMMA. Toric intraocular lenses: Historical overview, patient selection, IOL calculation, surgical techniques, clinical outcomes, and complications. *J Cataract Refract Surg.* 2013;39(4):624-637. doi:10.1016/j.jcrs.2013.02.020
30. Ford J, Werner L, Mamalis N. Adjustable intraocular lens power technology. *J Cataract Refract Surg.* 2014;40(7):1205-1223. doi:10.1016/j.jcrs.2014.05.005
31. Zhou KY. Silicon intraocular lenses in 50 cataract cases. *Chin Med J (Engl).* 1983;96(3):175-176. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6409525>. Accessed May 5, 2020.
32. Bellucci R. An introduction to intraocular lenses: Material, optics, haptics, design and aberration. In: *Cataract*. S. Karger AG; 2013:38-55. doi:10.1159/000350902
33. Radford SW, Carlsson AM, Barrett GD. Comparison of pseudophakic dysphotopsia with Akreos Adapt and SN60-AT intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg.* 2007;33(1):88-93. doi:10.1016/j.jcrs.2006.09.014
34. Gimbel H V., Condon GP, Kohnen T, Olson RJ, Halkiadakis I. Late in-the-bag intraocular lens dislocation: Incidence, prevention, and management. *J Cataract Refract Surg.* 2005;31(11):2193-2204. doi:10.1016/j.jcrs.2005.06.053
35. Brown DC, Ziémba SL, Collamer IOL FDA Study Group. Collamer intraocular lens: clinical results from the US FDA core study. *J Cataract Refract Surg.* 2001;27(6):833-840. doi:10.1016/s0886-3350(01)00785-4
36. American Academy of Ophthalmology. *Basic and Clinical Science Course, 2016-2017.*
37. Krachmer, J.H., Mannis, M.J. and Holland, E.J. (2011) *Cornea Fundamentals, Diagnosis and Management*. 3rd Edition, Elsevier Inc., New York, 1121-1122. - References - Scientific Research Publishing. [https://www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnsjt1aadkposzje\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1305166](https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkposzje))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1305166). Accessed February 24, 2020.
38. Fan R, Chan TCY, Prakash G, Jhanji V. Applications of corneal topography and tomography: a review. *Clin Exp Ophthalmol.* 2018;46(2):133-146. doi:10.1111/ceo.13136

39. Nanavaty MA, Teeluck K, Bardan AS, Bedi KK, Ali S. Residual Refractive Astigmatism following Toric Intraocular Lens Implantation without Consideration of Posterior Corneal Astigmatism during Cataract Surgery with Low Anterior Keratometric Astigmatism upto 2.5 Dioptres. *Curr Eye Res.* 2019;44(12):1399-1406. doi:10.1080/02713683.2019.1638418
40. Ueno Y, Hiraoka T, Miyazaki M, Ito M, Oshika T. Corneal thickness profile and posterior corneal astigmatism in normal corneas. *Ophthalmology.* 2015;122(6):1072-1078. doi:10.1016/j.opthta.2015.01.021
41. Koch DD. The posterior cornea: Hiding in plain sight. *Ophthalmology.* 2015;122(6):1070-1071. doi:10.1016/j.opthta.2015.01.022
42. Ho J Der, Tsai CY, Liou SW. Accuracy of Corneal Astigmatism Estimation by Neglecting the Posterior Corneal Surface Measurement. *Am J Ophthalmol.* 2009;147(5):788-795, 795.e1-2. doi:10.1016/j.ajo.2008.12.020
43. Koch DD, Ali SF, Weikert MP, Shirayama M, Jenkins R, Wang L. Contribution of posterior corneal astigmatism to total corneal astigmatism. *J Cataract Refract Surg.* 2012;38(12):2080-2087. doi:10.1016/j.jcrs.2012.08.036
44. Ueno Y, Hiraoka T, Beheregaray S, Miyazaki M, Ito M, Oshika T. Age-related changes in anterior, posterior, and total corneal astigmatism. *J Refract Surg.* 2014;30(3):192-197. doi:10.3928/1081597X-20140218-01
45. Rowsey JJ, Fouraker BD. Corneal coupling principles. *Int Ophthalmol Clin.* 1996;36(4):29-38. doi:10.1097/00004397-199603640-00006
46. Masket S, Wang L, Belani S. Induced astigmatism with 2.2- and 3.0-mm coaxial phacoemulsification incisions. *J Refract Surg.* 2009;25(1):21-24. doi:10.3928/1081597X-20090101-04
47. Lever J, Dahan E. Opposite clear corneal incisions to correct pre-existing astigmatism in cataract surgery. *J Cataract Refract Surg.* 2000;26(6):803-805. doi:10.1016/S0886-3350(00)00378-3
48. Vickers LA, Gupta PK. Femtosecond laser-assisted keratotomy. *Curr Opin Ophthalmol.* 2016;27(4):277-284. doi:10.1097/ICU.0000000000000267
49. Resch M, Szentmáry N, Nagy ZZ, Czumbel N. [Comparison of results of photorefractive keratectomy and laser in situ keratomileusis in the treatment of hyperopia using a flying spot excimer laser]. *Orv Hetil.* 2004;145(11):573-578. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15098506>. Accessed February 29, 2020.
50. Stulting RD, Lahners WJ, Carr JD. Advances in refractive surgery: 1975 to the present. *Cornea.* 2000;19(5):741-753. doi:10.1097/00003226-200009000-00019

51. Laliberté JF, Meunier J, Hick S, et al. Topography-based screening for previous laser in situ keratomileusis to correct myopia and hyperopia. *Cornea*. 2005;24(2):167-177. doi:10.1097/00003226-200503000-00008
52. Azar DT, Ang RT, Lee JB, et al. Laser subepithelial keratomileusis: Electron microscopy and visual outcomes of flap photorefractive keratectomy. *Curr Opin Ophthalmol*. 2001;12(4):323-328. doi:10.1097/00055735-200108000-00014
53. Kang MJ, Byun YS, Yoo YS, Whang WJ, Joo CK. Long-term outcome of intrastromal corneal ring segments in keratoconus: Five-year follow up. *Sci Rep*. 2019;9(1). doi:10.1038/s41598-018-36668-7
54. [Toric phakic intraocular lenses]. - PubMed - NCBI. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18046557>. Accessed February 29, 2020.
55. Lee H, Kang DSY, Choi JY, et al. Rotational stability and visual outcomes of V4c toric phakic intraocular lenses. *J Refract Surg*. 2018;34(7):489-496. doi:10.3928/1081597X-20180521-01
56. Doors M, Budo CJ, Christiaans BJ, et al. Artiflex toric foldable phakic intraocular lens: Short-term results of a prospective European multicenter study. *Am J Ophthalmol*. 2012;154(4):730-739.e2. doi:10.1016/j.ajo.2012.04.006
57. Toric Intraocular Lenses in the Correction of Astigmatism During Cataract Surgery: A Systematic Review and Meta-analysis. - PubMed - NCBI. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26601819>. Accessed February 29, 2020.
58. Ostri C, Falck L, Boberg-Ans G, Kessel L. The need for toric intra-ocular lens implantation in public ophthalmology departments. *Acta Ophthalmol*. 2015;93(5):e396-e397. doi:10.1111/aos.12584
59. Wilkins MR, Allan B, Rubin G, et al. Spectacle use after routine cataract surgery. *Br J Ophthalmol*. 2009;93(10):1307-1312. doi:10.1136/bjo.2008.151829
60. Rubenstein JB, Raciti M. Approaches to corneal astigmatism in cataract surgery. *Curr Opin Ophthalmol*. 2013;24(1):30-34. doi:10.1097/ICU.0b013e32835ac853
61. Shimizu K, Misawa A, Suzuki Y. Toric intraocular lenses: correcting astigmatism while controlling axis shift. *J Cataract Refract Surg*. 1994;20(5):523-526. doi:10.1016/s0886-3350(13)80232-5
62. Grabow HB. Foldable Technology Symposium. *Eur J Implant Refract Surg*. 1994;6(3):175-185. doi:10.1016/s0955-3681(13)80409-1
63. Kaur M, Shaikh F, Falera R, Titiyal J. Optimizing outcomes with toric intraocular lenses. *Indian J Ophthalmol*. 2017;65(12):1301. doi:10.4103/ijo.IJO_810_17

64. Visser N, Gast STJM, Bauer NJC, Nuijts RMMA. Cataract surgery with toric intraocular lens implantation in keratoconus: A case report. *Cornea*. 2011;30(6):720-723. doi:10.1097/ICO.0b013e31820009d4
65. Luck J. Customized ultra-high-power toric intraocular lens implantation for pellucid marginal degeneration and cataract. *J Cataract Refract Surg*. 2010;36(7):1235-1238. doi:10.1016/j.jcrs.2010.04.009
66. Kersey JP, O'Donnell A, Illingworth CD. Cataract surgery with toric intraocular lenses can optimize uncorrected postoperative visual acuity in patients with marked corneal astigmatism. *Cornea*. 2007;26(2):133-135. doi:10.1097/ICO.0b013e31802be5cc
67. Stewart CM, McAlister JC. Comparison of grafted and non-grafted patients with corneal astigmatism undergoing cataract extraction with a toric intraocular lens implant. *Clin Exp Ophthalmol*. 2010;38(8):747-757. doi:10.1111/j.1442-9071.2010.02336.x
68. Goggin M, Alpins N, Schmid LM. Management of irregular astigmatism. *Curr Opin Ophthalmol*. 2000;11(4):260-266. doi:10.1097/00055735-200008000-00007
69. Bauer NJC, de Vries NE, Webers CAB, Hendrikse F, Nuijts RMMA. Astigmatism management in cataract surgery with the AcrySof toric intraocular lens. *J Cataract Refract Surg*. 2008;34(9):1483-1488. doi:10.1016/j.jcrs.2008.05.031
70. Ahmed IIK, Rocha G, Slomovic AR, et al. Visual function and patient experience after bilateral implantation of toric intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg*. 2010;36(4):609-616. doi:10.1016/j.jcrs.2009.10.044
71. 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;117(11):2104-2111. doi:10.1016/j.ophtha.2010.07.033
72. Goggin M, Moore S, Esterman A. Toric intraocular lens outcome using the manufacturer's prediction of corneal plane equivalent intraocular lens cylinder power. *Arch Ophthalmol*. 2011;129(8):1004-1008. doi:10.1001/archophthalmol.2011.178
73. Chang DF. *Mastering Refractive IOLs: The Art and Science*.; 2008. www.slackbooks.com. Accessed February 29, 2020.
74. Tejedor J, Murube J. Choosing the location of corneal incision based on preexisting astigmatism in phacoemulsification. *Am J Ophthalmol*. 2005;139(5):767-776. doi:10.1016/j.ajo.2004.12.057
75. Kohnen T, Dick B, Jacobi KW. Comparison of the induced astigmatism after temporal clear corneal tunnel incisions of different sizes. *J Cataract Refract Surg*. 1995;21(4):417-424. doi:10.1016/s0886-3350(13)80532-9
76. Lyhne N, Corydon L. Two year follow-up of astigmatism after phacoemulsification with adjusted and unadjusted sutured versus sutureless 5.2 mm superior scleral

- incisions. *J Cataract Refract Surg.* 1998;24(12):1647-1651. doi:10.1016/S0886-3350(98)80358-1
77. Holladay JT, Moran JR, Kezirian GM. Analysis of aggregate surgically induced refractive change, prediction error, and intraocular astigmatism. *J Cataract Refract Surg.* 2001;27(1):61-79. doi:10.1016/S0886-3350(00)00796-3
 78. Woo YJ, Lee H, Kim HS, Kim EK, Seo KY, Kim TI. Comparison of 3 marking techniques in preoperative assessment of toric intraocular lenses using a wavefront aberrometer. *J Cataract Refract Surg.* 2015;41(6):1232-1240. doi:10.1016/j.jcrs.2014.09.045
 79. Park HJ, Lee H, Woo YJ, et al. Comparison of the astigmatic power of toric intraocular lenses using three toric calculators. *Yonsei Med J.* 2015;56(4):1097-1105. doi:10.3349/ymj.2015.56.4.1097
 80. Afsharkhamseh N, Movahedan A, Motahari H, Djalilian AR. Cataract surgery in patients with ocular surface disease: An update in clinical diagnosis and treatment. *Saudi J Ophthalmol.* 2014;28(3):164-167. doi:10.1016/j.sjopt.2014.06.013
 81. Epitropoulos AT, Matossian C, Berdy GJ, Malhotra RP, Potvin R. Effect of tear osmolarity on repeatability of keratometry for cataract surgery planning. *J Cataract Refract Surg.* 2015;41(8):1672-1677. doi:10.1016/j.jcrs.2015.01.016
 82. Chang J. Cyclotorsion during laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg.* 2008;34(10):1720-1726. doi:10.1016/j.jcrs.2008.06.027
 83. Arba-Mosquera S, Merayo-Llodes J, De Ortueta D. Clinical effects of pure cyclotorsional errors during refractive surgery. *Investig Ophthalmol Vis Sci.* 2008;49(11):4828-4836. doi:10.1167/iovs.08-1766
 84. Febbraro J-L, Koch DD, Khan HN, Saad A, Gatinel D. Detection of static cyclotorsion and compensation for dynamic cyclotorsion in laser in situ keratomileusis. 2010. doi:10.1016/j.jcrs.2010.05.019
 85. Ventura B V., Wang L, Weikert MP, Robinson SB, Koch DD. Surgical management of astigmatism with toric intraocular lenses. *Arq Bras Oftalmol.* 2014;77(2):125-131. doi:10.5935/0004-2749.20140032
 86. Bhandari S, Nath M. Anterior stromal puncture with staining: A modified technique for preoperative reference corneal marking for toric lenses and its retrospective analyses. *Indian J Ophthalmol.* 2016;64(8):559-562. doi:10.4103/0301-4738.191486
 87. Packer M. Effect of intraoperative aberrometry on the rate of postoperative enhancement: Retrospective study. *J Cataract Refract Surg.* 2010;36(5):747-755. doi:10.1016/j.jcrs.2009.11.029

88. Osher RH. Iris fingerprinting: New method for improving accuracy in toric lens orientation. *J Cataract Refract Surg.* 2010;36(2):351-352. doi:10.1016/j.jcrs.2009.09.021
89. Onishi H, Torii H, Watanabe K, Tsubota K, Negishi K. Comparison of clinical outcomes among 3 marking methods for toric intraocular lens implantation. *Jpn J Ophthalmol.* 2016;60(3):142-149. doi:10.1007/s10384-016-0432-6
90. VERION™ Image Guided System | MyAlcon.com. <https://www.myalcon.com/professional/surgical-diagnostics/verion>. Accessed February 29, 2020.
91. Wirtitsch MG, Findl O, Menapace R, et al. Effect of haptic design on change in axial lens position after cataract surgery. *J Cataract Refract Surg.* 2004;30(1):45-51. doi:10.1016/S0886-3350(03)00459-0
92. Chua WH, Yuen LH, Chua J, Teh G, Hill WE. Matched comparison of rotational stability of 1-piece acrylic and plate-haptic silicone toric intraocular lenses in Asian eyes. *J Cataract Refract Surg.* 2012;38(4):620-624. doi:10.1016/j.jcrs.2011.10.037
93. AcrySof® IQ Toric IOLs | MyAlcon.com. <https://www.myalcon.com/professional/cataract-surgery/intraocular-lens/acrysof-iq-toric-iol>. Accessed February 29, 2020.
94. Egrilmez S, Dalkılıç G, Yagci A. Astigmatizma analizinde vektöryel analiz programı. *Türk Oftalmol Derneği 36 Ulus Oftalmol Kongresi.*
95. Alpíns N. Astigmatism analysis by the Alpíns method. 2017;3350(February 2001). doi:10.1016/S0886-3350(00)00798-7
96. Alpíns NA. Vector analysis of astigmatism changes by flattening , steepening , and torque. *J Cataract Refract Surg.* 1997;23(10):1503-1514. doi:10.1016/S0886-3350(97)80021-1
97. Hoffer KJ. Biometry of 7,500 cataractous eyes. *Am J Ophthalmol.* 1980;90(3):360-368. doi:10.1016/S0002-9394(14)74917-7
98. Villegas EA, Alcón E, Artal P. Minimum amount of astigmatism that should be corrected. *J Cataract Refract Surg.* 2014;40(1):13-19. doi:10.1016/j.jcrs.2013.09.010
99. Thulasi P, Khandelwal SS, Randleman JB. Intraocular lens alignment methods. *Curr Opin Ophthalmol.* 2016;27(1):65-75. doi:10.1097/ICU.0000000000000225
100. Inoue Y, Takehara H, Oshika T. Axis Misalignment of Toric Intraocular Lens: Placement Error and Postoperative Rotation. *Ophthalmology.* 2017;124(9):1424-1425. doi:10.1016/j.opht.2017.05.025

101. Potvin R, Kramer BA, Hardten DR, Berdahl JP. Toric intraocular lens orientation and residual refractive astigmatism: An analysis. *Clin Ophthalmol*. 2016;10:1829-1836. doi:10.2147/OPTH.S114118
102. Webers VSC, Bauer NJC, Visser N, Berendschot TTJM, van den Biggelaar FJHM, Nuijts RMMA. Image-guided system versus manual marking for toric intraocular lens alignment in cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*. 2017;43(6):781-788. doi:10.1016/j.jcrs.2017.03.041
103. Popp N, Hirnschall N, Maedel S, Findl O. Evaluation of 4 corneal astigmatic marking methods. *J Cataract Refract Surg*. 2012;38(12):2094-2099. doi:10.1016/j.jcrs.2012.07.039
104. Visser N, Berendschot TTJM, Bauer NJC, Jurich J, Kersting O, Nuijts RMMA. Accuracy of toric intraocular lens implantation in cataract and refractive surgery. *J Cataract Refract Surg*. 2011;37(8):1394-1402. doi:10.1016/j.jcrs.2011.02.024
105. Cha D, Kang SY, Kim SH, Song JS, Kim HM. New axis-marking method for a toric intraocular lens: Mapping method. *J Refract Surg*. 2011;27(5):375-379. doi:10.3928/1081597X-20101005-01
106. Montes De Oca I, Kim EJ, Wang L, et al. Accuracy of toric intraocular lens axis alignment using a 3-dimensional computer-guided visualization system. *J Cataract Refract Surg*. 2016;42(4):550-555. doi:10.1016/j.jcrs.2015.12.052
107. Titiyal JS, Kaur M, Jose CP, Falera R, Kinkar A, Bageshwar LMS. Comparative evaluation of toric intraocular lens alignment and visual quality with image-guided surgery and conventional three-step manual marking. *Clin Ophthalmol*. 2018;12:747-753. doi:10.2147/OPTH.S164175
108. Elhofi AH, Helaly HA. Comparison between digital and manual marking for toric intraocular lenses: A randomized trial. *Med (United States)*. 2015;94(38). doi:10.1097/MD.0000000000001618
109. Khatib ZI, Haldipurkar SS, Shetty V. Verion digital marking versus smartphone-assisted manual marking and isolated manual marking in toric intraocular lens implantation. *Indian J Ophthalmol*. 2020;68(3):455-458. doi:10.4103/ijo.IJO_987_19
110. Lipsky L, Barrett G. Comparison of toric intraocular lens alignment error with different toric markers. *J Cataract Refract Surg*. 2019;45(11):1597-1601. doi:10.1016/j.jcrs.2019.06.013
111. Zhou F, Jiang W, Lin Z, et al. Comparative meta-analysis of toric intraocular lens alignment accuracy in cataract patients: Image-guided system versus manual marking. *J Cataract Refract Surg*. 2019;45(9):1340-1345. doi:10.1016/j.jcrs.2019.03.030
112. Bachernegg A, Rückl T, Riha W, Grabner G, Dexl AK. Rotational stability and visual outcome after implantation of a new toric intraocular lens for the correction of corneal

- astigmatism during cataract surgery. *J Cataract Refract Surg.* 2013;39(9):1390-1398. doi:10.1016/j.jcrs.2013.03.033
113. Carey PJ, Leccisotti A, McGilligan VE, Goodall EA, Moore CBT. Assessment of toric intraocular lens alignment by a refractive power/corneal analyzer system and slitlamp observation. *J Cataract Refract Surg.* 2010;36(2):222-229. doi:10.1016/j.jcrs.2009.08.033
 114. Garzón N, Poyales F, De Zárate BO, Ruiz-García JL, Quiroga JA. Evaluation of rotation and visual outcomes after implantation of monofocal and multifocal toric intraocular lenses. *J Refract Surg.* 2015;31(2):90-97. doi:10.3928/1081597X-20150122-03
 115. Miyake T, Kamiya K, Amano R, Iida Y, Tsunehiro S, Shimizu K. Long-term clinical outcomes of toric intraocular lens implantation in cataract cases with preexisting astigmatism. *J Cataract Refract Surg.* 2014;40(10):1654-1660. doi:10.1016/j.jcrs.2014.01.044
 116. Berdahl JP, Hardten DR, Kramer BA, Potvin R. The effect of lens sphere and cylinder power on residual astigmatism and its resolution after toric intraocular lens implantation. *J Refract Surg.* 2017;33(3):157-162. doi:10.3928/1081597X-20170105-01
 117. Abulafia A, Barrett GD, Kleinmann G, et al. Prediction of refractive outcomes with toric intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg.* 2015;41(5):936-944. doi:10.1016/j.jcrs.2014.08.036
 118. Yang J, Zhang H, Yang XT, Tian F, Zhao SZ. Accuracy of corneal astigmatism correction with two Barrett Toric calculation methods. *Int J Ophthalmol.* 2019;12(10):1561-1566. doi:10.18240/ijo.2019.10.07
 119. Savini G, Hoffer KJ, Carbonelli M, Ducoli P, Barboni P. Influence of axial length and corneal power on the astigmatic power of toric intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg.* 2013;39(12):1900-1903. doi:10.1016/j.jcrs.2013.04.047
 120. Feng MT, Belin MW, Ambrósio R, et al. Anterior chamber depth in normal subjects by rotating Scheimpflug imaging. *Saudi J Ophthalmol.* 2011;25(3):255-259. doi:10.1016/j.sjopt.2011.04.005
 121. Vokrojová M, Havlíčková L, Brožková M, Hlinomazová Z. Effect of Capsular Tension Ring Implantation on Postoperative Rotational Stability of a Toric Intraocular Lens. *J Refract Surg.* 2020;36(3):186-192. doi:10.3928/1081597X-20200120-01
 122. Lee BS, Chang DF. Comparison of the Rotational Stability of Two Toric Intraocular Lenses in 1273 Consecutive Eyes. *Ophthalmology.* 2018;125(9):1325-1331. doi:10.1016/j.ophtha.2018.02.012

123. He W, Zhu X, Du Y, Yang J, Lu Y. Clinical efficacy of implantation of toric intraocular lenses with different incision positions: a comparative study of steep-axis incision and non-steep-axis incision. doi:10.1186/s12886-017-0528-x
124. Krall EM, Arlt EM, Hohensinn M, et al. Vector analysis of astigmatism correction after toric intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg.* 2015;41(4):790-799. doi:10.1016/j.jcrs.2014.07.038
125. Ninomiya Y, Minami K, Miyata K, et al. Toric intraocular lenses in eyes with with-the-rule, against-the-rule, and oblique astigmatism: One-year results. *J Cataract Refract Surg.* 2016;42(10):1431-1440. doi:10.1016/j.jcrs.2016.07.034
126. Cheryl Guttman Krader BP. Accurate data key for planning toric IOL surgery. 2020.
127. Alpins N, Ong JKY, Stamatelatos G. Asymmetric corneal flattening effect after small incision cataract surgery. *J Refract Surg.* 2016;32(9):598-603. doi:10.3928/1081597X-20160608-01

EK 1

Çalışmaya Dahil Edilen Hastalara ait Dosya Numaraları

Hasta No 1: 4680843
Hasta No 2: 673869
Hasta No 3: 5061543
Hasta No 4: 4673192
Hasta No 5: 575827
Hasta No 6: 659348
Hasta No 7: 4695160
Hasta No 8: 4529192
Hasta No 9: 1151857
Hasta No 10: 4353086
Hasta No 11: 175024
Hasta No 12: 70158294
Hasta No 13: 531064
Hasta No 14: 5071236
Hasta No 15: 1196179
Hasta No 16: 285894
Hasta No 17: 196271
Hasta No 18: 5045312
Hasta No 19: 4484872
Hasta No 20: 5062805
Hasta No 21: 723548
Hasta No 22: 5061825
Hasta No 23: 904327
Hasta No 24: 51424147

Hasta No 25: 5000015
Hasta No 26: 5002484
Hasta No 27: 648728
Hasta No 28: 5008047
Hasta No 29: 226060
Hasta No 30: 5017307
Hasta No 31: 4933563
Hasta No 32: 4743418
Hasta No 33: 313471
Hasta No 34: 4650489
Hasta No 35: 4253760
Hasta No 36: 536382
Hasta No 37: 221278
Hasta No 38: 595038
Hasta No 39: 323502
Hasta No 40: 4361246
Hasta No 41: 876423
Hasta No 42: 62304
Hasta No 43: 582615
Hasta No 44: 4761564
Hasta No 45: 4923253

EK 2

İlgili Teze Ait Etik Kurul Onayı

KARAR BİLGİLERİ	Karar No:2019/23-27	Tarihi:16.09.2019			
Prof.Dr. Aylin Yaman'ın sorumlu olduğu "Törlek Lens İmplantasyonu Yapılan Katarakt Hastalarında Görüntü Rehberliği (Image-Guided) Yöntemi ile Manuel İşaretleme Yöntemlerinin Retrospektif Kıyaslanması" isimli klinik araştırmaya ait başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş, etik açıdan çalışmanın gerçekleştirilmesinin uygun olduğuna oy birliği ile karar verilmiştir.					
ETİK KURUL BİLGİLERİ					
ÇALIŞMA ESASI	Dokuz Eylül Üniversitesi Girişimci Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu İşleyiş Yönergesi 13.1 Klinik Uygulamaları Bölümü				
ETİK KURUL ÜYELERİ					
Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet	Araştırma ile ilişkili mi?	İmza
Prof.Dr.Sadık Kıvanç METİN (Başkan)	Kalp ve Damar Cerrahisi	DEÜ Tıp Fakültesi Kalp Damar Cerrahisi Anabilim Dalı	Erkek	E ☐ H ☒	
Prof.Dr. Sermin ÖZKAL (Başkan Yardımcısı)	İç Hastalıkları	DEÜ Tıp Fakültesi İç Hastalıkları A.D.	Kadın	E ☐ H ☒	
Prof.Dr. Serkan YENİK	Endokrinoloji	DEÜ Tıp Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı	Erkek	E ☐ H ☒	Katılmadı
Prof.Dr.Pinar TUNCEL	İç Hastalıkları	DEÜ Tıp Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı	Kadın	E ☐ H ☒	
Prof.Dr. Ali GENÇ	Nörolojik Fizyoterapi - Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon	DEÜ Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksek Okulu	Kadın	E ☐ H ☒	Katılmadı
Doç.Dr.Bülent Doğan ARSAY	İç Hastalıkları	DEÜ Tıp Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı	Kadın	E ☐ H ☒	
Doç.Dr.Murat BEKTAŞ	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	DEÜ Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı	Erkek	E ☐ H ☒	
Doç.Dr.Tufan ÇANKAYA	İç Hastalıkları	DEÜ Tıp Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı	Erkek	E ☐ H ☒	
Doç.Dr.Ayfer DAYI	Davranış Fizyolojisi	DEÜ Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı	Kadın	E ☐ H ☒	
Doç.Dr.Korcan DEMİR	Pediyatrik Endokrinoloji	DEÜ Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı	Erkek	E ☐ H ☒	
Doç.Dr. Elif Nur KILIÇ (Başkan Yardımcısı)	İç Hastalıkları	DEÜ Tıp Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı	Erkek	E ☐ H ☒	
Öğr.Gör.Dr.Kıvanç YÜKSEL	Biyoistatistik ve Tıbbi Bilişim	Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik ve Bilişim A.D.	Erkek	E ☐ H ☒	
Ay Ece FERTİNA	Avukat	DEÜ Rektörlüğü Hukuk Müşavirliği	Kadın	E ☐ H ☒	Katılmadı
Mehmet Erhan ÖZKUL	Sağlık mensubu olmayan üye	DEÜ Tıp Fakültesi İdari Mali İşler	Erkek	E ☐ H ☒	

Dokuz Eylül Üniversitesi Girişimci Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu Kararı Formu