

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

**FAKOEMÜLSİFİKASYON YÖNTEMİ İLE
KATARAKT CERRAHİSİ YAPILAN
HASTALARDA KORNEA ANTERİOR VE
POSTERİOR KURVATUR DEĞİŞİMLERİ**

Dr. Kerem YILMAZ

UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. İsmet DURAK

İZMİR 2017

ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim süresince bilimsel, klinik ve cerrahi eğitimimde emeği geçen, başta Anabilim Dalı Başkanımız Sayın Prof. Dr. F. Hakan ÖNER' e ve değerli hocalarım, Prof. Dr. Mehmet H. ERGİN' e, Prof. Dr. Süleyman KAYNAK' a, Prof. Dr. Ahmet MADEN' e, Prof. Dr. Ali Osman SAATCI' ye, Prof. Dr. İsmet DURAK' a, Prof. Dr. Üzeyir GÜNENÇ' e, Prof. Dr. A. Tülin BERK' e, Prof. Dr. F. 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, Yrd. Doç. Dr. A. Taylan ÖZTÜRK' e, Uzm. Dr. Mahmut KAYA' ya ve Uzm. 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. İsmet DURAK' a ayrıca teşekkür eder; şükranlarımı sunarım.

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 Yeşim'e sonsuz teşekkürler.

Dr. Kerem YILMAZ

İzmir, 2017

İÇİNDEKİLER

SİMGELER ve KISALTMALAR	II
ŞEKİL LİSTESİ	III
TABLO LİSTESİ	V
DENKLEM LİSTESİ	VI
ÖZET	VII
SUMMARY	IX
GİRİŞ ve AMAÇ	1
GENEL BİLGİLER	2
1.Kornea	2
1.1. Kornea Anatomisi	2
1.2.Korneanın refraktif özellikleri	3
1.2.1.Keratometre	4
1.2.2.Korneal Topografi	4
1.3.Astigmatizma	6
1.3.1.Düzenli Astigmatizma	6
1.3.2.Düzensiz Astigmatizma	6
1.3.3.Cerrahi ile indüklenen astigmatizma	7
1.3.3.1.Basit çıkarma metodu	8
1.3.3.2.Grafik yöntemi	8
1.3.3.3.Lensmetre yöntemi	8
1.3.3.4.Vektör Analizi	8
1.3.3.5.Matematiksel yöntem	10
2.Katarakt	11
2.1.Katarakt Cerrahisinde Kesiler	11
2.1.1.Limbal Kesiler	11
2.1.2.Skleral Tünel Kesiler	12
2.1.3.Saydam Kornea Kesileri	12
2.1.3.1.Fine Tekniği	12
2.1.3.2.Williamson Tekniği	12
2.1.3.3.Langerman Tekniği	13
GEREÇ VE YÖNTEM	14
İSTATİSTİKSEL ANALİZ	17
BULGULAR	18
TARTIŞMA	44
SONUÇLAR	60
KAYNAKLAR	61

SİMGELER ve KISALTMALAR

GİB	:	Göz içi basıncı
GAT	:	Goldman aplanasyon tonometrisi
DGK	:	Düzeltilmiş göre keskinliği
ÖKA	:	Ön kamara açısı
ÖKD	:	Ön kamara derinliği
SKK	:	Saydam korneal kesi
CİA	:	Cerrahi ile indüklenen astigmatizma
GİL	:	Göz içi lens
D	:	Diyoptri
Sin	:	Sinüs
Cos	:	Kosinüs
AU	:	Aksiyel uzunluk
μ	:	Mikron
KU	:	Kurala uygun
KA	:	Kurala aykırı
°	:	Derece
Ort	:	Ortalama
OKT	:	Optik koherens tomografi

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: Scheimpflug prensibi ile çalışan Pentacam cihazında bir hastanın kornea ön ve arka yüzüne ait haritalar, korneanın ön yüz, arka yüz ve total kurvaturu ile ön segmente ait veriler	5
Şekil 2: Excel programını kullanan Surgically Induced Astigmatism Calculator (SIA Calculator) V.1.1 isimli hesap cetveli.....	11
Şekil 3: Olguların, yaşa göre dağılımı	18
Şekil 4: Ameliyat öncesi ile ameliyat sonrası 1. ve 3. ay, ortalama DGK karşılaştırması	18
Şekil 5: Pentacam, Otorefraktometre ve IOLMaster ile ölçülen, kornea ön yüz, astigmatizma değerlerinin karşılaştırması	19
Şekil 6: Pentacam ile ölçülen ameliyat öncesi ile ameliyat sonrası 1. ve 3. ay kornea ön yüz astigmatizma değerleri.....	19
Şekil 7: Pentacam, Otorefraktometre ve IOLMaster ile ölçülen, kornea ön yüz keratometri değerlerinin karşılaştırması	21
Şekil 8: Ameliyat öncesi ile ameliyat sonrası 1. ve 3. ay, kornea arka yüz, astigmatizma değerleri	21
Şekil 10: Ameliyat öncesi ile ameliyat sonrası 1. ve 3. ay, kornea total astigmatizma değerleri	22
Şekil 10: Kornea ön yüz, arka yüz ve total astigmatizma kadranı	23
Şekil 16: Korneal astigmatizma kadrانlarına göre ön, arka ve total astigmatizma değerleri	24
Şekil 17: Sağ ve sol gözler arasındaki 1. ve 3. ay CİA karşılaştırması	25
Şekil 18: Ana kesi yerleşimlerine göre kornea ön yüz ortalama 1.ve 3. ay CİA	25
Şekil 19: Ana kesi boyutlarına göre kornea ön yüz CİA	26
Şekil 15: Temporal kadranda ana kesi boyutlarına göre kornea ön yüz 1. ve 3. ay CİA.....	26
Şekil 16: Oblik kadranda ana kesi boyutlarına göre kornea ön yüz 1. ve 3. ay CİA.....	27
Şekil 17: Üst kadranda ana kesi boyutlarına göre kornea ön yüz 1. ve 3. ay CİA	28
Şekil 23: Kornea ön yüz astigmatizma kadrانına göre kornea ön yüz 1. ve 3. ay CİA.....	28
Şekil 24: Astigmatizma değeri gruplarına göre kornea ön yüz 3.ay CİA	29
Şekil 25: Aksiyel uzunluk gruplarına göre kornea ön yüz 3. ay CİA	31
Şekil 26: Ana kesi yerleşimine göre kornea arka yüz 1. ve 3. ay CİA	31
Şekil 27: Ana kesi boyutlarına göre kornea arka yüz 1. ve 3. ay CİA.....	32
Şekil 23: Temporal kadranda ana kesi boyutlarına göre kornea arka yüz 1. ve 3. ay CİA.....	32

Şekil 24: Oblik kadranda ana kesi boyutlarına göre kornea arka yüz 1. ve 3. ay CİA.....	33
Şekil 30: Üst kadranda ana kesi boyutlarına göre kornea arka yüz 1. ve 3. ay CİA.....	34
Şekil 31: Astigmatizma kadrana göre kornea arka yüz 1. ve 3. ay CİA.....	34
Şekil 32: Kornea ön yüz astigmatizma değerine göre kornea arka yüz CİA	35
Şekil 33: Kornea arka yüz astigmatizma değerine göre kornea arka yüz CİA ..	36
Şekil 34: Aksiyel uzunluklara göre kornea arka yüz 3. ay CİA	38
Şekil 35: Ana kesi yerleşimine göre kornea total 1. ve 3. ay CİA	38
Şekil 36 : Ana kesi boyutlarına göre kornea total 1. ve 3. ay CİA	39
Şekil 32: Temporal kadranda ana kesi boyutlarına göre kornea total 1. ve 3. ay CİA.....	39
Şekil 33: Oblik kadranda ana kesi boyutlarına göre kornea total 1. ve 3. ay CİA	40
Şekil 39: Üst kadranda ana kesi boyutlarına göre kornea total 1. ve 3. ay CİA	41
Şekil 40: Astigmatizma kadrana göre kornea total 1. ve 3. ay CİA	41
Şekil 41: Kornea ön yüz astigmatizma değerine göre, kornea total, 3. ay CİA ..	42
Şekil 42: Aksiyel uzunluklara göre, kornea total 3. ay CİA	43

TABLO LİSTESİ

Tablo 1: Vakaların, aksiyel uzunluk değeri grupları.....	19
Tablo 2: Kornea ön ve arka yüz astigmatizma değerleri	20
Tablo 3: Kornea ön yüz astigmatizma değerine göre gruplarda kornea arka yüz astigmatizma ortalamaları	20
Tablo 6: Total korneal astigmatizma değerleri	22
Tablo 7: Kornea ön ve arka yüz astigmatizma kadranı karşılaştırması	23
Tablo 8: Kornea ön yüz ve total astigmatizma değeri grupları	45
Tablo 9: Literatürde ve çalışmamızda kornea ön yüz astigmatizma ve keratometri değerleri	46
Tablo 10: Literatürde ve çalışmamızda kornea arka yüz astigmatizma değerleri ve ölçüm yöntemi	47
Tablo 11: Literatürde ve çalışmamızda 0,5 D ve üzerinde arka korneal astigmatizma değeri oranları	48
Tablo 12: Çalışmamızda, ön korneal astigmatizma gruplarında, arka korneal astigmatizma değerleri	48
Tablo 13: Kornea ön ve arka yüz astigmatizma kadranı	50
Tablo 14: Literatürde ve çalışmamızda kornea total astigmatizma değerleri ve ölçüm yöntemleri	51
Tablo 15: Kornea ön ve arka yüz astigmatizma kadranı ile kornea ön yüz, arka yüz ve total astigmatizma ilişkisi.....	52
Tablo 14: Literatürde ve çalışmamızda ana kesi boyutları ve yerleşimlerine göre CİA.....	57

DENKLEM LİSTESİ

Denklem 1: Bennet'in astigmatizma dekompozisyon metodu	9
Denklem 2: Polar değerlerin kartezyen değerlere çevrilerek hesaplanması	9
Denklem 3: Naeser metodu ile 90 ve 180 dereceliklik meridyenlerindeki polar değerler	10
Denklem 4: Naeser metodu ile 45 ve 135 derecelik meridyenlerdeki polar değerler ve CİA analizi	10



ÖZET

Amaç: Fakoemülsifikasyon yöntemi ile katarakt cerrahisi sonrası korneanın ön ve arka kurvatur değişikliklerinin karşılaştırılması

Materyal-Metot: Retrospektif çalışmamıza; fakoemülsifikasyon yöntemi ile katarakt cerrahisi ve göz içi lens (GİL) implantasyonu yapılan, post-operatif en az 3 ay izlemi olan, 141 hastanın 168 gözü dahil edildi. Ameliyat öncesi; otorefraktometre ile ölçülen keratometri değerleri; IOLMaster ile ölçülen keratometri ve aksiyel uzunluk (AU) değerleri kaydedildi. Pentacam ile, ameliyat öncesi ile ameliyat sonrası 1. ve 3. ayda; korneanın ön yüz, arka yüz ve total astigmatizma ile keratometri değerleri ölçüldü. Birinci ve 3. aydaki; kornea ön yüz, arka yüz ve total cerrahi ile indüklenen astigmatizma (CİA) vektör analizi ile hesaplandı. Kornea ön yüz, arka yüz ve total CİA ile ana kesi yerleşimi, ana kesi boyutu, AU ve operasyon öncesi astigmatizma arasındaki ilişkiler değerlendirildi.

Bulgular: Temporal, oblik ve üst kadranslardan saydam korneal kesi (SKK) yapılan gruplarda, ameliyat sonrası 3. ayda; kornea ön yüz ortalama CİA sırasıyla, $0,53 \pm 0,34$ D, $0,75 \pm 0,52$ D, $0,81 \pm 0,46$ D; kornea arka yüz ortalama CİA sırasıyla, $0,23 \pm 0,19$ D, $0,25 \pm 0,19$ D, $0,23 \pm 0,14$ D ve total korneal ortalama CİA sırasıyla, $0,58 \pm 0,43$ D, $0,79 \pm 0,52$ D, $0,86 \pm 0,52$ D idi. Kornea ön yüz ve total CİA açısından, sadece temporal ve üst kadranslardan ana kesi yapılan gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardı. Kornea arka yüzde ise ana kesi yerleşimine göre CİA farkları, istatistiksel olarak anlamlı değildi. Ana kesi boyutları 2,2 mm, 2,4 mm, 2,75 mm ve 3,5 mm olan gruplarda, 3. ayda; kornea ön yüz ortalama CİA, sırasıyla $0,38 \pm 0,17$ D, $0,62 \pm 0,19$ D, $1,05 \pm 0,40$ D, $1,31 \pm 0,67$ D; kornea arka yüz ortalama CİA, sırasıyla $0,17 \pm 0,10$ D, $0,24 \pm 0,17$ D, $0,27 \pm 0,23$ D, $0,30 \pm 0,19$ D ve total korneal ortalama CİA, sırasıyla $0,41 \pm 0,19$ D, $0,68 \pm 0,29$ D, $1,03 \pm 0,42$ D, $1,13 \pm 0,77$ D idi. Kornea ön yüz ve total kurvatur değişimleri incelendiğinde; ana kesi boyutları 2,75 mm ve 3,5 mm olan gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı. Fakat diğer gruplar arasındaki ikili karşılaştırmalarda farklar anlamlı idi. Kornea arka kurvatur değişiklikleri incelendiğinde, sadece 2,2 mm ve 3,5 mm ana kesi yapılan gruplar arasındaki CİA farkı anlamlı idi. Temporal kadrandan ana kesi yapılan grupta operasyon öncesi astigmatizma değerleri ≥ 2 D olan vakalarda, CİA istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek saptandı. Temporal ve oblik kadranslardan ana kesi

yapılan gruplarda, AU'ları <22 mm olan vakalarda, CİA istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulundu. Kornea arka yüz astigmatizma değerleri $\geq 0,5$ D olan vakalarda, kornea arka yüz CİA istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek saptandı.

Sonuç: Vakalar ana kesi boyutlarına göre incelendiğinde; en düşük CİA 2,2 mm ana kesi yapılan grupta saptanırken, bu grubu sırasıyla 2,4 mm, 2,75 mm ve 3,5 mm ana kesi yapılan gruplar izledi. Ana kesi yerleşimlerine göre yapılan analizde, en düşük CİA temporal kadran yerleşimli ana kesi yapılan grupta saptanırken, en yüksek CİA üst kadran yerleşimli ana kesi yapılan grupta bulundu. AU'ları <22 mm olan veya operasyon öncesi astigmatizma değerleri ≥ 2 D olan hastalarda CİA'nın yüksek olduğu görüldü. Ameliyat öncesi ölçülen, arka korneal astigmatizma değerleri $\geq 0,5$ D olan vakalarda, arka korneal CİA yüksek saptandı.

Anahtar kelimeler: Kornea, ön yüz astigmatizma, arka yüz astigmatizma, total astigmatizma, cerrahi ile indüklenen astigmatizma, aksiyel uzunluk, Pentacam

SUMMARY

PURPOSE: To compare the anterior and posterior corneal curvature changes after phacoemulsification surgery

METHODS: One hundred and sixty eight eyes of 141 patients who underwent phacoemulsification and intraocular lens implantation with a minimum post-operative follow-up of 3 months were included in our retrospective study. Keratometry values were recorded with autorefractometer; keratometry and axial length values were recorded with IOLMaster, pre-operatively. Anterior, posterior and total corneal astigmatism and keratometry values were measured by Pentacam, pre-operatively and post-operatively first and third month. The anterior, posterior and total surgically induced astigmatism (SIA) were calculated by the vector analysis at the first and the third post-operative months. The effects of main incision site and size, axial length, pre-operative astigmatism on corneal anterior, posterior and total SIA were evaluated.

RESULTS: In temporal, oblique and superior site incision performed cases; at the third post-operative month; mean anterior corneal SIA were 0.53 ± 0.34 diopters (D), 0.75 ± 0.52 D, 0.81 ± 0.46 D respectively; mean posterior corneal SIA were 0.23 ± 0.19 D, 0.25 ± 0.19 D, 0.23 ± 0.14 D respectively; mean total corneal SIA were 0.58 ± 0.43 D, 0.79 ± 0.52 D, 0.86 ± 0.52 D respectively. In terms of anterior and total SIA, there was a statistically significant difference, only between temporal and superior site main incision performed groups. Mean posterior corneal SIA differences were not statistically significant among the main incision site groups. In groups with 2.2 mm, 2.4 mm, 2.75 mm and 3.5 mm main incision sizes; at the third month; mean anterior corneal SIA were 0.38 ± 0.17 D, 0.62 ± 0.19 D, 1.05 ± 0.40 D, 1.31 ± 0.67 D respectively; mean posterior corneal SIA were 0.17 ± 0.10 D, 0.24 ± 0.17 D, 0.27 ± 0.23 D, 0.30 ± 0.19 D respectively and mean total corneal SIA were 0.41 ± 0.19 D, 0.68 ± 0.29 D, 1.03 ± 0.42 D, 1.13 ± 0.77 D respectively. When the corneal anterior and total curvature changes were analyzed, no statistically difference was found between the groups with the main incision size of 2.75 mm and 3.5 mm. But statistically significantly compared differences were found in dual analyses of between the other groups. When posterior corneal curvature changes examined; SIA difference was statistically significant, between only 2.2 mm and 3.5 mm incision groups. In temporal main

incision site group, higher SIA was found in cases with a pre-operative astigmatism value of ≥ 2 D. SIA was statistically significantly higher in cases with axial length less than 22 millimeters in temporal and oblique incision groups. Posterior corneal SIA was found statistically significantly higher in cases with a pre-operative posterior astigmatism of ≥ 0.5 D.

CONCLUSIONS: When cases are examined in terms of the main incision sizes; the lowest SIA was found in 2.2 mm main incision group that followed by 2.4 mm, 2.75 mm and 3.5 mm main incision groups. In analyses in terms of main incision sites; the lowest SIA was found in temporal incision site group and the highest SIA was found in superior incision site group. SIA was found to be high in cases with an axial lengths of < 22 mm or those with a pre-operative astigmatism values of ≥ 2 D. Posterior corneal SIA was high in cases with a pre-operative posterior corneal astigmatism values ≥ 0.5 D.

Key words: Cornea, anterior astigmatism, posterior astigmatism, total astigmatism, surgically induced astigmatism, axial length, Pentacam

GİRİŞ ve AMAÇ

Kristalin lensin, progresif olarak, saydamlığını yitirmesine katarakt denmektedir¹. Dünyada, önlenabilir körlük ve görme azalması yapan en yaygın hastalık kataraktır². Tek tedavisi, cerrahi olarak lensin çıkarılması ve yapay göz içi lens (GİL) implantasyonudur. Dünya çapında, en sık uygulanan cerrahi girişimdir². Bu işlemin tarihçesi, günümüzden 2000 yıl önceki yıllara, Antik Yunan dönemine dayanmaktadır. Günümüze kadar olan süreçte, ameliyat yönteminde, sürekli gelişme kaydedilmiştir. Charles D. Kelman 1967'de, katarakt cerrahisinde devrim olarak kabul edilen fakoemülsifikasyon yöntemini tanımlamıştır¹. Bu gelişme, katarakt cerrahisinin üç milimetrelik küçük kesiden yapılmasına olanak tanımıştır. Böylece, 180 derece genişliğe varabilen, geniş ameliyat kesileri yapılmasına gerek kalmamış ve bu sayede geniş kesilere bağlı gelişen komplikasyon oranları azalmıştır³. Küçük kesi sayesinde, cerrahi ile indüklenen astigmatizma (CİA) azalmıştır⁴. Hastalar daha iyi görsel kazanım elde etmişlerdir⁵. Günümüzde yapılan ameliyatlardan sonra, hastaların görme artışı ile birlikte, refraktif beklentileri de bulunmaktadır⁶. Bu sebeple, katarakt cerrahisi yapılan hastalarda, CİA giderek daha çok önem kazanmaktadır. CİA; yaş, ön kamara derinliği (ÖKD), korneal astigmatizma kadranı, operasyon öncesi astigmatizma değeri, aksiyel uzunluk (AU), ana kesi yerleşimi ve boyutu gibi değişkenlerden etkilenmektedir^{7, 8}. Yakın zamana kadar, CİA hesaplamalarında sadece kornea ön yüzü dikkate alınmaktaydı. Arka korneal astigmatizma değeri ölçülemediği için sabit bir değer olarak hesaba katılmaktaydı. Cerrahi sonrasında, arka korneal astigmatizma değerine ve aksına göre değişen oranlarda, refraktif hatalar görülmekteydi. Bu sebeple cerrahlar, ön korneal kurvatur ile birlikte, arka korneal kurvatur ile de ilgilenmeye başlamışlardır^{9, 10}.

Bu çalışmada; fakoemülsifikasyon yöntemi ile katarakt cerrahisi yapılan hastalarda, cerrahi ile indüklenen kornea ön yüz, arka yüz ve total astigmatizma değerlerinin; kornea dik aksı, operasyon öncesi astigmatizma değeri, AU, ana kesi yerleşimi ve boyutu gibi değişkenlerden nasıl etkilendiğini değerlendirmeyi amaçladık.

GENEL BİLGİLER

1.Kornea

1.1. Kornea Anatomisi

Kornea, gözün en ön kısmında, merkezde yer alan, saydam ve damarsız bir dokudur. Korneanın, ön yüzü göz yaşı film tabakası, arka yüzü ise humör aköz ile temas halindedir¹¹. Göz yaşı film tabakası, ortalama 7 µ kalınlıkta olup 3 katmandan oluşmaktadır. En dışta, göz kapağında yer alan meibom bezleri tarafından üretilen lipit katman; ortada, lakrimal bez ve yardımcı göz yaşı bezleri tarafından üretilen aköz katman ve en içte, konjoktivanın goblet hücreleri tarafından üretilen mukoprotein katman bulunmaktadır¹². Korneanın ön yüzü, göz yaşı film tabakası ile ıslanarak; pürüzsüz bir yüzeye sahip olmaktadır¹³. Havadaki serbest oksijen, göz yaşında çözündükten sonra difüzyon ile korneaya geçer. Bu durum, damarsız olan korneanın beslenmesini sağlamaktadır. Kornea periferi ise limbustaki kan damarlarından gelen oksijenle beslenmektedir¹².

Erişkinlerde; korneanın, horizontal çapı 11–12 mm, vertikal çapı ise 10–11 mm'dir. Korneanın yüzey alanı yaklaşık 1,3cm² olup gözün tüm yüzey alanının 1/14' ü kadardır. Saydam korneanın devamında, opak sklera ve yarı saydam konjoktivadan oluşan limbus hattı yer almaktadır. Limbusun dış çapı ise 12 mm kadardır. Kornea, karşıdan bakıldığında, üst ve alt kadranda limbusun skleraya benzemesi ve konjoktivanın korneayı örtmesi nedeniyle, oval görünümündedir. Kornea arka yüzü ise dairesel görünümde olup ortalama 11.6 mm çapa sahiptir¹¹.

Kornea topografisindeki, santral alan olarak adlandırılan, 1-2 mm'lik merkezi bölüm sferik yapıdadır. Santral alanı çevreleyen, halka şeklindeki 3-4 mm'lik bölüme ise parasantral alan adı verilmektedir. Parasantral alan, periferde doğru ilerleyici düzleşme gösterdiği için, asferiktir. Santral ve parasantral alanı içinde bulunduran; 5,4 mm çapındaki merkezi bölüme, apikal alan denilmektedir. Apikal alanın dışında kalan, 11 mm çaplı bölüm ise periferik alandır¹⁴.

Korneanın en büyük kurvaturunun geçtiği noktaya, korneal apeks adı verilmektedir. Normal bir korneada apeks, pupilla santraline göre temporalde yer almaktadır. Fiksasyon noktasından geçen çizginin korneayı dik açı ile kestiği noktaya ise korneal verteks adı verilmektedir. Verteks aynı zamanda keratoskopik görüntünün de merkezidir¹⁴.

1.2.Korneanın refraktif özellikleri

Kornea kalınlığı, merkezde 515 μ , periferde ise 633- 673 μ 'dur. Bu nedenle kornea sferosilindirik olarak adlandırılmasına rağmen asferik yapıdadır¹⁵. Korneanın eğrilik yarıçapı, santralden periferde doğru artmaktadır. Yani kırıcılık santralden periferde doğru azalmaktadır. Bu duruma, periferik düzleşme adı verilmektedir. Nazal ve üst kadranlardaki periferik düzleşme, diğer kadranlara göre daha belirgindir. Santral ve periferik kornea arasında yaklaşık 3 diyoptri (D) kırıcılık farkı bulunmaktadır¹⁴.

Korneanın merkezi eğrilik yarı çapı, ön yüzde 7,8 mm, arka yüzde ise 6,4 - 6,7 mm'dir^{14, 16, 17}. Ön ve arka yüz kurvaturları arasında pozitif yönde korelasyon bulunmaktadır¹⁸. Korneanın, ön yüzünün kırma gücü ortalama 48,8 D, arka yüzünün kırma gücü ortalama -5.8 D ve toplam kırıcılık gücü ortalama 43 D'dir¹⁹. Toplam kırıcılık değeri, kornea ön ve arka yüz kırıcılık değerleri kullanılarak, vektör analizi veya 'Ray Tracing' (Işın izleme) yöntemiyle hesaplanabilmektedir²⁰.

Korneanın kırma gücü, Snell refraksiyon yasası ile hesaplanmaktadır. Normalde hava, kornea ve humör aközün refraktif indisleri, sırasıyla 1,0, 1,376 ve 1,336'dır²¹. Ancak kornea arka yüzüne ait verilerin yetersiz olduğu dönemde kornea arka yüzünün toplam güç üzerindeki etkisi bilinmemektedir. Korneanın kırma gücünü hesaplamak için, hava ve kornea arasındaki refraktif indis farkı 1,3760 yerine 1.3375 olarak kabul edilip, kornea kurvatürüne bölünmekteydi¹⁴. Günümüzde ise arka korneal kurvatür değerlendirilebilmektedir²². Snell yasasına göre; ışık, havadan korneaya geçerken konverjans, korneadan hümor aköze geçerken ise diverjans göstermektedir²³. Bu nedenle, kornea ön ve arka yüz dikey meridyenleri üst üste olduğunda, total astigmatizma kornea ön yüz astigmatizmadan daha az olur. Kornea ön ve arka yüz dikey meridyenleri birbirlerinden uzaklaştıklarında ise total astigmatizma artış gösterir. Toplumda, 0,5 D'nin üzerinde arka korneal astigmatizma değerleri görülebilmektedir¹⁸. Bu nedenle ön ve total korneal astigmatizma arasında 0,5 D'nin ve/veya 10 derecenin üzerinde farklılıklar görülebilmektedir¹⁰. Yaşın ilerlemesiyle, toplumun büyük kısmında, kornea ön yüzünün dik aksı vertikal konumdan horizontal konuma dönme eğilimindedir. Fakat arka yüz dik aksı çoğunlukla vertikal olarak kalmaktadır. Bu sebeple toplam korneal astigmatizma değeri yaş ilerledikçe artış göstermektedir^{24, 25}.

1.2.1.Keratometre

Keratometre, 1845 yılında, ilk defa Helmholtz tarafından kullanılmıştır. O yıla kadar, katarakt cerrahisinin korneal kurvaturu ne kadar etkilediği bilinmemekteydi. Helmholtz, merkezi kornea optiğinin sferosilindirik lenslerin optiğine benzediğini ileri sürmüştür²⁶. Bu teoride, korneanın dışbükey bir ayna olduğu farz edilmektedir. Korneanın, önüne bir cisim konulduğunda cismin görüntüsünün boyutları, ön korneal kurvatur çapına göre değişmektedir. Görüntü; kornea ön kurvaturu, küçük yarı çaplı ise küçük, büyük yarı çaplı ise büyük olmaktadır. Pratikte karatometreler ya bilinen bir görüntü boyutunu elde etmek için cismin boyutunu değiştirir (Javal keratometre) ya da bilinen bir cismin boyutunu elde etmek için görüntü boyutunu değiştirir (Von Helmholtz keratometre). Bu prensiple tahmini korneal kurvatur verisi elde edilmektedir²⁷.

Yaygın olarak kullanılan Javal-Schiotz keratometresidir. Görüntü boyutunu ölçmek için cihazın düzeneğinde taban tabana zıt yerleşimli iki prizma vardır. Bu sayede, yansıtılan görüntü kornea yüzeyine iki parça halinde düşmüş olur ve hasta görüntüyü birbirinden sabit uzaklıkta ayrılmış iki parça halinde görür. Buna çiftleme ilkesi adı verilir. Kırmızı ve yeşil şekillerin birbirine temas ettiği noktada alınan neticelerden kurvatur çapları hesaplanır. Bu değerler, skala kullanılarak kırıcılık gücüne çevrilebilmektedir. Sonuç olarak, kornea ön yüzünün merkezi (3 mm çaplı) keratometri değeri ölçülmektedir¹⁹. Manuel keratometrelerde ölçüm yapan kişinin refraksiyonuna bağlı hatalar olabilmektedir. Otomatik karatometreler; daha bağımsız, hızlı ve doğru sonuçlar vermektedir²⁷.

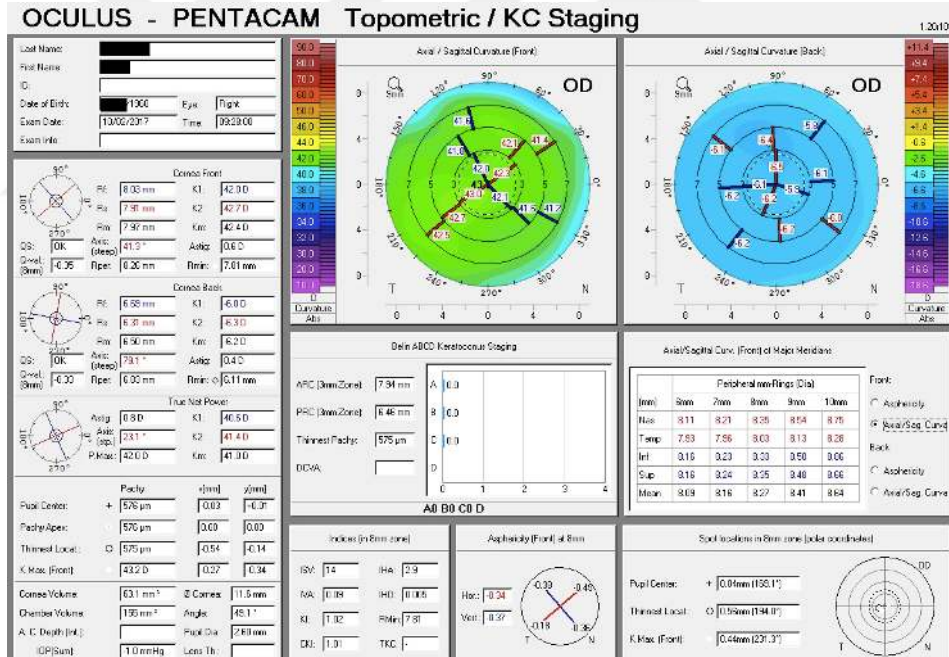
1.2.2.Korneal Topografi

Konvansiyonel karatometreler, 3 mm'lik merkezi kornea bölümünün kurvaturunu ölçerler. Bu ölçüm tüm kornea yüzeyini yansıtmamaktadır. Çünkü kornea asferik yapıdadır. Korneal topografi cihazları ile korneal kurvatur hakkında daha kapsamlı veriler elde edilmektedir²⁸.

Plasido diski benzeri iç içe geçen aydınlatılmış halkaları kullanan cihazlar, farklı boyutlardaki bir seri ışıklı halkayı kornea yüzeyine yansıtmaktadırlar. Merkezi halka keratometrenin merkezindeki standart mir gibi işlev görmektedir. Aynı zamanda korneanın merkezi 3 milimetresi için bir hedef yerine de geçmektedir. Halkalar arasında kalan alanlar ise korneal eğrilik hakkında fikir

vermektedir. Eğer bir seri ışıklandırılmış halka bir kameranın önüne yerleştirilirse, cihaz fotografik keratoskop olarak adlandırılmaktadır ve yansıyan halkaların görüntüsü niceliksel olarak incelenebilmektedir. Bilgisayarlı videokeratoskoplar ise kornea yüzeyinin renk ile kodlanmış diyoptri haritasını verebilmektedir²⁷.

Scheimpflug prensibi ile çalışan cihazlar ise dönen bir kamera ile 2 saniye içerisinde ön segmentin 50 adet kadar slit görüntüsünü almaktadırlar. İkinci bir kamera ise göz hareketlerini yakalayıp uygun düzeltmeleri yapmaktadır. Bu görüntüler bilgisayar ortamında işlenerek ön segmente ait üç boyutlu görüntü oluşturulmaktadır. Bu görüntülerden; kornea ön ve arka yüz topografisi, kornea kalınlığı, kornea çapı, ÖKD, ön kamara açısı (ÖKA), pupilla çapı ve lens kalınlığı gibi veriler elde edilmektedir. Bu cihazlar, aynı zamanda ışın izleme yöntemi ile korneal kurvatur verilerini de ölçmektedirler. Işın izleme yönteminde; korneaya paralel ışın demeti gönderilir; sonra ışınların izlediği yoldan yola çıkarak Snell yasasına göre kornea ön yüz, arka yüz ve total kırıcılık hesaplanmaktadır²⁹.



Şekil 1: Scheimpflug prensibi ile çalışan Pentacam cihazında bir hastanın kornea ön ve arka yüzüne ait haritalar, korneanın ön yüz, arka yüz ve total kurvaturu ile ön segmente ait veriler

Slit fotoğrafı ve lazer interferometri gibi projeksiyon prensibi ile çalışan cihazlar, belirlenen bir referans planı üzerindeki farklı noktadaki kornea yüksekliklerine ait verileri analiz ederek gerçek kornea şeklini ortaya koyabilmektedirler. Bu cihazlar hem paralimbal hem de düzensiz veya yansıma vermeyen alanlardan bilgi alabilmektedirler³⁰.

1.3.Astigmatizma

Gözün optik sisteminde meridyenler arasında kurvatur farkı olmasına astigmatizma adı verilmektedir. Düzenli ve düzensiz olmak üzere iki tip astigmatizma vardır.

1.3.1.Düzenli Astigmatizma

Düzenli astigmatizmada görüntü iki ayrı düzlemde, birbirine dik iki çizgi şeklinde oluşmaktadır. Düzeltme silindirik merceklerle yapılmaktadır. Basit, bileşik ve karışık olmak üzere 3 tip düzenli astigmatizma ve bunların miyop ve hipermetrop alt tipleri bulunmaktadır. Basit miyop astigmatizmada görüntü çizgilerinden biri retinanın üzerinde diğeri önündedir. Basit hipermetrop astigmatizmada görüntü çizgilerinden biri retinanın üzerinde diğeri arkasındadır. Bileşik miyop astigmatizmada görüntü çizgilerinin ikisi de retinanın önündedir. Bileşik hipermetrop astigmatizmada görüntü çizgilerinin ikisi de retinanın arkasındadır. Karışık astigmatizmada ise çizgilerin biri retinanın önünde diğeri arkasındadır¹⁹.

Astigmatizma kornea dik aksının yerleşimine göre kurala uygun (KU), kurala aykırı (KA) ve oblik olarak sınıflanmaktadır. Kornea ön yüzde; kırıcılığı fazla olan meridyen, KU astigmatizmada 60° – 120° arasında, KA astigmatizmada 0° – 30° veya 150° – 180° arasında, oblik astigmatizmada ise 30° – 60° veya 120° – 150° arasında yer almaktadır. Kornea ön yüz astigmatizma kadranının KU olmasına fizyolojik astigmatizma adı verilmektedir. Kornea arka yüzde ise kırıcılığı fazla olan meridyen KA astigmatizmada 60° – 120° arasında, KU astigmatizmada 0° – 30° veya 150° – 180° arasında, oblik astigmatizmada ise 30° – 60° veya 120° – 150° arasında bulunmaktadır¹⁸. Süt çocuklarında kornea ön yüzde genellikle KA astigmatizma vardır³¹. Gençlerde kornea ön yüzde çoğunlukla KU astigmatizma varken yaşlılarda KA ve oblik astigmatizma oranı artmaktadır. Arka korneal astigmatizma ise gençlerde çoğunlukla KA olup yaşlı nüfusun büyük bölümünde KA kalmaya devam etmektedir²⁵.

1.3.2.Düzensiz Astigmatizma

Düzensiz astigmatizmada kırıcılıkları farklı olan çok sayıda korneal meridyen bulunmaktadır. Retinoskopi ya da keratometrede, korneal meridyenlerin birbirlerine dik olmadıkları saptanabilmektedir. Ayrıntılı

değerlendirme ise korneal topografi veya wavefront aberometre gibi cihazlarla yapılabilmektedir¹⁹. Düzensiz astigmatizma, korneadaki nefelyon veya stromal dejenerasyon gibi patolojiler sonucu oluşabilmektedir. Görme keskinliği ileri derecede etkilenmektedir ve gözlüklerle tam olarak düzeltilememektedir. Bu hastalara, sert kontakt lens uygulanarak görüntünün iyileşmesi sağlanabilmektedir³².

1.3.3.Cerrahi ile indüklenen astigmatizma

Ameliyatta korneaya yapılan her müdahale kornea kurvaturunu etkilemektedir. Bunun sonucunda, ameliyat öncesi astigmatizma değeri hem güç hem de yön olarak değişikliğe uğramaktadır. Bu değişime CİA adı verilmektedir³³. CİA analizinde kullanılan yöntem, anlaşılması kolay, tekrarlanabilir, optik olarak anlamlı olmalı; aynı zamanda toplu çalışmalarda da doğru sonuçlar verebilmelidir³⁴. Bu sebeplerden dolayı, 3 boyutlu uzaysal düzlemde, astigmatizmayı hem miktar hem de yön olarak doğru bir biçimde ifade edebilmek için, çeşitli arayışlar içine girilmiştir. Vektör ile CİA analizi, ilk defa Stokes tarafından 1849'da ve daha sonra Jaffe ve Clayman tarafından yapılmıştır³⁵. Bennett³⁶, basit astigmatizma dekompozisyon yöntemi ile vektör analizini önermiştir. Holladay³⁷ ise verteks mesafesi ve korneal refraktif indeksin hesaba katılması ile daha doğru sonuç alınabileceğini belirtmiştir. Holladay'ın analitik yaklaşımında, silindir değeri ve aksı x ve y kartezyen değerlerine çevrilerek hesaplanmaktadır. Alpın³⁸ ise CİA'yı, vektör analizinin yanında 'fark vektörü', 'başarı indeksi', 'ayarlama katsayısı' gibi indislerle değerlendirmektedir. Kaye ve Patterson³⁹ 'global düzeltme indeksi' gibi indisleri kullanmayı önermişlerdir. Naeser⁴⁰ metodunda ise astigmatizma polar bileşenlere ayrılarak analiz edilmektedir. Harris'in⁴¹ yönteminde ise lineer optik ve matrisler kullanılarak, daha kompleks bir analiz yapılmaktadır. Bu kadar çok yöntemin tanımlanmış olması, kolay uygulanan ve astigmatizmayı tam olarak değerlendirebilen bir yöntemin bulunmamasından kaynaklanmaktadır. CİA analizinde kullanılan yöntemlerden bazıları; basit çıkarma metodu, vektör analizi, grafik yöntemi, lensmetre yöntemi ve matematiksel yöntemdir³⁴.

1.3.3.1.Basit çıkarma metodu

Değerlendirme yöntemlerinin en pratiği basit çıkarma metodudur. Bu yöntemde göre, operasyon öncesi ve sonrasındaki, düz ve dik keratometri değerleri arasındaki farklar CİA miktarını belirlemektedir. Ancak bu şekilde hesaplanan CİA yeterince tanımlayıcı değildir³⁴. Örneğin, 41,00 D ve 42,00 D'lik keratometri değerleri arasındaki fark ile 39,00 D ve 40,00 D'lik keratometri değerleri arasındaki fark eşit olmasına rağmen aynı vektörü ifade etmezler.

1.3.3.2.Grafik yöntemi

Grafik yöntemi; cetvel, pergeli ve milimetrik kağıt gerektirmektedir. Başlangıç ve sonuç astigmatizma koordinat eksenine birer vektör gibi çizilerek analiz yapılmaktadır. Analizden önce, astigmatizma aksları iki ile çarpılır. Bu değerler, vektör yönü olarak işaretlenir. Daha sonra vektörler arasındaki mesafe ölçülür. Son olarak bulunan vektörün aksı ikiye bölünür. Bu şekilde CİA değeri ve aksı bulunmaktadır³⁴.

1.3.3.3.Lensmetre yöntemi

Lensmetre yöntemi, lensmetre (fakometre) aleti ve deneme camları dışında donanım gerektirmemektedir. Hastanın, ameliyat öncesi ile sonrası astigmatizma değerleri deneme camları ile ölçülür. CİA, ameliyat öncesi ile sonrası ölçülen astigmatizma değerleri arasında yapılan çıkarma işlemi ile hesaplanmaktadır. Çıkarma işlemi için; çıkarılacak olan astigmatizma değerinin işareti ters çevrilir, aksı aynı bırakılır; sonra, camlar üst üste konulur ve lensmetre ile ölçüm yapılır. Ölçülen değer, CİA miktarını vermektedir. Bu yöntem, yaklaşık bir sonuç vermektedir ve her analiz için aynı işlemi tekrarlamak gerekmektedir. Bu nedenle vakit alan bir yöntemdir³⁴.

1.3.3.4.Vektör Analizi

Bu yöntemde; astigmatizma verileri, belirli bir boyut (D) ve yöne (aks) sahip olan kuvvet vektörleri gibi ele alınmaktadır³⁴.

Bennet'in astigmatizma dekompozisyon metoduna göre; α aksında, M değerinde, astigmatizma varlığında, silindirik değer meridyeni $\emptyset$ 'dır ($\emptyset = \alpha + 90$). Bu yöntemde; tüm açılar iki katına çıkarıldıktan sonra, silindirik değer apsis ve

ordinatlarına ayrılmaktadır. M değerinde ve Ø meridyenindeki silindirik değer için 2 vektöryel bileşen, denklem 1'deki gibi hesaplanmaktadır³⁶.

Denklem 1: Bennet'in astigmatizma dekompozisyon metodu

$$C0 = M \times \cos^2 \emptyset \quad C45 = M \times \sin^2 \emptyset$$

$$\text{Sonuç silindirik değer} = Mr = \sqrt{\sum C0^2 + \sum C45^2}$$

$$\text{Sonuç aks} = \emptyset r = \text{Arctan} \left[\frac{(Mr - \sum C0)}{\sum C45} \right]$$

$$M = \text{Astigmatizma değeri (D)} \quad \alpha = \text{Astigmatizma aksı } \emptyset = (\alpha + 90) = \text{Astigmatizma meridyeni}$$

Diğer bir metot ise polar değerlerin, koordinat sistemindeki, kartezyen değerlere çevrilerek hesaplanmasıdır. Önce, M büyüklükte ve Ø meridyenindeki, silindirin kartezyen değerleri, x ve y hesaplanmaktadır. Daha sonra, kartezyen değerleri alınan, birden fazla sayıdaki astigmatizma değerinin ortalamasını bulmak için x ve y değerlerinin ortalaması alınmaktadır. Kartezyen değer, astigmatizmanın standart polar değer şekli ile de gösterilebilmektedir. Bu hesaplamalar, denklem 2'deki gibi yapılmaktadır³⁹.

Denklem 2: Polar değerlerin kartezyen değerlere çevrilerek hesaplanması

$$x = M \times \cos^2 \emptyset \quad \text{Ort } x = \sum_{i=1}^n x_i / n$$

$$y = M \times \sin^2 \emptyset \quad \text{Ort } y = \sum_{i=1}^n y_i / n$$

$$\text{Silindirik değer} = \sqrt{x^2 + y^2} \quad \text{Açı değeri} = \frac{1}{2} \times \text{Arc tan } x/y$$

$$x \text{ ve } y > 0 \text{ ise Aks} = \text{Açı}, \quad x < 0 \text{ ise Aks} = \text{Açı} + 90^\circ, \quad x > 0 \text{ ve } y < 0 \text{ ise Aks} = \text{Açı} + 180^\circ$$

$$M = \text{Astigmatizma değeri (D)} \quad \alpha = \text{Astigmatizma aksı } \emptyset = (\alpha + 90) = \text{Astigmatizma meridyeni}$$

Naeser' in polar değer metodunda ise seçilen belli bir meridyendeki değişiklik hesaplanabilmektedir. Bu yöntemde; incelenmek istenen, Ω ve (Ω+90) aksında bulunan, birbirine dik iki meridyen seçilip, aralarındaki silindirik güç farkı, yani polar değerler hesaplanabilmektedir. Farklı meridyenlerde incelenme yapmak istenildiğinde, Ω değeri değiştirilerek hesap yapılabilmektedir⁴². Örneğin; Ω = 90 olduğunda, KP(90), yani vertikal meridyendeki korneal güce karşılık gelen polar değer, denklem 3'teki gibi hesaplanabilmektedir⁴².

Denklem 3: Naeser metodu ile 90 ve 180 dereceliklik meridyenlerdeki polar değerler

$$KP(\Omega) = M \times \sin^2 \alpha \quad KP(\Omega+90) = M \times \cos^2 \alpha$$

$$KP = M \times [\sin^2 (\emptyset - \Omega) - \cos^2 (\emptyset - \Omega)]$$

$$KP(90) = M \times [\sin^2 (\alpha + 90 - 90) - \cos^2 (\alpha + 90 - 90)]$$

$$KP(90) = M \times (\sin^2 \alpha - \cos^2 \alpha)$$

M = Astigmatizma değeri (D)

α = Astigmatizma aksı $\emptyset = (\alpha + 90)$ = Astigmatizma meridyeni

İncelenen düzlem Ω meridyenine göre saatin aksi istikamette 45 derece çevrildiğinde ise oblik meridyenin polar değeri (AKP) ve o meridyendeki CİA olan Δ AKP denklem 4'teki gibi hesaplanabilmektedir⁴².

Denklem 4: Naeser metodu ile 45 ve 135 derecelik meridyenlerdeki polar değerler ve CİA analizi

$$AKP_{preop} = M \times [\sin^2 (\alpha_{preop} + 90 - \alpha_{preop}) - \cos^2 (\alpha_{preop} + 90 - \alpha_{preop})]$$

$$AKP(+45)_{preop} = M \times [\sin^2 (\alpha_{preop} + 45 - \alpha_{preop}) - \cos^2 (\alpha_{preop} + 45 - \alpha_{preop})]$$

$$AKP_{postop} = M \times [\sin^2 (\alpha_{postop} + 90 - \alpha_{preop}) - \cos^2 (\alpha_{postop} + 90 - \alpha_{preop})]$$

$$AKP(+45)_{postop} = M \times [\sin^2 (\alpha_{postop} + 45 - \alpha_{preop}) - \cos^2 (\alpha_{postop} + 45 - \alpha_{preop})]$$

$$\Delta AKP = AKP_{postop} - AKP_{preop}$$

$$\Delta AKP(+45) = AKP(+45)_{postop} - AKP(+45)_{preop}$$

1.3.3.5. Matematiksel yöntem

Bu yöntemde, operasyon öncesi ve sonrasına ait astigmatizma değerleri, grafik yönteminde olduğu gibi, önce vektörlere dönüştürülmektedir. Ancak CİA, çizim yoluyla değil, matematiksel işlemler ile kesin olarak hesaplanmaktadır³⁴.

Günümüzde, bilgisayar programlarına, hastanın ameliyat öncesi ile sonrası astigmatizma değerleri girilerek CİA elde edilebilmektedir. Dr. Saurabh Sawhney ve Dr. Aashima Aggarwal'ın oluşturduğu 'Surgically Induced Astigmatism Calculator v 1.1' (SIA Calculator) isimli excel hesap cetveli ile CİA kolayca hesaplanabilmektedir⁴³. Dr. Sait Eğrilmez ve ark. tarafından üretilen, Microsoft Visual Basic 6.0 programlama dilinde Microsoft veri tabanı(.mdb) dosyalarını kullanan Windows tabanlı 32 bit bir program olan 'Astigmatizma Analizinde Vektöryel Analiz Programı' ile de benzer şekilde CİA hesaplanabilmektedir. Bu

programlara hastanın cerrahi öncesi ve sonrası, keratometri veya astigmatizma değerleri girilerek CİA hesaplanabilmektedir³⁴.

Şekil 2: Excel programını kullanan Surgically Induced Astigmatism Calculator (SIA Calculator) V.1.1 isimli hesap cetveli

2.Katarakt

Önlenebilir körlük nedenleri arasında olan katarakt, cerrahide sağlanan gelişmeler sayesinde çok başarılı tedavi edilmektedir⁴⁴. Fakoemülsifikasyon yöntemi sayesinde katarakt ameliyatının başarısı çok artmıştır⁴⁵. Anatomiye uygun şekilde cerrahinin tamamlanmasıyla; kornea, iris, ön kamara açısı gibi ön segment ve vitreus, retina gibi arka segment yapılarının fizyolojik ve anatomik özellikleri korunabilmektedir^{2, 46}.

2.1.Katarakt Cerrahisinde Kesiler

Yerleşimlerine göre; limbal, skleral ve korneal olmak üzere 3 tip kesi vardır¹⁹.

2.1.1.Limbal Kesiler

İki çeşit limbal kesi vardır. Direkt limbal kesi; yüzeye dik kesiyi takiben, eğimli olarak ön kamaraya girilerek oluşturulmaktadır. GİL çapından biraz daha uzun kesi tercih edilmektedir. Limbokorneal tünel keside; öncelikle GİL'ye uygun genişlikte ve 300 µ derinliğinde dik bir kesi oluşturulmaktadır. Sonra iris düzlemine paralel limbokorneal tünel kesi yapılmaktadır. En son, dik açıyla ön kamaraya girilmektedir⁴⁷.

2.1.2.Skleral Tünel Kesiler

Özellikle 90'lı yıllardan sonra, kapalı sistem katarakt cerrahisinin yapılmaya başlanmasıyla, skleral kesiler popüler olmuştur. Skleral tünel keside; ilk olarak, limbustan 2 mm gerisinden, 45 derecelik bıçakla, yaklaşık 400 µ'luk, dik bir kesi yapılmaktadır. Daha sonra; kresent bıçakla, 2 mm kadar, kornea içine ilerlenerek; 8 mm genişliğindeki korneal giriş ağzı hazırlanmaktadır. Kesinin şekli; düz, limbusta paralel veya ters yay şeklinde yapılabilmektedir. Altı mm genişlik, hem nükleusun doğurtulması hem de GİL implantasyonu için yeterli olmaktadır. Skleral uç açıklığı 7 mm'ye kadar olan kesilerde suture gerekmemektedir⁴⁸.

2.1.3.Saydam Kornea Kesileri

Fakoemülsifikasyon yöntemi ile katarakt cerrahisinin yaygınlaşmasından sonra, Fine ve Shimizu saydam korneal kesiyi (SKK) geliştirmişlerdir. Kesi yerinden kanama olmaması, bu kesinin en önemli avantajıdır. SKK suture atmaya gerek kalmadan kapanabilmektedir. Tek veya çok düzlemli olarak yapılabilmektedir⁴⁹.

2.1.3.1.Fine Tekniği

Bu yöntemde, Fine-Thornton fiksasyon halkası ile göz stabilize edilir. Sonra damar yayı önünden, oblik olarak Desme membranı geçilerek ön kamaraya girilir; elmas bıçak iris hattına paralel şekilde ilerletilerek tünel gerçekleştirilir. Tek düzlemli, 2,8 mm-3,2 mm, kesi idealdir. Dış basınç ile en kolay sızdıran kesidir⁴⁹.

2.1.3.2.Williamson Tekniği

Bu teknikte, aşağıdaki aşamalardan oluşan, 3 düzlemli bir kesi oluşturulur.

1. Kornea damar bitiminden 300 µ'luk dik SKK yapılır.
2. Üçgen bıçak (3,2 mm) ile irise paralel 2,8 mm ilerlenir.
3. Pupilla merkezine doğru 45 derecelik eğimle ön kamaraya girilir.

Bu tip keside; göze bası uygulandığında, oluşan sızıntının hipotoni yaratması sonucunda, yara dudakları gevşeyerek kapanmaktadır. Böylece, tekrar basınç uygulansa dahi sızıntı olmamaktadır⁵⁰.

2.1.2.3.Langerman Tekniği

Bu yöntemde; ilk olarak, stromal derinliğin %75'i kadar oluk oluşturulur. Sonra, oluğun 1/3 derinliğinden başlayan tünel yapılır. Son olarak, bıçak dikleştirilerek n kamaraya girilir. Oluk ile tünel düzlemlerinin farklı olması, valf etkisi oluşturur. Dış basınca Fine tekniğinden daha dayanıklı bir kesi elde edilmektedir⁵¹.

Saydam Korneal Kesinin Avantajları:

1. Trabeklektomili gözlerde blebe zarar vermemektedir.
2. Kanama diyatezi olan hastalarda uygulanabilmektedir.
3. Skatrizan hastalığı olan hastalarda yapılabilir.
4. Fakoemülsifikasyon probuyla daha kolay manipülasyona izin vermektedir.
5. Ek cerrahi alete gerek kalmamaktadır.
6. Uygulaması kolay olup, kısa sürede tamamlanmaktadır.
7. Koter ihtiyacı olmamaktadır.
8. Strasyonsuz kapanabilmektedir.
9. Topikal anestezi ile uygulanabilmektedir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmaya Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı polikliniğine başvuran ve oftalmolojik muayenelerinde katarakt teşhisi konulup, Eylül 2015- Nisan 2017 tarihleri arasında fakoemülsifikasyon yöntemi ile katarakt cerrahisi ve GİL implantasyonu yapılan, 141 hastanın 168 gözü dahil edildi. Çalışma retrospektif olarak yapıldı.

Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri

- Katarakt dışında göz hastalığının bulunmaması (Glokom, Üveit, Diyabetik retinopati, Kornea hastalıkları vb.)
- Fakoemülsifikasyon yöntemi ile katarakt cerrahisi ve arka kamara GİL implantasyonuna engeli bulunmaması
- 18 yaşından büyük olması
- Hamilelik olmaması
- Cerrahi sırasında herhangi bir komplikasyon yaşanmamış olması

Çalışmadan Dışlanma Kriterleri:

- Düzensiz astigmatizma olması
- Keratokonus veya diğer ektatik kornea hastalıklarının olması
- Fuch's endotelyal distrofi veya diğer korneal distrofilerin olması
- Psödoeksfoliasyon veya travma sonrası gelişen zonüler defekt olması
- Geçirilmiş oküler cerrahi öyküsü olması
- Takiplerin zamanında ve düzgün olmaması
- Operasyon sırasında korneal kesinin sutureasyonu

Operasyon Öncesi Muayene

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

- Otopraktometre (Nidek ARK 510-A Tonoref II Autorefractor / Keratometer, NIDEK, JAPAN) ile refraksiyon ve keratometri ölçümü
- Projeksiyon eşeli ile refraksiyon ile düzeltilmiş uzak görme keskinliği (DGK) ölçümü

- Işık refleksi, rölatif afferent pupilla defekti (RAPD) ve renkli görme testi
- Biyomikroskopik muayene
- Goldman aplanasyon tonometrisi (GAT) ile göz içi basınç ölçümü
- Lazer interferans biyometri (IOLMaster, Version V2.02, Carl Zeiss Meditec, Jena, Germany) ile oküler biyometri ölçümü
- Scheimpflug korneal topografi (Pentacam, Oculus Inc, Lynwood, WA, USA)
- İndirekt oftalmoskop ile fundus bakışı
- Optik koherens tomografi (Heidelberg Spectralis, HRA + OCT, Heidelberg Engineering, Germany) ile makula değerlendirilmesi

Tüm muayeneler aynı doktor tarafından (Dr. Kerem YILMAZ) yapıldı.

Cerrahi Teknik

Operasyon öncesi pupilla dilatasyonu için hastalara 15 dakika ara ile üç kez %1,0 siklopentolat (Sikloplejin, Abdi İbrahim İlaç), %0,5 tropikamid (Tropamid, Bilim İlaç) ve %2,5 fenilefrin (Mydfrin, Alcon) damlatıldı. Topikal anestezi %0,5 proparakain (Alcaine, Alcon) ile yapıp endoftalmi proflaksisi için %5 povidon iodin damlatılıp en az 3 dakika beklendi. Hastanın steril olarak örtülmesini takiben üst, oblik veya temporal kadranslardan saydam korneal tünel kesi hazırlanarak ön kamaraya girildi. 2,2 mm (Metal Clear Cut HP2, slit knife), 2,4 mm (Metal Clear Cut HP2, slit knife), 2,75 mm (Clear Cut, Dual Bevel knife) veya 3,5 mm (Metal R Slit Angled 3.5mm knife) bıçaklar kullanıldı, bütün bıçaklar Alcon, Fort Worth, Texas, USA ürünüydü. Girilen bıçağın boyutu not edildi. Önce dispersif (Viscoat, Alcon, USA, %3 Na Hyaluronate, %4 Na Chondroitin Sulfate), sonra da kohezif viskoelastik madde (%1,4 Na Hyaluronate, Healon GV, Abbott Medical Optics, USA) verilerek 'soft-shell tekniği' ile ön kamara oluşturulduktan sonra 5-5.5 mm çapında kesintisiz kenarlı kapsülorektomi yapıldı. MVR (V-Lance knife 20 Gauge, 0.81 mm, Alcon Surgical, Fort Worth, Texas, USA) bıçakla iki adet yan kesi oluşturuldu. Hidrodiseksiyonu takiben nükleus fakoemülsifikasyon probu (Infinity Ozil Handpiece / Centurion Ozil Handpiece, Alcon Surgical Inc. Fort Worth, Texas, USA) 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 GİL

(Acrysof, MA60AC veya SA60AT, Alcon Surgical Inc. Fort Worth, Teksas, USA) kapsüler kese içerisine yerleştirildi. Acrysof SA60AT GİL Monarch III enjektör / C Kartuş (Alcon Surgical Inc. Fort Worth, Teksas, USA) ile 2,2 mm, 2,4 mm veya 2,75 mm kesiden kapsüler kese içerisine yerleştirildi. Acrysof MA60AC GİL Monarch III enjektör / B Kartuş (Alcon Surgical Inc. Fort Worth, Teksas, USA) ile 2,75 mm kesiden veya 2,75 mm kesinin 3,5 mm'ye genişletilmesinin ardından katlanarak kapsüler kese içerisine yerleştirildi. Bimanuel I/A ile viskoelastik madde temizlendi. Kesi yerlerine stromal hidrasyon yapılıp, ön kamaraya 0,1mg / 0,1ml sefuroksim verilerek operasyon sonlandırıldı. Ameliyatlar 5 cerrah tarafından gerçekleştirildi.

Postoperatif Takip

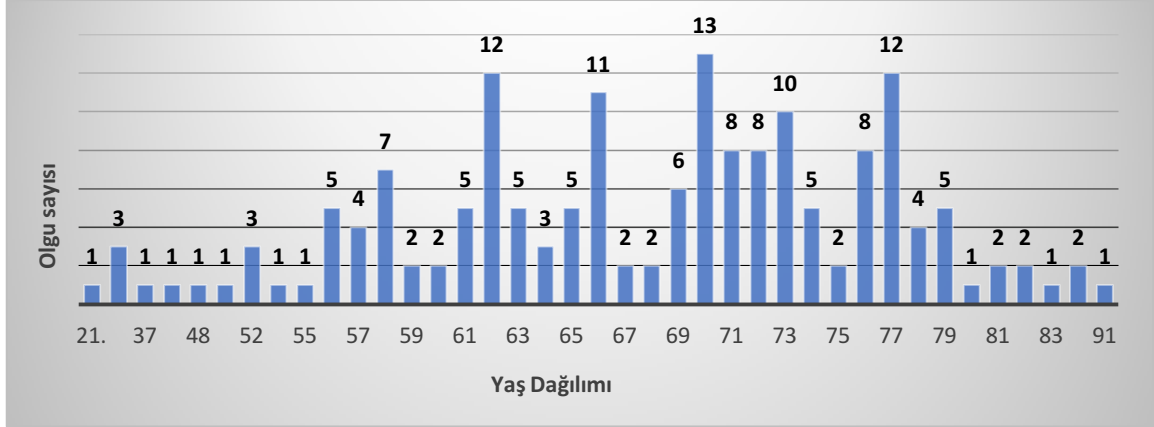
Hastalara postoperatif dönemde ilk hafta günde altı kez prednizolon asetat %1,0 (Pred Forte, Allergan) ile ofloksasin %0,3 (Exocin, Allergan) veya moksifloksasin %0,5 (Vigamox, Alcon) damla verildi. Birinci hafta kontrolünde antibiyotikli damla kesildi, steroidli damla ise 4 haftada azaltılarak kesildi. Hastalar postoperatif 1. gün, 1. hafta, 1. ay ve 3. ayda görüldü. Tüm kontrollerde keratometrik ölçümleri (Otorefraktometre), refraksiyon değerleri, düzeltilmiş en iyi görme keskinliği, GAT ile göz içi basınç ölçümleri ve biyomikroskopik muayeneleri yapıldı. Birinci ve 3. ayda Pentacam ile kornea topografisi yapıldı. Pentacam, Otorefraktometre ve IOLMaster ile ölçülen korneal astigmatizmanın mutlak değeri kaydedildi. Pentacam ile ölçülen kornea arka yüz keratometri değerinin mutlak değeri kaydedildi. Biyomikroskopik muayenede kesi yerinin lokalizasyonu derece olarak ölçüldü. Kornea ön yüzde kırıcılığı fazla olan meridyen 60–120° arasında ise KU, 0–30° veya 150–180° arasında ise KA, 30–60° veya 120–150° arasında ise oblik astigmatizma olarak değerlendirildi. Kornea arka yüzde kırıcılığı fazla olan meridyen 60–120° arasında ise KA, 0–30° veya 150–180° arasında ise KU, 30–60° veya 120–150° arasında ise oblik astigmatizma olarak kabul edildi. Pentacam ile ölçülen operasyon öncesi ve operasyon sonrası (1. ay ve 3. ay) K1 ve K2 değerleri ile aksları SIA calculator V1.1' e girilerek CİA hesaplandı.

İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Sürekli değişkenler, ortalama ve standart sapmayla; kategorik değişkenler, yüzdelerle gösterilmiştir. Olgularda; IOLMaster, Otorefraktometre ve Pentacam'ın ölçümlerinin tutarlılığı, sınıf içi korelasyon katsayısıyla çözümlenmiştir. Olgularda; ameliyat öncesi ile ameliyattan sonraki 1. ve 3. aylardaki, DGK, GİB, astigmatizma ve korneal kırıcılık (K1 ve K2) değişimlerinin analizinde, Friedman varyans analizi kullanılmıştır. Birinci ve 3. aydaki CİA değişimleri Wilcoxon işaretli sıralar testi ile analiz edilmiştir. AU, operasyon öncesi astigmatizma, ana kesi boyutu, ana kesi yerleşimi gibi bağımsız değişkenlere göre CİA analizi, Kruskal-Wallis varyans analizi ve/veya Mann Whitney-U testi ile değerlendirilmiştir. Alfa yanılma düzeyi 0.05'in altında anlamlı kabul edilmiştir. Analizlerde SPSS 15.0 sürümü kullanılmıştır.

BULGULAR

Çalışmamıza; ortalama yaşları $67,23 \pm 10,50$ yıl olan, 141 hastanın (73 kadın, 68 erkek) 168 gözü (86 sağ, 82 sol, göz), dahil edildi. Vakaların 38'inde (%22,6) diabetes mellitus, 57'sinde (%33,9) sistemik hipertansiyon mevcut idi.



Şekil 3: Olguların, yaşa göre dağılımı

Görme Keskinliği: Snellen eşeline göre ortalama DGK, ameliyat öncesi ile ameliyat sonrası 1. ve 3. ayda, sırasıyla $0,27 \pm 0,18$, $0,95 \pm 0,14$ ve $0,96 \pm 0,13$ idi. Ameliyat öncesi ile ameliyat sonrası 1. ve 3. ay arasındaki DGK farkları ($p < 0,001$), istatistiksel olarak anlamlı iken 1. ve 3. ay arasındaki DGK farkı ($p > 0,05$) istatistiksel olarak anlamlı değildi.



Şekil 4: Ameliyat öncesi ile ameliyat sonrası 1. ve 3. ay, ortalama DGK karşılaştırması

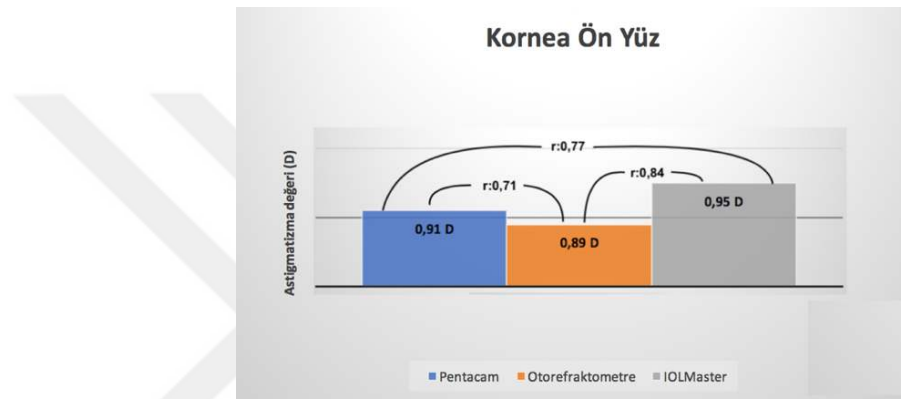
Göz İçi Basıncı: Vakaların; GAT ile ölçülen ortalama GİB değerleri, ameliyat öncesi ile ameliyat sonrası 1. ve 3. ayda, sırasıyla $15,35 \pm 2,0$ mm Hg, $14,58 \pm 2,08$ mm Hg ve $14,24 \pm 1,9$ mm Hg idi. GİB değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı idi (Friedman varyans analizi, $p < 0,001$).

Aksiyel Uzunluk: IOLMaster ile ölçülen, ortalama AU değeri $23,70 \pm 1,77$ mm ($15,85$ - $30,95$ mm) idi. AU değerleri; vakaların, 13'ünde (%7,7) < 22 mm, 144'ünde (%85,8) 22 – 26 mm arasında ve 11'inde (%6,5) > 26 mm idi.

Tablo 1: Vakaların, aksiyel uzunluk değeri grupları

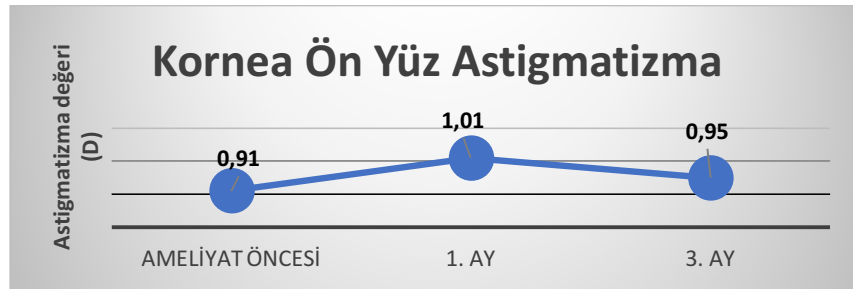
Aksiyel uzunluk	<22mm	22–26mm	>26mm
Vaka sayısı	13 (%7,7)	144 (%85,8)	11 (%6,5)

Ön yüz astigmatizma: Pentacam, Otorefraktometre ve IOLMaster ile ölçülen, ortalama kornea ön yüz astigmatizma değerleri, sırasıyla $0,91 \pm 0,71$ D, $0,89 \pm 0,64$ D ve $0,95 \pm 0,75$ D idi. Bu cihazların ölçümleri arasında yapılan, ikili karşılaştırmaların üçünde de pozitif yönde ve anlamlı düzeyde korelasyon saptandı (Spearman korelasyon analizi; Pentacam- Otorefraktometre $r= 0,71$, Otorefraktometre-IOLMaster $r= 0,84$, Pentacam-IOLMaster $r= 0,77$; $p<0,001$).



Şekil 5: Pentacam, Otorefraktometre ve IOLMaster ile ölçülen, kornea ön yüz, astigmatizma değerlerinin karşılaştırması

Vakaların; Pentacam ile ölçülen, kornea ön yüz astigmatizma değerlerinin ortalamaları, ameliyat öncesi ile ameliyat sonrası 1. ve 3. ayda, sırasıyla $0,91 \pm 0,71$ D, $1,01 \pm 0,70$ D ve $0,95 \pm 0,65$ D idi. Ameliyat öncesi ile karşılaştırıldığında; ameliyat sonrası 1. aydaki değişim ($p: 0,014$), istatistiksel olarak anlamlı iken ameliyat sonrası 3. aydaki fark ($p:0,21$) istatistiksel olarak anlamlı değildi (Wilcoxon işaretli sıralar testi). Ameliyat sonrası 1. ve 3. ay arasındaki fark ($p: 0,019$), istatistiksel olarak anlamlı idi (Wilcoxon Testi).



Şekil 6: Pentacam ile ölçülen ameliyat öncesi ile ameliyat sonrası 1. ve 3. ay kornea ön yüz astigmatizma değerleri

Hastaların; Pentacam, Otorefraktometre ve IOLMaster ile ölçülen, kornea ön yüz astigmatizma değerleri, her üç yöntem ile de; doksan bir (%54,1) vakada, 1 D'nin altında ölçüldü. Bu gruptaki, arka yüz astigmatizma değerleri, vakaların 79'unda (%88,5) 0.5 D altında, 12'sinde (%11,5) ise 0.5 D ve üzerinde bulundu; altmış üç (%37,5) vakada, 1 D ile 1,9 D arasında ölçüldü. Bu gruptaki, arka yüz astigmatizma değerleri, vakaların 52'sinde (%82,5) 0.5 D altında, 11'inde (%17,5) ise 0.5 D ve üzerinde saptandı; on bir (%6,5) vakada, 2D ile 2,9 D arasında ölçüldü. Bu gruptaki, arka yüz astigmatizma değerleri, vakaların 9'unda (%81,8) 0.5 D altında, 2'sinde (%18,2) ise 0.5 D ve üzerinde idi; üç (%1,8) vakada, 3 D ve üzerinde ölçüldü. Bu gruptaki arka yüz astigmatizma değerleri, vakaların 1'inde 0.5 D altında, 2'sinde ise 0.5 D ve üzerinde bulundu.

Tablo 2: Kornea ön ve arka yüz astigmatizma değerleri

		Kornea arka yüz		Toplam vaka
Astigmatizma		<0,5 D	≥0,5 D	
Kornea ön yüz	<1D	79 (%47,0)	12 (%7,2)	91 (%54,2)
	1–1,9 D	52 (%31,0)	11 (%6,5)	63 (%37,5)
	2–2,9 D	9 (%5,3)	2 (%1,2)	11 (%6,5)
	≥3 D	1 (%0,6)	2 (%1,2)	3 (%1,8)
Toplam vaka		141 (%83,9)	27 (%16,1)	168 (%100)

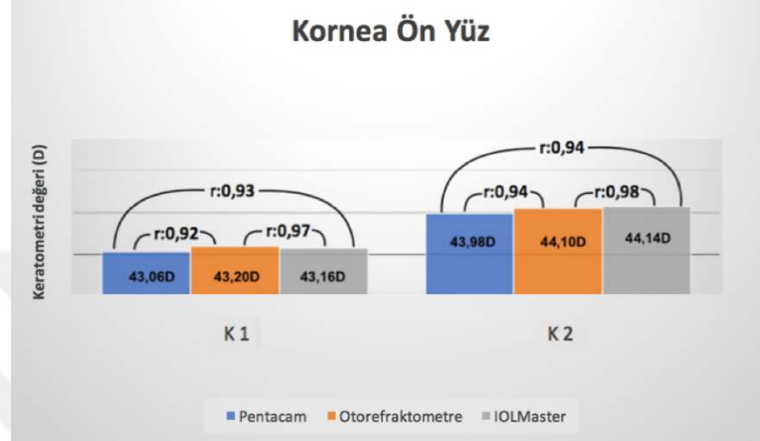
Kornea ön yüz astigmatizma değerleri 1D'nin altında, 1–1,9 D arası, 2–2,9 D arası ve 3 D ve üzerinde olan vakalarda; arka korneal astigmatizma ortalamaları, sırasıyla $0,26\pm0,20$ D, $0,31\pm0,30$ D , $0,36\pm0,30$ D ve $0,73\pm0,80$ D idi.

Tablo 3: Kornea ön yüz astigmatizma değerine göre gruplarda kornea arka yüz astigmatizma ortalamaları

Kornea ön yüz astigmatizma	Arka yüz astigmatizma ortalaması (D)
<1D	$0,26\pm0,20$
1–1,9 D	$0,31\pm0,30$
2–2,9 D	$0,36\pm0,30$
≥3 D	$0,73\pm0,80$

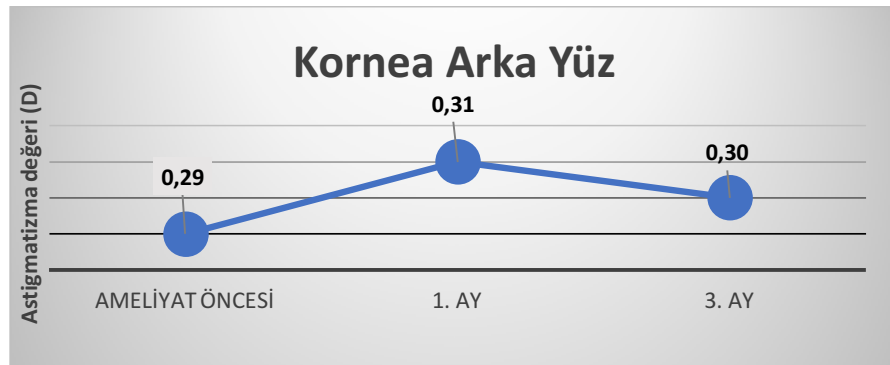
Ön yüz keratometri: Olguların; Pentacam, Otorefraktometre ve IOLMaster ile ölçülen K1 ortalamaları, sırasıyla $43,06\pm1,75$ D, $43,20\pm1,69$ D ve $43,16\pm1,77$ D;

K2 ortalamaları, sırasıyla $43,98 \pm 1,90$ D, $44,10 \pm 1,84$ D ve $44,14 \pm 1,89$ D idi. Bu cihazların ölçümleri arasında yapılan, ikili karşılaştırmaların üçünde de pozitif yönde güçlü ve anlamlı düzeyde korelasyon saptandı (Spearman korelasyon analizi; K 1 için Pentacam-Otorefraktometre $r:0,92$, Otorefraktometre-IOLMaster $r:0,97$, Pentacam-IOLMaster $r:0,93$; K 2 için Pentacam-Otorefraktometre $r:0,94$, Otorefraktometre-IOLMaster $r:0,98$, Pentacam-IOLMaster $r:0,94$; $p<0,001$).



Şekil 7: Pentacam, Otorefraktometre ve IOLMaster ile ölçülen, kornea ön yüz keratometri değerlerinin karşılaştırması

Arka yüz astigmatizma: Vakaların; Pentacam ile ölçülen, ortalama kornea arka yüz, astigmatizma değerleri, ameliyat öncesi ile ameliyat sonrası 1. ve 3. ayda, sırasıyla $0,29 \pm 0,17$ D, $0,31 \pm 0,19$ D ve $0,30 \pm 0,22$ D idi. Ameliyat öncesi ile ameliyat sonrası 1. ve 3. aydaki, kornea arka yüz astigmatizma değerleri arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı değildi (Friedman varyans analizi, $p: 0,425$).



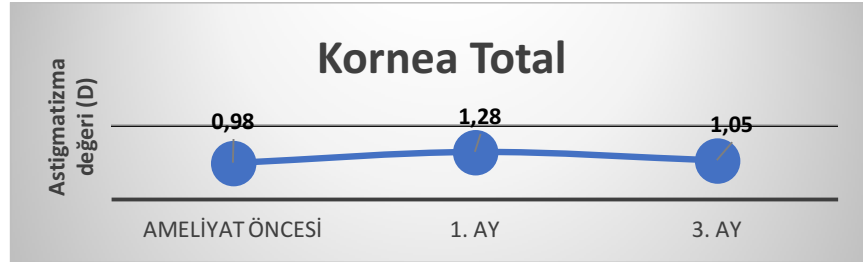
Şekil 8: Ameliyat öncesi ile ameliyat sonrası 1. ve 3. ay, kornea arka yüz, astigmatizma değerleri

Arka yüz Keratometri: Pentacam ile ölçülen, kornea arka yüz K1 ortalamaları, ameliyat öncesi ile ameliyat sonrası 1. ve 3. ayda, sırasıyla $6,08 \pm 0,27$ D, $6,18 \pm 0,29$ D ve $6,16 \pm 0,26$ D idi. Ameliyat öncesi ile ameliyat sonrası 1. ay

arasındaki fark (p: 0,038) istatistiksel olarak anlamlı iken ameliyat sonrası, 1. ve 3. ay arasındaki fark (p>0,05) istatistiksel olarak anlamlı değildi. Ameliyat öncesi ile ameliyat sonrası 3. ay arasındaki farkta (p>0,05) istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı (Wilcoxon işaretli sıralar testi).

Pentacam ile ölçülen, kornea arka yüz K2 ortalamaları; ameliyat öncesi ile ameliyat sonrası 1. ve 3. ayda, sırasıyla $6,44 \pm 0,32$ D, $6,49 \pm 0,33$ D ve $6,46 \pm 0,33$ D idi. Ameliyat öncesi ile ameliyat sonrası 1. ay arasındaki fark (p: 0,001), istatistiksel olarak anlamlı iken ameliyat sonrası 1. ve 3. ay arasındaki değişim (p>0,05) istatistiksel olarak anlamlı değildi. Ameliyat öncesi ile ameliyat sonrası 3. ay arasındaki farkta (p>0,05) istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı (Wilcoxon işaretli sıralar testi).

Total korneal astigmatizma: Pentacam ile ölçülen, total korneal astigmatizma değerlerinin ortalamaları, ameliyat öncesi ile ameliyat sonrası 1. ve 3. ayda, sırasıyla $0,98 \pm 0,69$ D, $1,28 \pm 1,05$ D ve $1,05 \pm 0,71$ D idi. Ameliyat öncesi ile ameliyat sonrası 1. ay arasındaki fark (p:0,03), istatistiksel olarak anlamlı iken ameliyat öncesi ile ameliyat sonrası 3. ay arasındaki fark (p>0,05), istatistiksel olarak anlamlı değildi (Wilcoxon işaretli sıralar testi). Ameliyat sonrası, 1. ve 3. ay arasındaki fark (p<0,05) istatistiksel olarak anlamlı idi.



Şekil 9: Ameliyat öncesi ile ameliyat sonrası 1. ve 3. ay, kornea total astigmatizma değerleri

Pentacam ile ölçülen, ameliyat öncesi total korneal astigmatizma değerleri; olguların 79'unda (%47,3) 1 D'nin altında, 71'inde (%42,2) 1 D–1,9 D arasında, 13'ünde (%7,7) 2 D–2,9 D arasında, 4'ünde (%2,3) 3–3,9 D arasında ve 1'inde (%0,5) 4 D ve üzerinde idi.

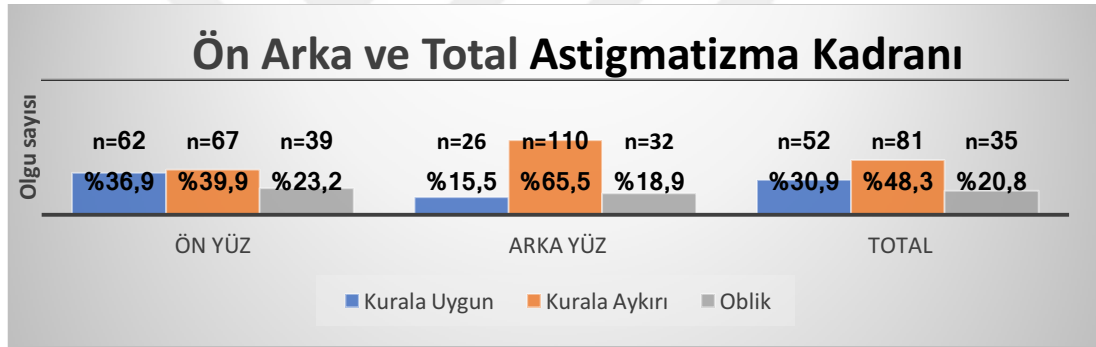
Tablo 4: Total korneal astigmatizma değerleri

Total Korneal Astigmatizma	<1 D	1–1,9 D	2–2,9 D	3–3,9 D	≥ 4 D
Olgu Sayısı	79 (%47,3)	71 (%42,2)	13 (%7,7)	4 (%2,3)	1 (%0,5)

Total Keratometri: Pentacam ile ölçülen; kornea total K1 ortalamaları, ameliyat öncesi ile ameliyat sonrası 1. ve 3. aylarda, sırasıyla $41,66 \pm 1,74$ D, $41,52 \pm 1,7$ D ve $41,61 \pm 1,67$ D idi; kornea total K2 ortalamaları, ameliyat öncesi ile ameliyat sonrası 1. ve 3. ayda, sırasıyla $42,65 \pm 1,84$ D, $42,67 \pm 1,84$ D ve $42,68 \pm 1,81$ D idi. Ameliyat öncesi ile ameliyat sonrası 1. ve 3. aylardaki keratometri değerleri arasındaki karşılaştırmalarda, tüm takipler arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı bulundu (Wilcoxon işaretli sıralar testi, $p < 0,05$).

Korneal Astigmatizma Kadranı:

Kornea ön yüz astigmatizma kadranı; olguların 67'sinde (%39,9) KA, 39'unda (%23,2) oblik, 62'sinde (%36,9) KU idi. Kornea arka yüz astigmatizma kadranı; olguların 110'unda (%65,5) KA, 32'sinde (%18,9) oblik, 26'sında (%15,5) KU idi. Total korneal astigmatizma kadranı, olguların 81'inde (%48,3) KA, 35'inde (%20,8) oblik, 52'sinde (%30,9) KU idi.



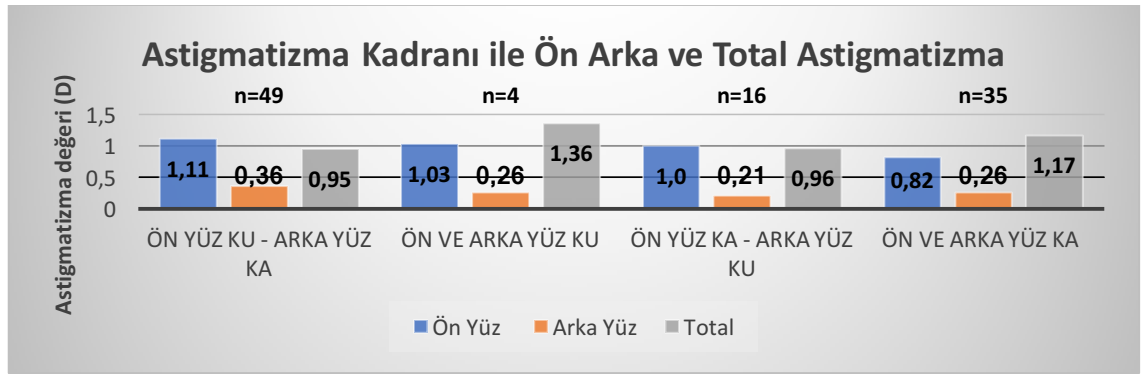
Şekil 10: Kornea ön yüz, arka yüz ve total astigmatizma kadranı

Vakalar astigmatizma kadrانları açısından değerlendirildiğinde; kornea ön yüzü KU olan 62 olgunun, 49'unda kornea arka yüzü KA, 4'ünde KU ve 9'unda oblik idi; kornea ön yüzü KA olan 67 olgunun, 35'inde kornea arka yüzü KA, 16'sında KU ve 16'sında oblik idi; kornea ön yüzü oblik olan 39 hastanın, 26'sında KA, 6'sında KU, 7'sinde oblik idi.

Tablo 5: Kornea ön ve arka yüz astigmatizma kadranı karşılaştırması

		Kornea ön yüz			Toplam
Astigmatizma kadranı		Kurala Uygun	Kurala Aykırı	Oblik	
Kornea arka yüz	Kurala Aykırı	49(%29,2)	35(%20,9)	26(%15,5)	110(%65,6)
	Kurala Uygun	4(%2,4)	16(%9,5)	6(%3,6)	26(%15,5)
	Oblik	9(%5,3)	16(%9,5)	7(%4,1)	32(%18,9)
	Toplam	62(%36,9)	67(%39,9)	39(%23,2)	168(%100)

Kornea ön yüzü, KU iken arka yüzü KA olan 49 olgunun; ön, arka ve total astigmatizma değerlerinin ortalamaları, sırasıyla $1,11 \pm 0,78$ D, $0,36 \pm 0,18$ D ve $0,95 \pm 0,70$ D idi. Hem kornea ön yüzü hem de arka yüzü KU olan 4 olgunun; ön, arka ve total astigmatizma değerlerinin ortalamaları, sırasıyla $1,03 \pm 0,50$ D, $0,26 \pm 0,15$ D ve $1,36 \pm 0,66$ D idi. Kornea ön yüzü KA iken arka yüzü KU olan 16 olgunun; ön, arka ve total astigmatizma değerlerinin ortalamaları, sırasıyla $1,0 \pm 0,58$ D, $0,21 \pm 0,16$ D ve $0,96 \pm 0,63$ D idi. Hem kornea ön yüzü hem de arka yüzü KA olan 35 olgunun; ön, arka ve total astigmatizma değerlerinin ortalamaları, sırasıyla $0,82 \pm 0,52$ D, $0,26 \pm 0,18$ D ve $1,17 \pm 0,67$ D idi.

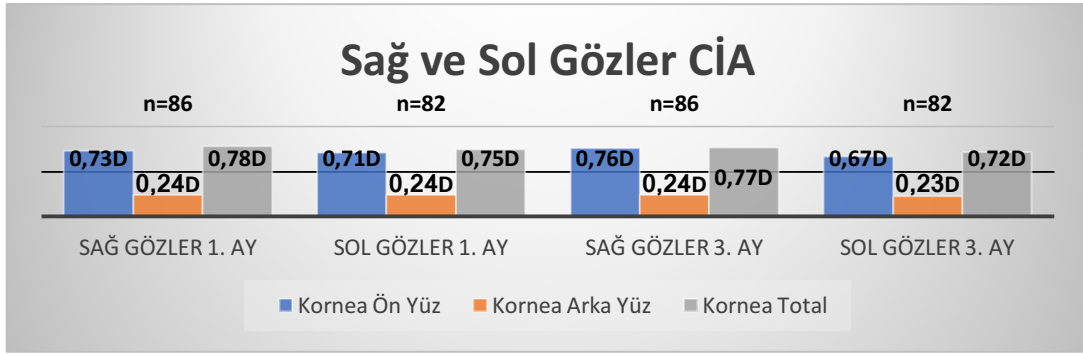


Şekil 11: Korneal astigmatizma kadrantlarına göre ön, arka ve total astigmatizma değerleri

Cerrahi ile İndüklenen Astigmatizma

Vakalarda; kornea ön yüz, arka yüz ve total ortalama CİA, 1. ayda, sırasıyla $0,72 \pm 0,50$ D, $0,24 \pm 0,18$ D ve $0,77 \pm 0,52$ D; 3. ayda, sırasıyla $0,71 \pm 0,46$ D, $0,23 \pm 0,18$ D ve $0,75 \pm 0,51$ D idi. Kornea ön yüz ile total CİA arasında ($r: 0,852$) pozitif yönde ve anlamlı düzeyde korelasyon saptandı (Spearman korelasyon analizi, $p < 0,001$). Kornea arka yüz ile ön yüz ($r: 0,339$) ve total ($0,379$) CİA arasında ise pozitif yönde zayıf korelasyon saptandı (Spearman korelasyon analizi, $p < 0,001$).

Sağ gözden opere olan vakalarda ($n=86$), kornea ön yüz, arka yüz ve total CİA; 1. ayda; sırasıyla $0,73 \pm 0,58$ D, $0,24 \pm 0,17$ D ve $0,78 \pm 0,58$ D; 3. ayda, sırasıyla $0,76 \pm 0,54$ D, $0,24 \pm 0,18$ D ve $0,77 \pm 0,58$ D idi. Sol gözden opere olan vakalarda ($n=82$), kornea ön yüz, arka yüz ve total CİA; 1. ayda, sırasıyla $0,71 \pm 0,41$ D, $0,24 \pm 0,20$ D ve $0,75 \pm 0,46$ D; 3. ayda, sırasıyla $0,67 \pm 0,37$ D, $0,23 \pm 0,18$ D ve $0,72 \pm 0,42$ D idi. Hem 1. ay hem de 3. ayda, kornea ön yüz, arka yüz ve total ortalama CİA açısından, sağ ve sol gözler arasında, istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı (Mann Whitney-U testi, $p > 0,05$).

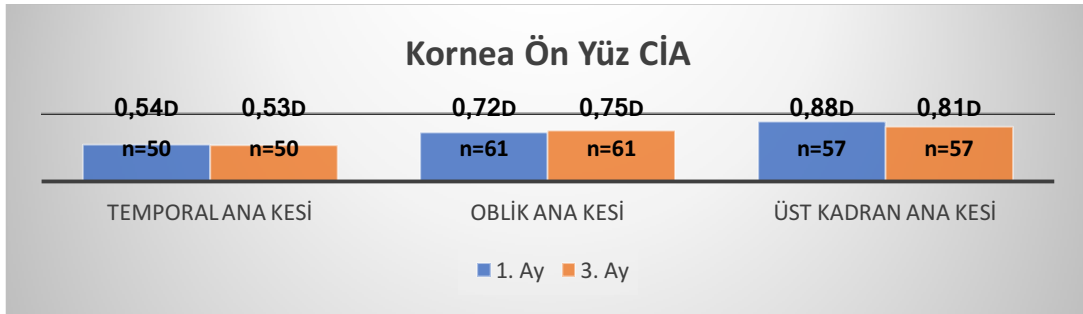


Şekil 12: Sağ ve sol gözler arasındaki 1. ve 3. ay CİA karşılaştırması

Kornea Ön Yüz CİA

Ana Kesi yerleşimi ile CİA ilişkisi

Temporal (n=50, %29,8), oblik (n=61, %36,3) ve üst kadrandan (n=57, %33,9) ana kesi yapılan gruplarda; kornea ön yüz ortalama CİA, 1. ayda, sırasıyla $0,54 \pm 0,36$ D, $0,72 \pm 0,54$ D ve $0,88 \pm 0,52$ D; 3. ayda, sırasıyla $0,53 \pm 0,34$ D, $0,75 \pm 0,52$ D ve $0,81 \pm 0,46$ D idi. Grupların üçünde de, 1. ve 3. aylar arasındaki CİA farkları, istatistiksel olarak anlamlı değildi (Wilcoxon işaretli sıralar testi, $p > 0,05$). Temporal kadrandan ana kesi yapılan grup ile üst kadrandan ana kesi yapılan grup arasındaki CİA farkları, hem 1. ay ($p: 0,014$) hem de 3. ayda ($p: 0,015$) istatistiksel olarak anlamlı iken diğer gruplar arasındaki farklar ($p > 0,05$) istatistiksel olarak anlamlı değildi (Man Whitney-U testi).

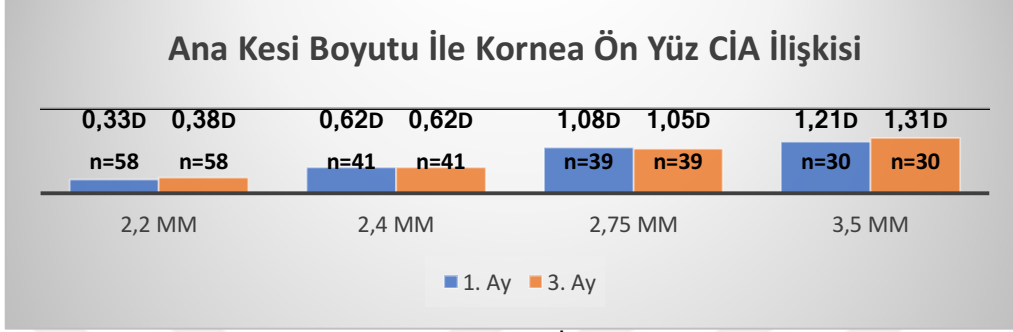


Şekil 13: Ana kesi yerleşimlerine göre kornea ön yüz ortalama 1.ve 3. ay CİA

Ana kesi boyutu ile CİA ilişkisi

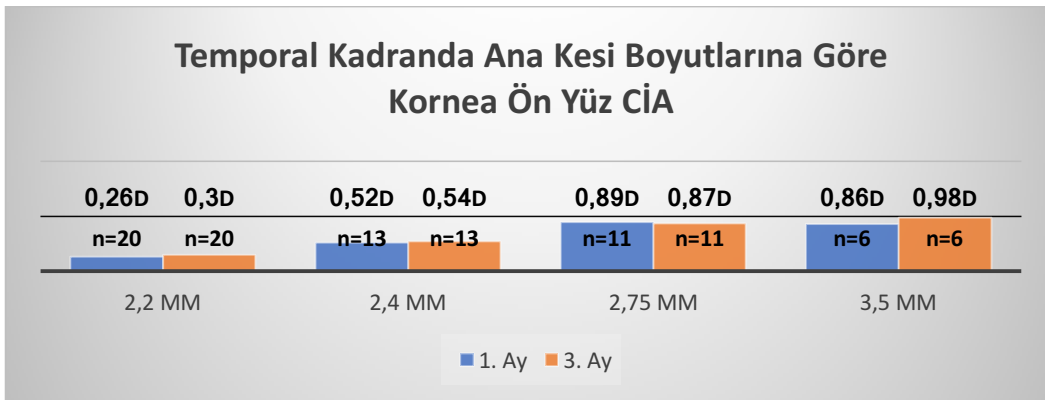
Ana kesi boyutları; 2,2 mm (n=58, %34,6), 2,4 mm (n=41, %24,4), 2,75 mm (n=39, %23,2) ve 3,5 mm (n=30, %17,8) olan gruplarda, kornea ön yüz CİA; 1. ayda, sırasıyla $0,33 \pm 0,17$ D, $0,62 \pm 0,21$ D, $1,08 \pm 0,46$ D ve $1,21 \pm 0,63$ D; 3. ayda sırasıyla, $0,38 \pm 0,17$ D, $0,62 \pm 0,19$ D, $1,05 \pm 0,40$ D ve $1,31 \pm 0,67$ D idi. Ana kesi boyutlarına göre, grupların dördünde de, 1. ve 3. aylar arasındaki CİA farkları, istatistiksel olarak anlamlı saptanmadı (Wilcoxon işaretli sıralar testi, $p > 0,05$).

Ana kesi boyutları 2,75 mm ve 3,5 mm olan gruplar arasındaki kornea ön yüz CİA farkları, hem 1. ay (p:0,74) hem de 3. ayda (p:0,37), istatistiksel olarak anlamsız iken (Mann Whitney-U testi) diğer gruplar arasında yapılan ikili karşılaştırmalarda, kornea ön yüz CİA farkları, hem 1. ay hem de 3. ayda, istatistiksel olarak anlamlı idi (Mann Whitney-U testi, $p<0,001$).



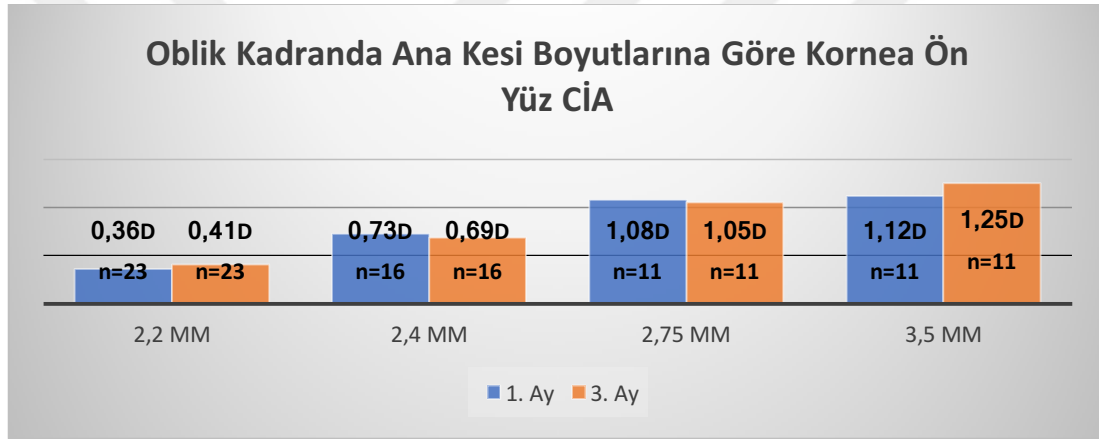
Şekil 14: Ana kesi boyutlarına göre kornea ön yüz CİA

Temporal kadrandan (n=50) ana kesi oluşturulan vakalarda; kesi boyutları, 2,2mm (n=20, %40,0), 2,4mm (n=13, %26,0), 2,75mm (n=11, %22,0), ve 3,5mm (n=6, %12,0) olan gruplarda, kornea ön yüz ortalama CİA; 1. ayda, sırasıyla $0,26\pm0,15$ D, $0,52\pm0,18$ D, $0,89\pm0,32$ D ve $0,86\pm0,46$ D; 3.ayda, sırasıyla $0,30\pm0,15$ D, $0,54\pm0,18$ D, $0,87\pm0,27$ D ve $0,98\pm0,58$ D idi. Grupların dördünde de, 1. ve 3. aylar arasındaki CİA farkları, istatistiksel olarak anlamlı saptanmadı (Wilcoxon işaretli sıralar testi, $p>0,05$). Ana kesi boyutları 2,75 mm ve 3,5 mm olan gruplar arasındaki kornea ön yüz CİA farkları, hem 1. ay (p:0,92) hem de 3. ayda (p:0,24), istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı (Mann Whitney-U testi). Ancak, diğer gruplar arasında yapılan ikili karşılaştırmalarda, kornea ön yüz CİA farkları, hem 1. ay hem de 3. ayda, istatistiksel olarak anlamlı idi (Mann Whitney U-testi, $p<0,05$).



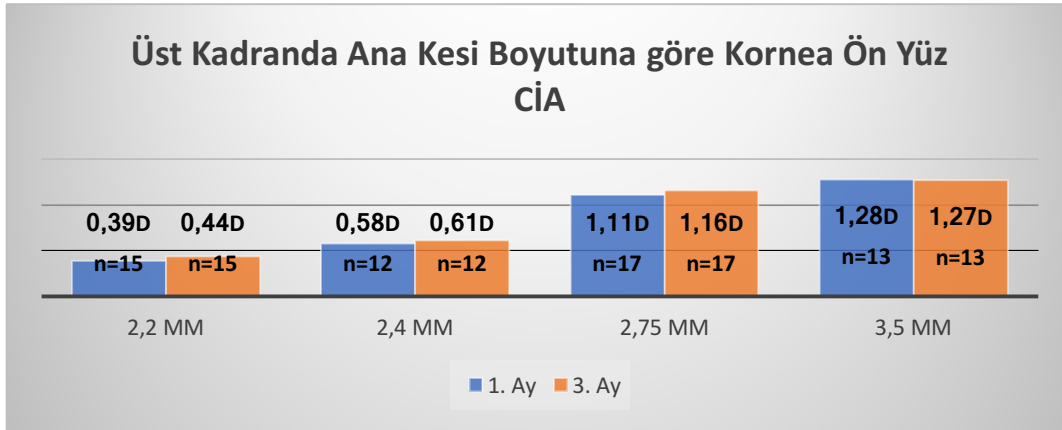
Şekil 15: Temporal kadranda ana kesi boyutlarına göre kornea ön yüz 1. ve 3. ay CİA

Oblik kadrardan (n=61) ana kesi oluşturulan vakalarda; kesi boyutları, 2,2mm (n=23, %37,7), 2,4mm (n=16, %26,3), 2,75mm (n=11, %18,0), ve 3,5mm (n=11, %18,0) olan gruplarda, kornea ön yüz ortalama CİA; 1. ayda, sırasıyla $0,36\pm0,19$ D, $0,73\pm0,20$ D, $1,08\pm0,47$ D ve $1,12\pm0,88$ D; 3.ayda, sırasıyla $0,41\pm0,19$ D, $0,69\pm0,17$ D, $1,05\pm0,40$ D ve $1,25\pm0,83$ D idi. Grupların dördünde de, 1. ve 3. aylar arasındaki CİA farkları, istatistiksel olarak anlamlı değildi (Wilcoxon işaretli sıralar testi, $p>0,05$). Ana kesi boyutları 2,75 mm ve 3,5 mm olan gruplar arasındaki kornea ön yüz CİA farkları hem 1. ay ($p:0,94$) hem de 3. ayda ($p:0,64$), istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı. Fakat, diğer gruplar arasında yapılan ikili karşılaştırmalarda, hem 1. ay hem de 3. ayda, kornea ön yüz CİA farkları, istatistiksel olarak anlamlı idi (Mann Whitney-U testi, $p<0,001$).



Şekil 16: Oblik kadranda ana kesi boyutlarına göre kornea ön yüz 1. ve 3. ay CİA

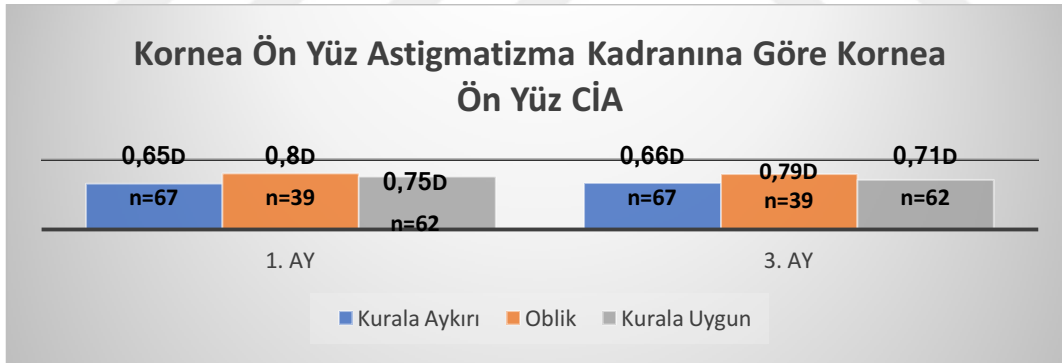
Üst kadrardan (n=57) ana kesi yapılan olgularda; kesi boyutları, 2,2mm (n=15, %26,3), 2,4mm (n=12, %21,1), 2,75mm (n=17, %29,8), ve 3,5mm (n=13, %22,8) olan gruplarda, kornea ön yüz ortalama CİA; 1. ayda, sırasıyla $0,39\pm0,12$ D, $0,58\pm0,22$ D, $1,11\pm0,50$ D ve $1,28\pm0,41$ D; 3.ayda, sırasıyla $0,44\pm0,11$ D, $0,61\pm0,22$ D, $1,16\pm0,45$ D ve $1,27\pm0,51$ D idi. Grupların dördünde de, 1. ve 3. aylar arasındaki CİA farkları, istatistiksel olarak anlamlı saptanmadı (Wilcoxon işaretli sıralar testi, $p>0,05$). Ana kesi boyutları 2,75 mm ve 3,5 mm gruplar arasındaki kornea ön yüz CİA farkları, hem 1. ay ($p: 0,54$) hem de 3. ayda ($p: 0,18$), istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı (Mann Whitney-U testi). Ancak, diğer gruplar arasında yapılan ikili karşılaştırmalarda, kornea ön yüz CİA farkları, hem 1. ay hem de 3. ayda, istatistiksel olarak anlamlı idi (Mann Whitney-U testi, $p<0,001$).



Şekil 17: Üst kadranda ana kesi boyutlarına göre kornea ön yüz 1. ve 3. ay CİA

Astigmatizma kadranı ile CİA ilişkisi

Kornea ön yüz astigmatizma kadranı KA (n=67, %39,8), oblik (n=39, %23,3) ve KU (n=62, %36,9) olan gruplarda, kornea ön yüz ortalama CİA; 1. ayda, sırasıyla $0,65 \pm 0,44$ D, $0,80 \pm 0,46$ D ve $0,75 \pm 0,58$ D; 3. ayda, sırasıyla $0,66 \pm 0,44$ D, $0,79 \pm 0,44$ D ve $0,71 \pm 0,51$ D idi. Grupların üçünde de, 1. ve 3. aylar arasındaki CİA farkları, istatistiksel olarak anlamlı değildi (Wilcoxon testi, $p > 0,05$). Astigmatizma kadranına göre de, gruplar arasındaki CİA farkları, hem 1. ay hem de 3. ayda, istatistiksel olarak anlamlı değildi (Kruskal-Wallis analizi $p: 0,25$).



Şekil 18: Kornea ön yüz astigmatizma kadranına göre kornea ön yüz 1. ve 3. ay CİA

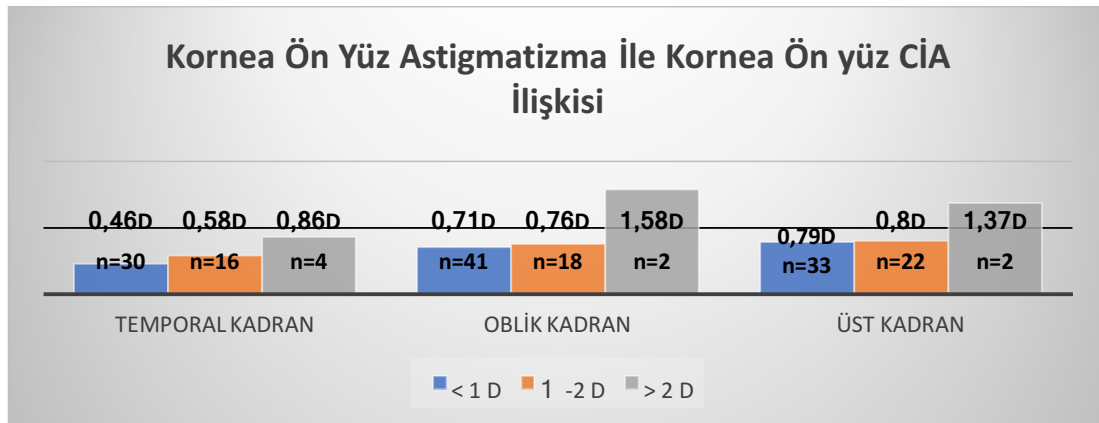
Astigmatizma değeri ile CİA ilişkisi

Temporal kadrandan ana kesi yapılan olgular, kornea ön yüz astigmatizma değerlerine göre < 1 D (n=30), $1-1,9$ D (n=16) ve ≥ 2 D (n=4) olarak üç gruba ayrıldı. Bu üç grupta kornea ön yüz ortalama CİA; 1. ayda, sırasıyla $0,45 \pm 0,32$ D, $0,62 \pm 0,38$ D ve $0,86 \pm 0,38$ D; 3. ayda, sırasıyla $0,46 \pm 0,31$ D, $0,58 \pm 0,35$ D ve $0,86 \pm 0,39$ D idi. Grupların üçünde de, 1. ve 3. aylar arasındaki CİA farkları, istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı (Wilcoxon testi, $p > 0,05$). Bu üç grup arasında yapılan karşılaştırmalarda, kornea ön yüz astigmatizma değeri ≥ 2 D

olan grup ile diğer gruplar arasındaki CİA farkları, hem 1. ay hem de 3. ayda, istatistiksel olarak anlamlı iken (Mann Whitney-U testi, $p < 0,05$) kornea ön yüz astigmatizma miktarı < 1 D ve $1-1,19$ D olan gruplar arasındaki CİA farkları hem 1. ay hem de 3. ayda istatistiksel olarak anlamlı değildi (Mann Whitney-U testi, $p > 0,05$).

Oblik kadrardan ana kesi yapılan, kornea ön yüz astigmatizma değeri ≥ 2 D olan az sayıda vaka vardı. Bu nedenle, olgular, kornea ön yüz astigmatizma değerine göre, < 1 D ($n=41$) ve ≥ 1 D ($n=20$) olarak, iki gruba ayrıldı. Bu iki grupta, kornea ön yüz ortalama CİA; 1. ayda, sırasıyla $0,72 \pm 0,55$ ve $0,73 \pm 0,55$ D; 3. ayda, sırasıyla $0,71 \pm 0,49$ D ve $0,84 \pm 0,74$ D idi. Her iki grupta da, 1. ve 3. aylar arasındaki CİA farkları, istatistiksel olarak anlamlı değildi (Wilcoxon işaretli sıralar testi, $p > 0,05$). Kornea ön yüz astigmatizma değerine göre, bu iki grup arasındaki CİA farkları, hem 1. ay ($p:0,54$) hem de 3. ayda ($p:0,83$), istatistiksel olarak anlamlı değildi (Mann Whitney-U testi).

Üst kadrardan ana kesi yapılan olgular, kornea ön yüz astigmatizma değeri ≥ 2 D olan, yeterli sayıda vaka olmadığı için, kornea ön yüz astigmatizma değerine göre, < 1 D ($n=33$) ve ≥ 1 D ($n=24$) olarak iki gruba ayrıldı. Bu iki grupta kornea ön yüz ortalama CİA; 1. ayda, sırasıyla $0,90 \pm 0,46$ D ve $0,82 \pm 0,47$ D; 3. ayda, sırasıyla $0,79 \pm 0,41$ D ve $0,81 \pm 0,37$ D idi. Her iki grupta da, 1. ve 3. aylar arasındaki CİA farkları, istatistiksel olarak anlamlı değildi (Wilcoxon işaretli sıralar testi, $p > 0,05$). Astigmatizma değerlerine göre, bu iki grup arasındaki CİA farkları, hem 1. ay ($p:0,39$) hem de 3. ayda ($p:0,23$), istatistiksel olarak anlamlı değildi (Mann Whitney-U testi).



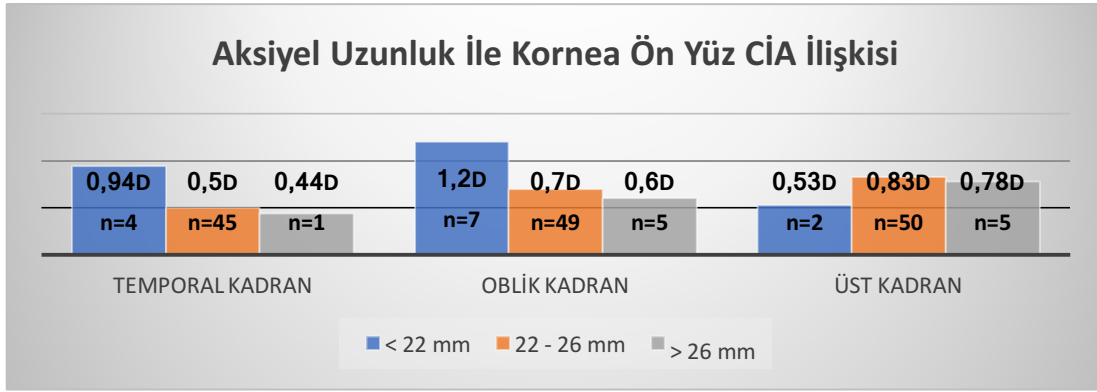
Şekil 19: Astigmatizma değeri gruplarına göre kornea ön yüz 3.ay CİA

Aksiyel uzunluk ile CİA ilişkisi

Temporal kadrandan ana kesi yapılan olgular, AU'ları 26 mm'nin üzerinde olan yeterli sayıda vaka olmaması nedeniyle, AU'larına göre, <22 mm ($n=4$) ve ≥ 22 mm ($n=46$) olarak iki gruba ayrıldı. Bu iki grupta, kornea ön yüz ortalama CİA; 1. ayda, sırasıyla $0,95\pm0,51$ D ve $0,50\pm0,34$ D; 3. ayda, sırasıyla $0,94\pm0,41$ D ve $0,50\pm0,34$ D idi. Her iki grupta da, 1. ve 3. aylar arasındaki CİA farkları, istatistiksel olarak anlamlı değildi (Wilcoxon işaretli sıralar testi, $p>0,05$). AU'lara göre, bu iki grup karşılaştırıldığında, kornea ön yüz CİA farkları, hem 1. ay ($p:0,02$) hem de 3. ayda ($p:0,02$), istatistiksel olarak anlamlı idi (Mann Whitney-U testi).

Oblik kadrandan ana kesi yapılan olgular, AU'larına göre <22 mm ($n=7$), $22-26$ mm ($n=49$) ve > 26 mm ($n=5$) olarak üç gruba ayrıldı. Bu üç grupta, kornea ön yüz ortalama CİA; 1. ayda, sırasıyla $1,27\pm0,93$ D, $0,66\pm0,43$ D ve $0,60\pm0,46$ D; 3. ayda, sırasıyla $1,20\pm0,82$ D, $0,70\pm0,45$ D ve $0,60\pm0,39$ D idi. Grupların üçünde de, 1. ve 3. aylar arasındaki CİA farkları, istatistiksel olarak anlamlı değildi (Wilcoxon işaretli sıralar testi, $p>0,05$). Gruplar kendi aralarında karşılaştırıldığında, AU'su 22 milimetrenin altında olan grupta kornea ön yüz CİA, hem 1. ay hem de 3. ayda, diğer iki gruptan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek saptandı (Mann Whitney-U testi). AU'ları $22-26$ mm arasında ve > 26 milimetrenin üzerinde olan gruplar arasındaki CİA farkları ise hem 1. ay hem de 3. ayda, istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı (Mann Whitney-U testi, $p>0,05$).

Üst kadrandan ana kesi yapılan olgular, AU'ları 22 milimetrenin altında olan az sayıda vaka olmasından dolayı, AU'larına göre <26 mm ($n=52$) ve ≥ 26 mm ($n=5$) olarak iki gruba ayrıldı. Bu iki grupta, kornea ön yüz ortalama CİA; 1. ayda, sırasıyla $0,83\pm0,56$ D ve $0,84\pm0,11$ D; 3. ayda, sırasıyla $0,81\pm0,49$ D ve $0,78\pm0,18$ D idi. Her iki grupta da, 1. ay ve 3. aylar arasındaki CİA farkları, istatistiksel olarak anlamlı değildi (Wilcoxon işaretli sıralar testi, $p>0,05$). AU'lara göre, bu iki grup karşılaştırıldığında, hem 1. ay hem de 3. ayda, CİA farkları istatistiksel olarak anlamlı değildi (Mann Whitney-U testi, $p>0,05$).

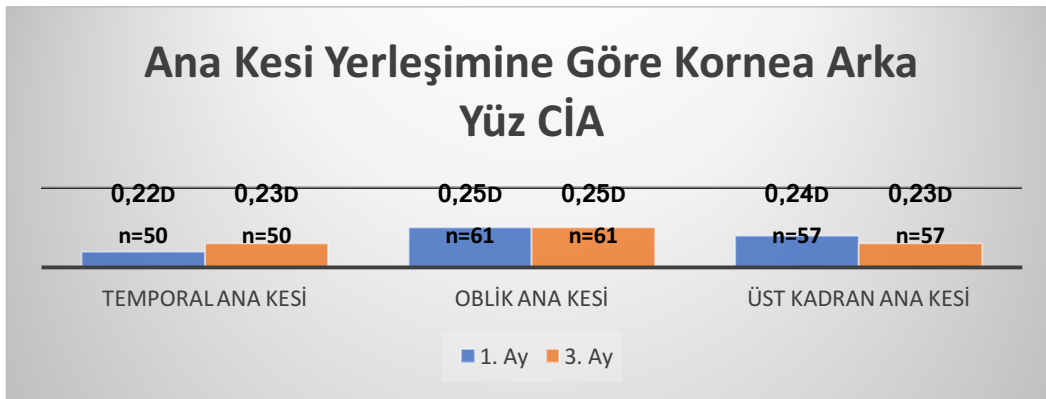


Şekil 20: Aksiyel uzunluk gruplarına göre kornea ön yüz 3. ay CİA

Kornea arka yüz CİA

Ana kesi yerleşimi ile CİA ilişkisi

Temporal (n=50, %29,7), oblik (n=61, %36,4) ve üst kadrandan (n=57, %33,9) ana kesi yapılan gruplarda, kornea arka yüz ortalama CİA; 1. ayda, sırasıyla $0,22 \pm 0,18$ D, $0,25 \pm 0,21$ D ve $0,24 \pm 0,16$ D; 3. ayda, sırasıyla $0,23 \pm 0,19$ D, $0,25 \pm 0,19$ D ve $0,23 \pm 0,14$ D idi. Grupların üçünde de, 1. ve 3. aylar arasındaki CİA farkları, istatistiksel olarak anlamlı değildi (Wilcoxon işaretli sıralar testi, $p > 0,05$). Ana kesi yerleşimine göre, gruplar arasındaki CİA farkları, hem 1. ayda hem de 3. ayda, istatistiksel olarak anlamlı değildi (Kruskal-Wallis analizi, $p: 0,56$).

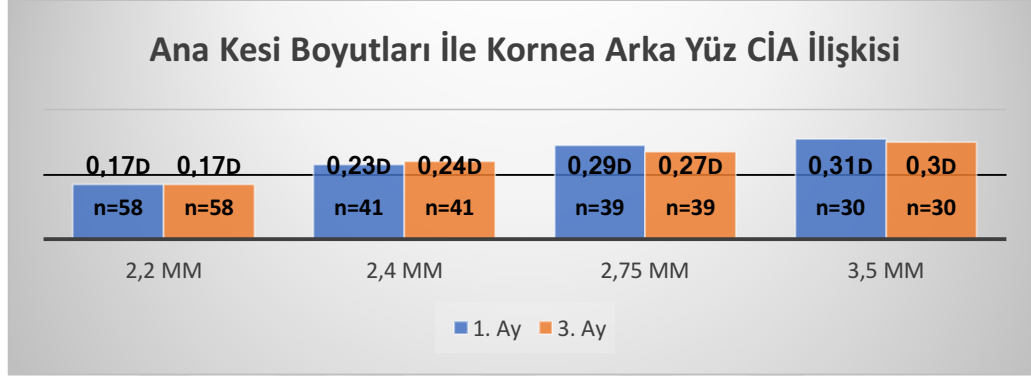


Şekil 21: Ana kesi yerleşimine göre kornea arka yüz 1. ve 3. ay CİA

Ana kesi boyutu ile CİA ilişkisi

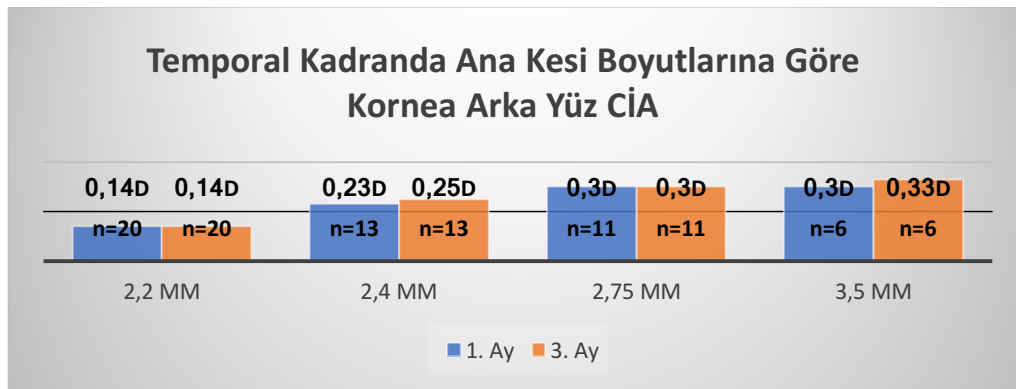
Ana kesi boyutları 2,2 mm (n=58, %34,5), 2,4mm (n=41, %24,4), 2,75mm (n=39, %23,2) ve 3,5mm (n=30, %15,9) olan gruplarda, kornea arka yüz CİA; 1. ayda, sırasıyla $0,17 \pm 0,08$ D, $0,23 \pm 0,16$ D, $0,29 \pm 0,26$ D ve $0,31 \pm 0,20$ D; 3. ayda, sırasıyla $0,17 \pm 0,10$ D, $0,24 \pm 0,17$ D, $0,27 \pm 0,23$ D ve $0,30 \pm 0,19$ D idi. Grupların dördünde de, 1. ve 3. aylar arasındaki CİA farkları, istatistiksel olarak anlamlı

saptanmadı (Wilcoxon işaretli sıralar testi, $p>0,05$). Gruplar arasında yapılan ikili analizlerde ana kesi boyutları 2,2 mm ve 3,5 mm olan gruplar arasındaki CİA farkları, hem 1. ay hem de 3. ayda, istatistiksel olarak anlamlı bulundu (Mann Whitney-U testi, $p<0,125$). Diğer gruplar arasında yapılan ikili analizlerde ise kornea arka yüz CİA değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (Mann Whitney-U testi, $p>0,05$).



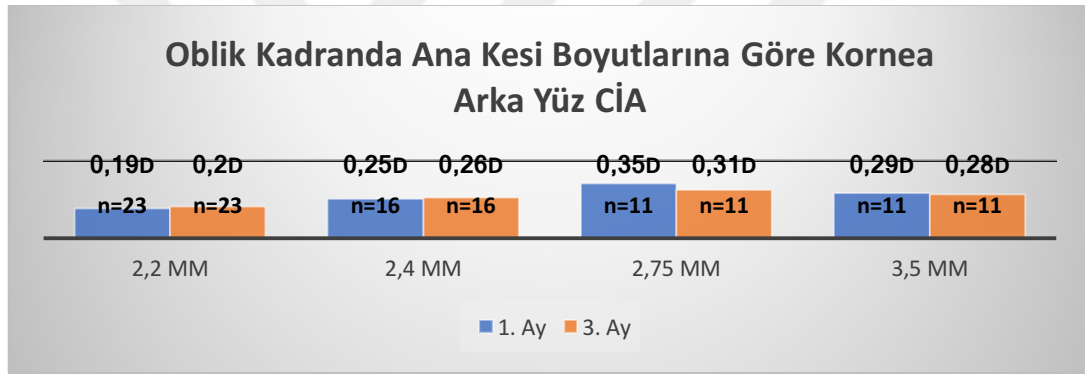
Şekil 22: Ana kesi boyutlarına göre kornea arka yüz 1. ve 3. ay CİA

Temporal kadrandan ($n=50$) ana kesi yapılan vakalarda; kesi boyutları 2,2mm ($n=20$, %40,0), 2,4mm ($n=13$, %26,0), 2,75mm ($n=11$, %22,0), 3,5mm ($n=6$, %12,0) olan gruplarda, kornea arka yüz ortalama CİA; 1.ayda, sırasıyla $0,14\pm0,06$ D, $0,23\pm0,23$ D, $0,30\pm0,23$ D ve $0,30\pm0,18$ D; 3.ayda, sırasıyla $0,14\pm0,08$ D, $0,25\pm0,25$ D, $0,30\pm0,22$ D, ve $0,33\pm0,17$ D idi. Grupların dördünde de, 1. ve 3. aylar arasındaki CİA farkları, istatistiksel olarak anlamlı saptanmadı (Wilcoxon işaretli sıralar testi, $p>0,05$). Gruplar arasında yapılan ikili analizlerde, ana kesi boyutları 2,2 mm ve 3,5 mm olan gruplar arasındaki CİA farkları, hem 1. ayda ($p:0,01$) hem de 3. ayda ($p:0,01$), istatistiksel olarak anlamlı saptanırken, diğer gruplar arasındaki ikili analizlerde istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (Mann Whitney-U testi, $p>0,05$).



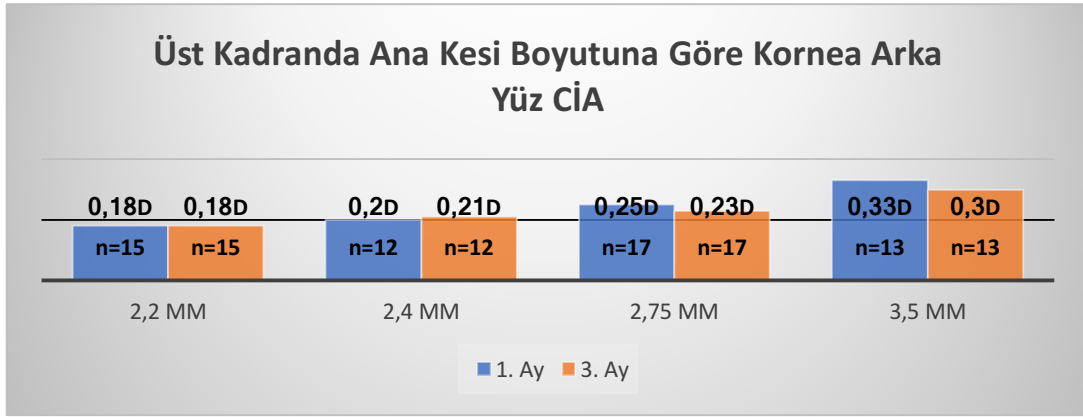
Şekil 23: Temporal kadranda ana kesi boyutlarına göre kornea arka yüz 1. ve 3. ay CİA

Oblik kadranda (n=61) ana kesi yapılan vakalarda; kesi boyutları 2,2mm (n=23, %37,7), 2,4mm (n=16, %26,3), 2,75mm (n=11, %18,0), 3,5mm (n=11, %18,0) olan gruplarda, kornea arka yüz ortalama CİA; 1.ayda, sırasıyla 0,19±0,10 D, 0,25±0,14 D, 0,35±0,41 D ve 0,29±0,15 D; 3.ayda, sırasıyla 0,20±0,11 D, 0,26±0,14 D, 0,31±0,35 D ve 0,28±0,19 D idi. Grupların dördünde de, 1. ve 3. aylar arasındaki CİA farkları, istatistiksel olarak anlamlı saptanmadı (Wilcoxon işaretli sıralar testi, p>0,05). Gruplar arasında yapılan ikili analizlerde, ana kesi boyutları 2,2 mm ve 3,5 mm olan gruplar arasındaki CİA farkları, hem 1. ayda (p:0,01) hem de 3. ayda (p:0,09), istatistiksel olarak anlamlı bulundu. Fakat, diğer gruplar arasındaki ikili analizlerde, istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (Mann Whitney-U testi, p>0,05).



Şekil 24: Oblik kadranda ana kesi boyutlarına göre kornea arka yüz 1. ve 3. ay CİA

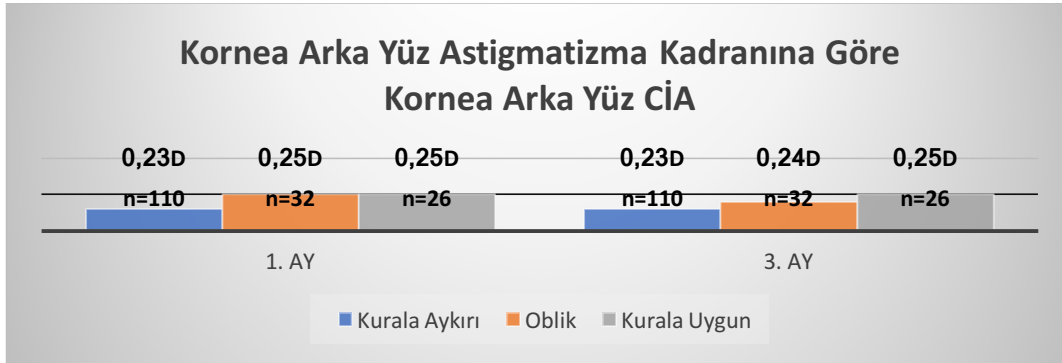
Üst kadranda (n=57) ana kesi yapılan vakalarda; kesi boyutları, 2,2mm (n=15, %26,3), 2,4mm (n=12, %21,1), 2,75mm (n=17, %29,8), 3,5mm (n=13, %22,8) olan gruplarda, kornea arka yüz ortalama CİA; 1.ayda, sırasıyla 0,18±0,08 D, 0,20±0,09 D, 0,25±0,14 D ve 0,33±0,24 D; 3.ayda, sırasıyla 0,18±0,10 D, 0,21±0,10 D, 0,23±0,12 D ve 0,30±0,20 D idi. Grupların dördünde de, 1. ve 3. aylar arasındaki CİA farkları, istatistiksel olarak anlamlı saptanmadı (Wilcoxon işaretli sıralar testi, p>0,05). Gruplar arasında yapılan ikili analizlerde, ana kesi boyutları, 2,2 mm ve 3,5 mm olan gruplar arasındaki CİA farkları, hem 1. ayda (p:0,01) hem de 3. ayda (p:0,02), istatistiksel olarak anlamlı bulundu. Fakat diğer gruplar arasında yapılan ikili analizlerde, istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (Mann Whitney-U testi, p>0,05).



Şekil 25: Üst kadranda ana kesi boyutlarına göre kornea arka yüz 1. ve 3. ay CİA

Astigmatizma kadranı ile CİA ilişkisi

Kornea arka yüzü KA (n=110, %65,5), oblik (n=32, %19,1) ve KU (n=26, %15,4) olan vakalarda; kornea arka yüz ortalama CİA; 1. ayda, sırasıyla $0,23 \pm 0,20$ D, $0,25 \pm 0,18$ D ve $0,25 \pm 0,12$ D; 3. ayda, sırasıyla $0,23 \pm 0,18$ D, $0,24 \pm 0,19$ D ve $0,25 \pm 0,16$ D idi. Astigmatizma kadranına göre yapılan grupların üçünde de, 1. ve 3. aylar arasındaki CİA farkları, istatistiksel olarak anlamlı değildi (Wilcoxon işaretli sıralar testi, $p > 0,05$). Astigmatizma kadranına göre, gruplar arasındaki CİA farkları da hem 1. ay, hem de 3. ayda, istatistiksel olarak anlamlı değildi (Kruskal-Wallis varyans analizi $p:0,51$).



Şekil 26: Astigmatizma kadranına göre kornea arka yüz 1. ve 3. ay CİA

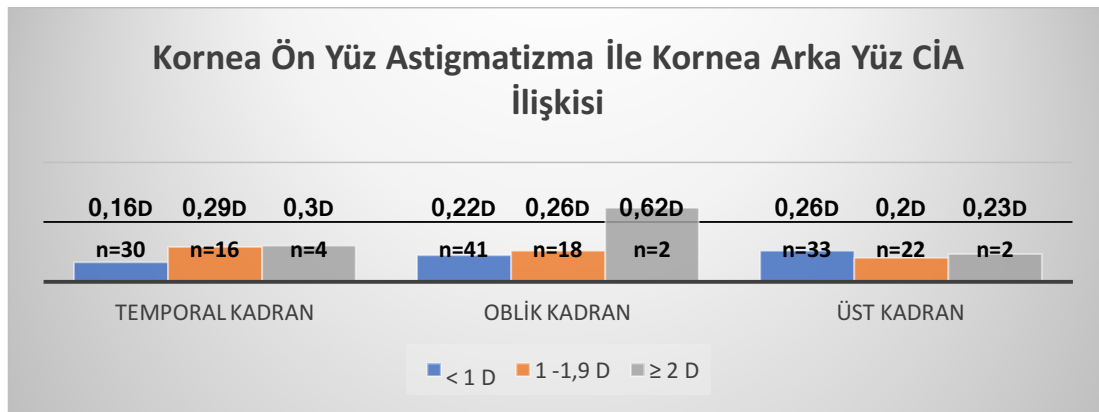
Astigmatizma değeri ile CİA ilişkisi

Temporal kadrandan ana kesi yapılan olgular, kornea ön yüz astigmatizma değerine göre, <1 D (n=30), $1-1,9$ D (n=16) ve ≥ 2 D (n=4) olarak gruplandı. Bu üç grupta, kornea arka yüz ortalama CİA; 1. ayda, sırasıyla $0,19 \pm 0,18$ D, $0,25 \pm 0,19$ D ve $0,32 \pm 0,13$ D; 3. ayda, sırasıyla $0,20 \pm 0,20$ D, $0,26 \pm 0,19$ D ve $0,32 \pm 0,13$ D idi. Grupların üçünde de, 1. ve 3. aylar arasındaki CİA farkları, istatistiksel olarak anlamlı değildi (Wilcoxon işaretli sıralar testi, $p > 0,05$). Gruplar

arasında yapılan ikili karşılaştırmalarda, kornea ön yüz astigmatizma miktarı <1 D olan grup ile 1-1,19 D olan grup arasında, kornea arka yüz CİA farkları, hem 1. ay hem de 3. ayda, istatistiksel olarak anlamlı değildi (Mann Whitney-U testi, $p>0,05$). Ancak kornea ön yüz astigmatizma miktarı ≥ 2 D olan grup ile diğer gruplar arasındaki, kornea arka yüz CİA farkları, hem 1. ay hem de 3. ayda, istatistiksel olarak anlamlı idi (Mann Whitney-U testi, $p<0,001$).

Oblik kadrandan ana kesi uygulanan olgular, kornea ön yüz astigmatizma değeri ≥ 2 D olan vaka sayısı az olduğu için kornea ön yüz astigmatizma değerine göre, <1 D ($n=41$) ve ≥ 1 D ($n=20$) olarak, iki gruba ayrıldı. Bu iki grupta, kornea arka yüz ortalama CİA; 1. ayda, sırasıyla $0,22\pm0,12$ D ve $0,28\pm0,25$ D; 3. ayda, sırasıyla $0,21\pm0,12$ D ve $0,28\pm0,23$ D idi. Grupların ikisinde de, 1. ve 3. aylar arasındaki CİA farkları, istatistiksel olarak anlamlı değildi (Wilcoxon işaretli sıralar testi, $p>0,05$). Kornea ön yüz astigmatizma değerine göre, bu iki grup arasındaki CİA farkları, hem 1. ay ($p:0,74$) hem de 3. ayda ($p:0,88$), istatistiksel olarak anlamlı değildi (Mann Whitney-U testi).

Üst kadrandan ana kesi yapılan olgular, kornea ön yüz astigmatizma değeri ≥ 2 D olan az sayıda vaka olduğu için kornea ön yüz astigmatizma değerine göre, <1 D ($n=33$) ve ≥ 1 D ($n=24$) olarak, iki gruba ayrıldı. Bu iki grupta kornea arka yüz ortalama CİA; 1. ayda, sırasıyla $0,25\pm0,16$ D ve $0,23\pm0,19$ D; 3. ayda, sırasıyla $0,22\pm0,13$ D ve $0,23\pm0,15$ D idi. Grupların ikisinde de, 1. ve 3. aylar arasındaki CİA farkları, istatistiksel olarak anlamlı değildi (Wilcoxon işaretli sıralar testi, $p>0,05$). Kornea ön yüz astigmatizma değerine göre, bu iki grup arasındaki CİA farkları, hem 1. ay ($p:0,94$), hem de 3. ayda ($p:0,92$), istatistiksel olarak anlamlı değildi (Mann Whitney-U testi).

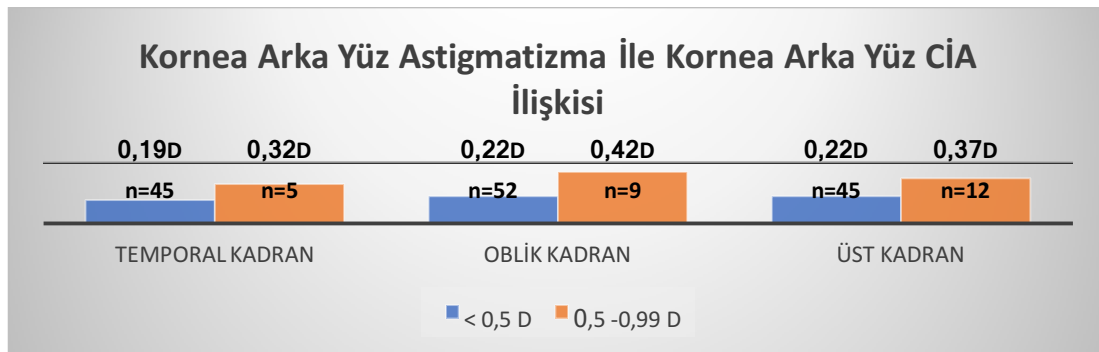


Şekil 27: Kornea ön yüz astigmatizma değerine göre kornea arka yüz CİA

Temporal kadrardan ana kesi yapılan olgular, kornea arka yüz astigmatizma değerine göre, $<0,5D$ ($n=45$) ve $0,5-0,9D$ ($n=5$) olarak iki gruba ayrıldı. Kornea arka yüz ortalama CİA; 1. ayda, sırasıyla $0,18\pm0,09$ D ve $0,56\pm0,39$ D; 3. ayda, sırasıyla $0,19\pm0,11$ D ve $0,32\pm0,40$ D idi. Grupların ikisinde de, hem 1. ay ve 3. ayda, CİA farkları istatistiksel olarak anlamlı bulunmazken (Wilcoxon işaretli sıralar testi, $p>0,05$) kornea arka yüz astigmatizma değerine göre, bu iki grup arasındaki CİA farkları, hem 1. ay ($p:0,03$) hem de 3. ayda ($p:0,04$), istatistiksel olarak anlamlı idi (Man Whitney-U testi).

Oblik kadrardan ana kesi yapılan olgular, kornea arka yüz astigmatizma değerine göre, $<0,5$ D ($n=52$) ve $\geq 0,5$ D ($n=9$) olarak, iki gruba ayrıldı. Bu iki grupta, kornea arka yüz ortalama CİA; 1. ayda, sırasıyla $0,22\pm0,13$ D ve $0,39\pm0,47$ D; 3. ayda, sırasıyla $0,22\pm0,13$ D ve $0,42\pm0,39$ D idi. Grupların ikisinde de, 1. ve 3. aylar arasındaki CİA farkları, istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı (Wilcoxon işaretli sıralar testi, $p>0,05$). Kornea arka yüz astigmatizma değerine göre, bu iki grup arasındaki CİA farkları, hem 1. ay ($p:0,03$) hem de 3. ayda ($p:0,02$), istatistiksel olarak anlamlı idi (Man Whitney-U testi).

Üst kadrardan ana kesi yapılan olgular, kornea arka yüz astigmatizma değerine göre, $<0,5D$ ($n=45$) ve $\geq 0,5$ D ($n=12$), olarak iki gruba ayrıldı. Bu iki grupta, kornea arka yüz ortalama CİA; 1. ayda, sırasıyla $0,23\pm0,14$ D ve $0,29\pm0,21$ D; 3. ayda, sırasıyla $0,22\pm0,13$ D ve $0,37\pm0,18$ D idi. Grupların ikisinde de, 1. ay ve 3. ay arasındaki CİA farkları istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı (Wilcoxon işaretli sıralar testi, $p>0,05$). Kornea arka yüz astigmatizma değerine göre, bu iki grup karşılaştırıldığında, CİA farkları, hem 1. ay ($p:0,04$) hem de 3. ayda ($p:0,03$) istatistiksel olarak anlamlı bulundu (Man Whitney-U testi).



Şekil 28: Kornea arka yüz astigmatizma değerine göre kornea arka yüz CİA

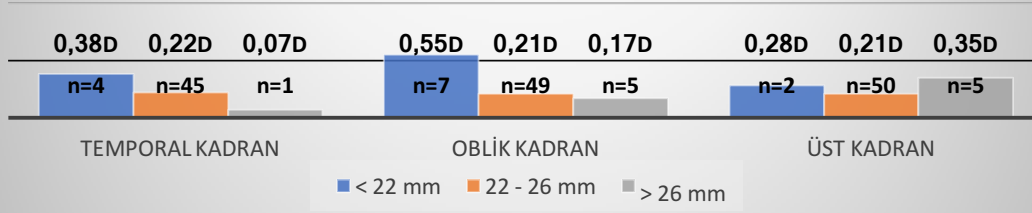
Aksiyel uzunluk ile CİA ilişkisi

Temporal kadrandan (n=50) ana kesi uygulanan olgular, AU'ları 26 milimetrenin üzerinde olan yeterli sayıda vaka olmadığı için AU'larına göre, <22 mm (n=4) ve ≥ 22 mm (n=46) olarak, iki gruba ayrıldı. Bu iki grupta, kornea arka yüz ortalama CİA; 1. ayda, sırasıyla $0,38 \pm 0,38$ D ve $0,25 \pm 0,16$ D; 3. ayda, sırasıyla $0,38 \pm 0,36$ D ve $0,22 \pm 0,18$ D idi. Grupların ikisinde de 1. ay ve 3. aylar arasındaki CİA farkları istatistiksel olarak anlamlı değildi (Wilcoxon işaretli sıralar testi, $p > 0,05$). AU'ları <22 mm ve ≥ 22 mm olan gruplar arasındaki CİA farkları, hem 1. ay ($p:0,07$) hem de 3. ayda ($p:0,06$), istatistiksel olarak anlamlı değildi (Mann Whitney-U testi).

Oblik kadrandan ana kesi yapılan olgular; AU'larına göre, <22 mm (n=7), 22–26 mm (n=49) ve >26 mm (n=5) olarak üç gruba ayrıldı. Bu üç grupta, kornea arka yüz ortalama CİA; 1. ayda, sırasıyla $0,57 \pm 0,47$ D, $0,22 \pm 0,11$ D ve $0,19 \pm 0,04$ D; 3. ayda, sırasıyla $0,55 \pm 0,38$ D, $0,21 \pm 0,12$ D ve $0,17 \pm 0,05$ D idi. Grupların üçünde de, 1. ve 3. aylar arasındaki CİA farkları, istatistiksel olarak anlamlı değildi (Wilcoxon işaretli sıralar testi, $p > 0,05$). AU'ları >26 mm olan grup ile 22-26 mm olan grup arasındaki kornea arka yüz CİA farkları, hem 1. ay ($p:0,98$) hem de 3. ayda ($p:0,54$), istatistiksel olarak anlamlı değildi. Ancak AU'ları <22 mm olan grup ile diğer gruplar arasındaki kornea arka yüz CİA farkları, hem 1. ay hem de 3. ayda, istatistiksel olarak anlamlı idi (Mann Whitney-U testi, $p < 0,001$).

Üst kadrandan (n=57) ana kesi yapılan olgular, AU'ları <22 mm olan az sayıda vaka olduğu için AU'larına göre, <26 mm (n=52) ve ≥ 26 mm (n=5) olarak, iki gruba ayrıldı. Bu iki grupta kornea arka yüz ortalama CİA; 1. ayda, sırasıyla $0,23 \pm 0,16$ D ve $0,39 \pm 0,27$ D; 3. ayda, sırasıyla $0,22 \pm 0,13$ D ve $0,35 \pm 0,19$ D idi. Grupların ikisinde de, 1. ay ve 3. aylar arasındaki CİA farkları, istatistiksel olarak anlamlı değildi (Wilcoxon işaretli sıralar testi, $p > 0,05$). AU'lara göre, bu iki grup arasındaki CİA farkları, hem 1. ay ($p:0,11$) hem de 3. ayda ($p:0,07$), istatistiksel olarak anlamlı değildi (Mann Whitney-U testi).

Aksiyel Uzunluk ile CİA İlişkisi



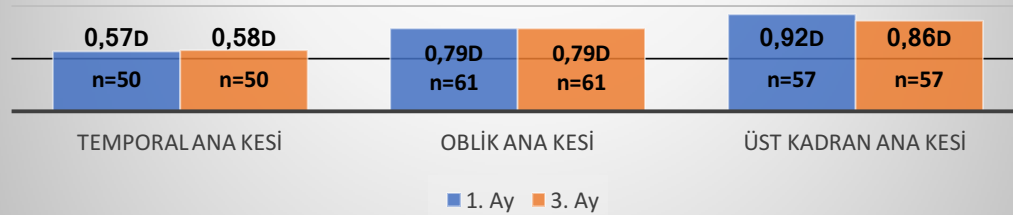
Şekil 29: Aksiyel uzunluklara göre kornea arka yüz 3. ay CİA

Kornea Total CİA

Ana kesi yerleşimi ile CİA ilişkisi

Temporal (n=50, %29,8), oblik (n=61, %36,3) ve üst kadrandan (n=57, %33,9) ana kesi yapılan gruplarda, kornea total ortalama CİA; 1. ayda, sırasıyla $0,57 \pm 0,43$ D, $0,79 \pm 0,53$ D ve $0,92 \pm 0,53$ D; 3. ayda, sırasıyla $0,58 \pm 0,43$ D, $0,79 \pm 0,53$ D ve $0,86 \pm 0,52$ D idi. Ana kesi yerleşimlerine göre, grupların üçünde de, 1. ve 3. aylar arasındaki CİA farkları, istatistiksel olarak anlamlı değildi (Wilcoxon testi, $p > 0,05$). Temporal kadrandan ana kesi yapılan grup ile üst kadrandan ana kesi yapılan grup arasındaki CİA farkları, hem 1. ay ($p: 0,013$) hem de 3. ayda ($p: 0,012$), istatistiksel olarak anlamlı iken diğer gruplar arasındaki farklar ($p > 0,05$) istatistiksel olarak anlamlı değildi (Man Whitney-U testi).

Ana Kesi Yerleşimine Göre Kornea Total CİA

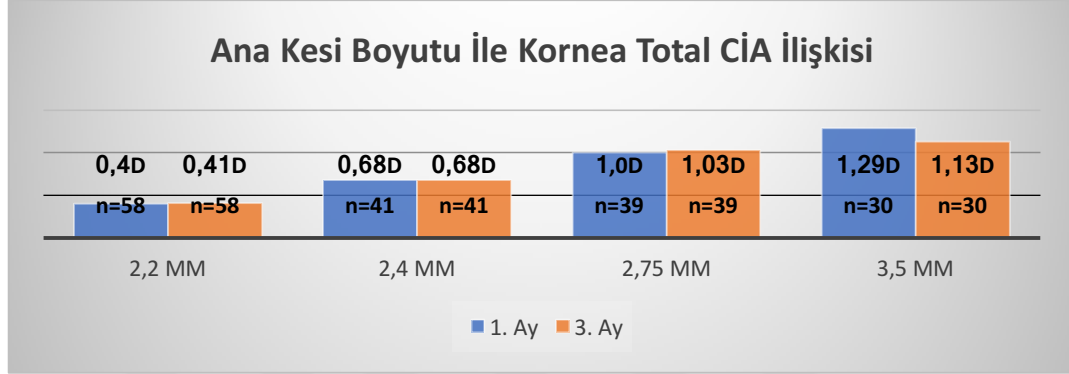


Şekil 30: Ana kesi yerleşimine göre kornea total 1. ve 3. ay CİA

Ana kesi boyutu ile CİA ilişkisi

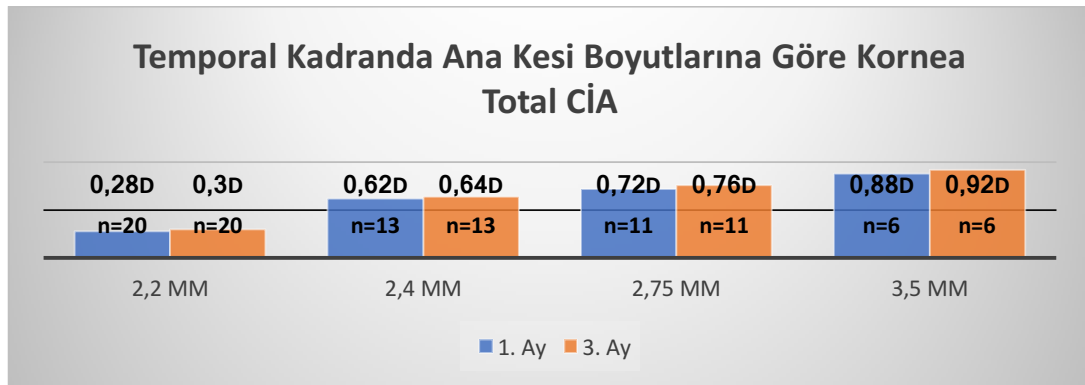
Ana kesi boyutları, 2,2 mm (n=58, %34,6), 2,4 mm (n=41, %24,4), 2,75 mm (n=39, %23,2) ve 3,5 mm (n=30, %17,8) olan gruplarda, total korneal CİA; 1. ayda, sırasıyla $0,40 \pm 0,20$ D, $0,68 \pm 0,31$ D, $1,00 \pm 0,41$ D ve $1,29 \pm 0,72$ D; 3. ayda, sırasıyla $0,41 \pm 0,19$ D, $0,68 \pm 0,29$ D, $1,03 \pm 0,42$ D ve $1,13 \pm 0,77$ D idi. Ana kesi boyutlarına göre, grupların dördünde de, 1. ve 3. aylar arasındaki CİA farkları,

istatistiksel olarak anlamlı saptanmadı (Wilcoxon işaretli sıralar testi, $p>0,05$). Ana kesi boyutları 2,75 mm ve 3,5 mm olan gruplar arasındaki kornea total CİA farkları, hem 1. ay ($p:0,43$) hem de 3. ayda ($p:0,55$), istatistiksel olarak anlamsız iken (Mann Whitney-U testi) diğer gruplar arasında yapılan ikili karşılaştırmalarda, total korneal CİA farkları, hem 1. ay hem de 3. ayda, istatistiksel olarak anlamlı idi (Mann Whitney-U testi, $p<0,001$).



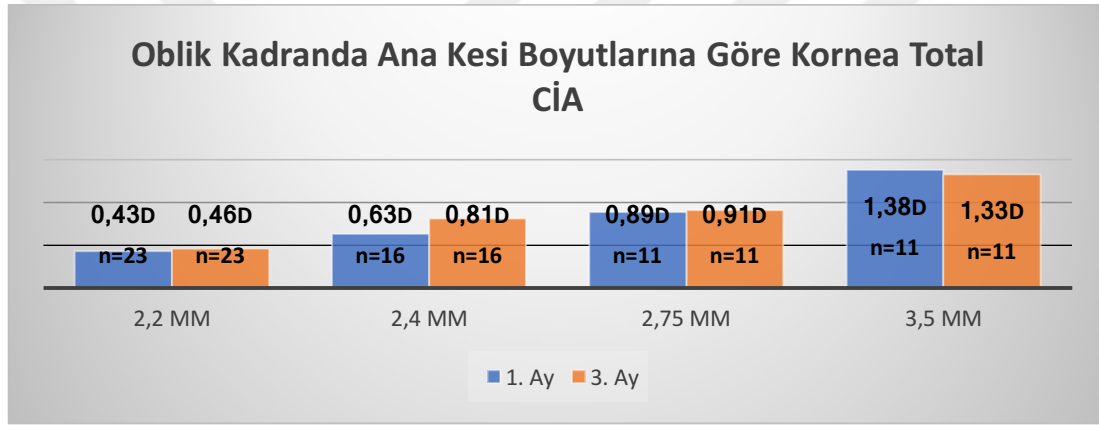
Şekil 31 : Ana kesi boyutlarına göre kornea total 1. ve 3. ay CİA

Temporal kadrandan ($n=50$) ana kesi yapılan olgularda, kesi boyutları, 2,2mm ($n=20$, %40,0), 2,4mm ($n=13$, %26,0), 2,75mm ($n=11$, %22,0), ve 3,5mm ($n=6$, %12,0) olan gruplarda, total korneal ortalama CİA; 1. ayda, sırasıyla $0,28\pm0,14$ D, $0,62\pm0,30$ D, $0,72\pm0,39$ D ve $0,88\pm0,78$ D; 3.ayda, sırasıyla $0,30\pm0,14$ D, $0,64\pm0,29$ D, $0,76\pm0,41$ D ve $0,92\pm0,58$ D idi. Ana kesi boyutlarına göre, grupların dördünde de, 1. ve 3. aylar arasındaki CİA farkları, istatistiksel olarak anlamlı saptanmadı (Wilcoxon testi, $p>0,05$). Ana kesi boyutları 2,75 mm ve 3,5 mm olan gruplar arasındaki kornea total CİA farkları, hem 1. ay ($p:0,76$) hem de 3. ayda ($p:0,45$), istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı (Mann Whitney-U testi). Ancak diğer gruplar arasında yapılan ikili karşılaştırmalarda, total kornea CİA değerleri arasındaki farklar, hem 1. ay hem de 3. ayda, istatistiksel olarak anlamlı idi (Mann Whitney-U testi, $p<0,05$).



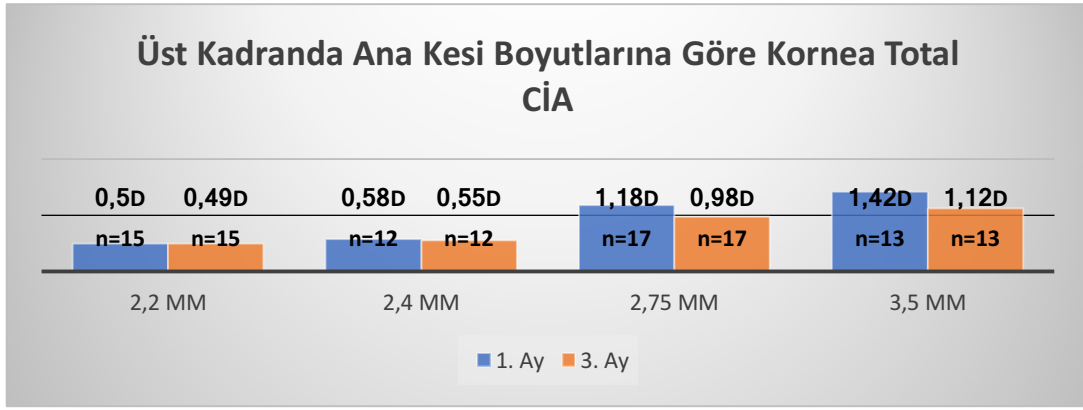
Şekil 32: Temporal kadranda ana kesi boyutlarına göre kornea total 1. ve 3. ay CİA

Oblik kadranda (n=61) ana kesileri, 2,2mm (n=23, %37,7), 2,4mm (n=16, %26,3), 2,75mm (n=11, %18,0), ve 3,5mm (n=11, %18,0) olan gruplarda, kornea total ortalama CİA, 1. ayda sırasıyla, $0,43 \pm 0,19$, $0,63 \pm 0,31$, $0,89 \pm 0,30$ ve $1,38 \pm 0,85$ D, 3.ayda sırasıyla, $0,46 \pm 0,18$, $0,81 \pm 0,27$, $0,91 \pm 0,30$ ve $1,33 \pm 0,89$ D idi. Oblik kadranda ana kesi boyutlarına göre grupların dördünde de 1. ve 3. aylar arasındaki CİA farkları istatistiksel olarak anlamlı saptanmadı (Wilcoxon işaretli sıralar testi, $p > 0,05$). Ana kesi boyutları 2,75 mm ve 3,5 mm olan gruplar arasındaki kornea total CİA farkları hem 1. ay ($p:0,85$) hem de 3. ayda ($p:0,74$), istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı. Fakat diğer gruplar arasında yapılan ikili karşılaştırmalarda, hem 1. ay hem de 3. ayda, kornea total CİA farkları, istatistiksel olarak anlamlı idi (Mann Whitney-U testi, $p < 0,001$).



Şekil 33: Oblik kadranda ana kesi boyutlarına göre kornea total 1. ve 3. ay CİA

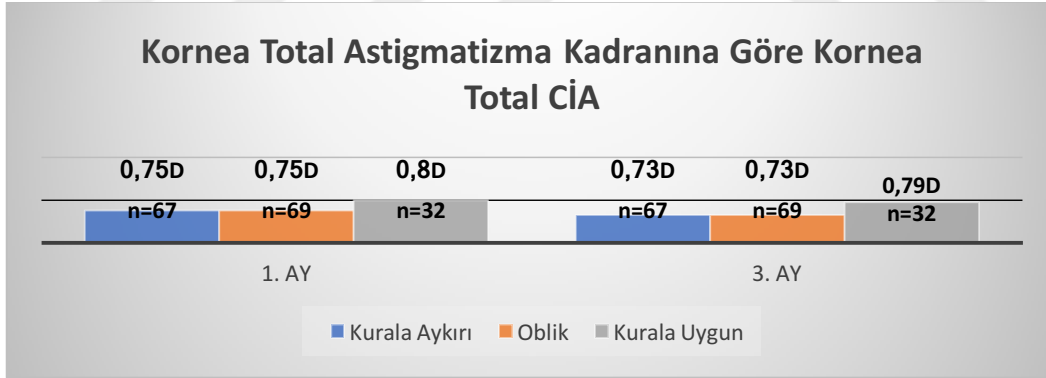
Üst kadrandan (n=57) ana kesi yapılan; kesi boyutları, 2,2mm (n=15, %26,3), 2,4mm (n=12, %21,1), 2,75mm (n=17, %29,8), ve 3,5mm (n=13, %22,8) olan gruplarda, total korneal ortalama CİA; 1. ayda, sırasıyla $0,50 \pm 0,21$ D, $0,58 \pm 0,26$ D, $1,18 \pm 0,45$ D ve $1,42 \pm 0,64$ D; 3.ayda, sırasıyla $0,49 \pm 0,22$ D, $0,55 \pm 0,26$ D, $0,98 \pm 0,45$ D ve $1,12 \pm 0,64$ D idi. Ana kesi boyutlarına göre grupların dördünde de, 1. ve 3. aylar arasındaki CİA farkları, istatistiksel olarak anlamlı saptanmadı (Wilcoxon işaretli sıralar testi, $p > 0,05$). Ana kesi boyutları 2,75 mm ve 3,5 mm olan gruplar arasındaki total korneal CİA farkları, hem 1. ay ($p:0,64$) hem de 3. ayda ($p:0,38$), istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı (Mann Whitney-U testi). Ancak diğer gruplar arasında yapılan ikili karşılaştırmalarda, kornea total CİA farkları, hem 1. ay hem de 3. ayda, istatistiksel olarak anlamlı idi (Mann Whitney-U testi, $p < 0,001$).



Şekil 34: Üst kadranda ana kesi boyutlarına göre kornea total 1. ve 3. ay CİA

Astigmatizma kadranı ile CİA ilişkisi

Kornea total astigmatizma kadranı; KA (n=67, %39,8), oblik (n=39, %23,3) ve KU (n=62, %36,9) olan gruplarda, total korneal ortalama CİA; 1. ayda, sırasıyla $0,75 \pm 0,51$ D, $0,75 \pm 0,46$ D ve $0,80 \pm 0,58$ D; 3. ayda, sırasıyla $0,73 \pm 0,48$ D, $0,73 \pm 0,46$ D ve $0,79 \pm 0,58$ D idi. Kornea total astigmatizma kadranına göre, grupların üçünde de, 1. ve 3. aylar arasındaki CİA farkları, istatistiksel olarak anlamlı değildi (Wilcoxon işaretli sıralar testi, $p > 0,05$). Astigmatizma kadranına göre, gruplar arasındaki CİA farkları da hem 1. ay hem de 3. ayda, istatistiksel olarak anlamlı değildi (Kruskal-Wallis varyans analizi $p: 0,35$).



Şekil 35: Astigmatizma kadranına göre kornea total 1. ve 3. ay CİA

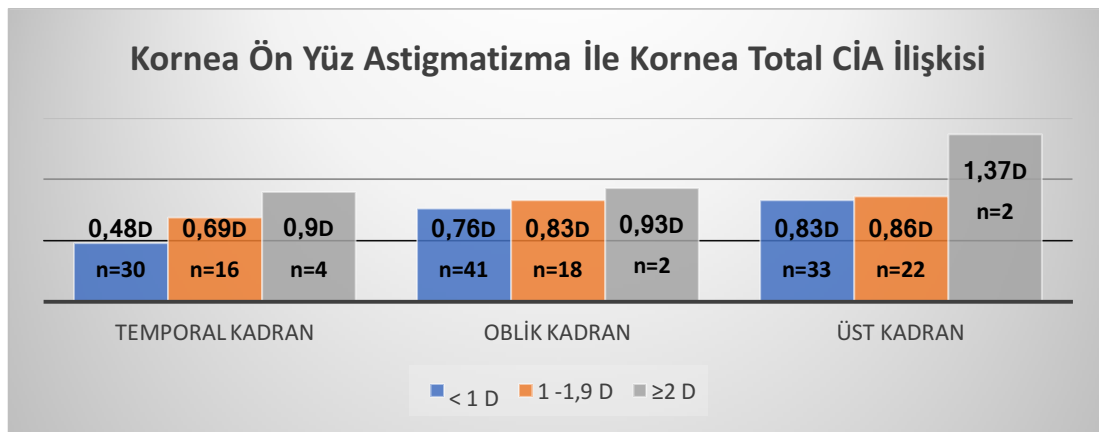
Astigmatizma değeri ile CİA ilişkisi:

Temporal kadrandan ana kesi yapılan olgular, kornea total astigmatizma değerine göre, < 1 D (n=30), $1-1,9$ D (n=16) ve ≥ 2 D (n=4) olarak, üç gruba ayrıldı. Bu üç grupta, total kornea ortalama CİA; 1. ayda, sırasıyla $0,47 \pm 0,41$ D, $0,66 \pm 0,41$ D ve $0,90 \pm 0,54$ D; 3. ayda, sırasıyla $0,48 \pm 0,40$ D, $0,69 \pm 0,42$ D ve $0,90 \pm 0,53$ D idi. Grupların üçünde de, 1. ve 3. aylar arasındaki CİA farkları, istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı (Wilcoxon testi, $p > 0,05$). Total korneal astigmatizma değerine göre, bu üç grup arasında yapılan ikili karşılaştırmalarda,

kornea total astigmatizma değeri ≥ 2 D olan grup ile diğer gruplar arasındaki CİA farkları, hem 1. ay hem de 3. ayda, istatistiksel olarak anlamlı iken (Mann Whitney-U testi, $p < 0,05$) kornea total astigmatizma değeri < 1 D ve 1-1,9 D olan gruplar arasındaki CİA farkları, hem 1. ay hem de 3. ayda, istatistiksel olarak anlamlı değildi (Mann Whitney-U testi, $p > 0,05$).

Oblik kadrandan ana kesi yapılan, kornea total astigmatizma değeri ≥ 2 D olan az sayıda vaka olduğu için, olgular kornea total astigmatizma değerine göre < 1 D ($n=41$) ve ≥ 1 D ($n=20$) olarak iki gruba ayrıldı. Bu iki grupta kornea total ortalama CİA, 1. ayda sırasıyla, $0,78 \pm 0,57$ ve $0,82 \pm 0,50$ D, 3. ayda sırasıyla, $0,77 \pm 0,53$ ve $0,83 \pm 0,54$ D idi. Her iki grupta da 1. ve 3. aylar arasındaki CİA farkları istatistiksel olarak anlamlı değildi (Wilcoxon testi, $p > 0,05$). Astigmatizma değerine göre, bu iki grup arasındaki CİA farkları, hem 1. ay ($p: 0,54$) hem de 3. ayda ($p: 0,83$), istatistiksel olarak anlamlı değildi (Mann Whitney-U testi).

Üst kadrandan ana kesi yapılan, olgular, kornea total astigmatizma değerine göre, < 1 D ($n=33$) ve ≥ 1 D ($n=24$) olarak, iki gruba ayrıldı. Bu iki grupta, total korneal ortalama CİA; 1. ayda, sırasıyla $0,94 \pm 0,49$ D ve $0,87 \pm 0,90$ D; 3. ayda, sırasıyla $0,83 \pm 0,41$ D ve $0,88 \pm 0,50$ D idi. Her iki grupta da, 1. ve 3. aylar arasındaki CİA farkları, istatistiksel olarak anlamlı değildi (Wilcoxon testi, $p > 0,05$). Astigmatizma değerine göre, bu iki grup arasındaki CİA farkları, hem 1. ay ($p: 0,39$) hem de 3. ayda ($p: 0,23$), istatistiksel olarak anlamlı değildi (Mann Whitney-U testi).



Şekil 36: Kornea ön yüz astigmatizma değerine göre, kornea total, 3. ay CİA

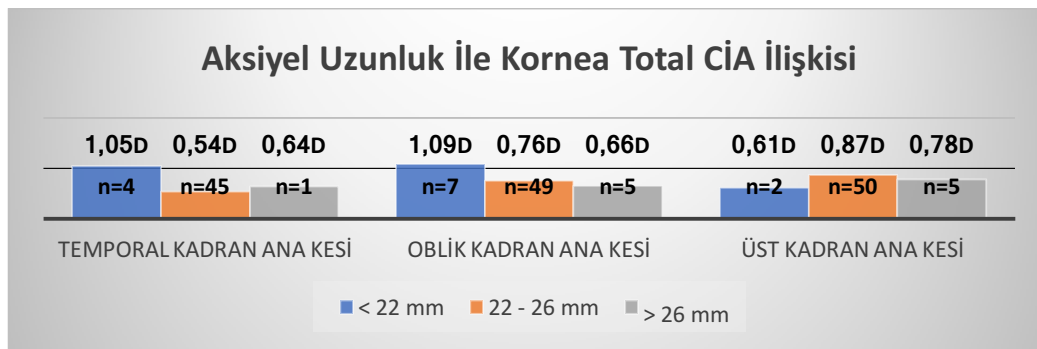
Aksiyel uzunluk ile CİA ilişkisi

Temporal kadrandan ana kesi yapılan olgular, AU'ları 26 milimetrenin üzerinde olan, yeterli sayıda vaka olmaması nedeniyle, AU'larına göre, < 22 mm

(n=4) ve ≥ 22 mm (n=46) olarak, iki gruba ayrıldı. Bu iki grupta, total korneal ortalama CİA; 1. ayda, sırasıyla $0,99 \pm 0,59$ D ve $0,54 \pm 0,46$ D; 3. ayda, sırasıyla, $1,05 \pm 0,64$ D ve $0,55 \pm 0,44$ D idi. Her iki grupta da, 1. ve 3. aylar arasındaki CİA farkları, istatistiksel olarak anlamlı değildi (Wilcoxon işaretli sıralar testi, $p > 0,05$). AU'lara göre, bu iki grup karşılaştırıldığında ise total korneal CİA farkları, hem 1. ay ($p:0,02$) hem de 3. ayda ($p:0,02$), istatistiksel olarak anlamlı idi (Mann Whitney-U testi).

Oblik kadrardan ana kesi yapılan olgular, AU'larına göre, <22 mm (n=7), $22-26$ mm (n=49) ve >26 mm (n=5) olarak üç gruba ayrıldı. Bu üç grupta, total korneal ortalama CİA; 1. ayda, sırasıyla $1,09 \pm 0,61$ D, $0,77 \pm 0,53$ D ve $0,61 \pm 0,37$ D; 3. ayda, sırasıyla $1,09 \pm 0,63$ D, $0,76 \pm 0,52$ D ve $0,66 \pm 0,33$ D idi. Grupların üçünde de, 1. ve 3. aylar arasındaki CİA farkları, istatistiksel olarak anlamlı değildi (Wilcoxon işaretli sıralar testi, $p > 0,05$). Gruplar, hem 1. ay hem de 3. ayda, kendi aralarında karşılaştırıldığında; AU'ları, 22 milimetrenin altında olan grupta total korneal CİA, diğer iki gruptan, istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek saptandı (Mann Whitney-U testi). AU'ları $22-26$ mm arasında ve >26 mm olan gruplar arasındaki CİA farkları ise istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı (Mann Whitney-U testi, $p > 0,05$).

Üst kadrardan ana kesi yapılan olgular, AU'ları 22 milimetrenin altında olan az sayıda vaka olmasından dolayı AU'larına göre, <26 mm (n=52) ve ≥ 26 mm (n=5) olarak, iki gruba ayrıldı. Bu iki grupta, total korneal ortalama CİA; 1. ayda, sırasıyla $0,91 \pm 0,66$ D ve $0,88 \pm 0,24$ D; 3. ayda, sırasıyla $0,86 \pm 0,74$ D ve $0,78 \pm 0,32$ D idi. Her iki grupta da, 1. ay ve 3. aylar arasındaki CİA farkları, istatistiksel olarak anlamlı değildi (Wilcoxon işaretli sıralar testi, $p > 0,05$). Hem 1. ay hem de 3. ayda, AU'lara göre, bu iki grup arasındaki CİA farkları, istatistiksel olarak anlamlı değildi (Mann Whitney-U testi, $p > 0,05$).



Şekil 37: Aksiyel uzunluklara göre, kornea total 3. ay CİA

TARTIŞMA

Fakoemülsifikasyon yöntemi ile katarakt cerrahisi ve GİL implantasyonu ile hastalarda belirgin görme artışı elde edilmektedir². Fakoemülsifikasyon dönemi öncesinde, geniş korneal kesiler ile yapılan ameliyatlardan sonra, hastalarda yüksek korneal astigmatizma ortaya çıkmış, görsel olarak yeterince tatminkar sonuçlar elde edilememiştir^{52, 53}. Bu sebeple, katarakt cerrahisi sırasında, astigmatizmayı arttırmamak önem kazanmıştır. Fakoemülsifikasyon yönteminin tanımlanmasıyla, ameliyat insizyonu küçültülmüş, CİA değeri azalmıştır⁴⁴. Günümüzde, cerrahi teknik ve materyallerdeki gelişmeler sayesinde, katarakt ameliyatından sonra emetropi sağlanabilmektedir^{54, 55}. Ameliyat sonrası astigmatizma; dik akstan korneal kesi, korneal veya limbal gevşetici insizyon ya da torik GİL implantasyonu gibi yöntemlerle azaltılmaktadır⁵⁶⁻⁵⁸. Bir diyoptriye kadar astigmatizma olan hastalarda, dik akstan korneal kesi yeterli olabilmektedir⁵⁹. Limbal ve korneal gevşetici insizyonlar ise 2,75 D'ye kadar olan astigmatizma için tedavi edici olabilmektedir⁶⁰. Torik GİL implantasyonu ise astigmatizma değeri 0,75 D'den fazla olan hastalara uygulanabilmektedir⁶¹. Bazı hastalarda, arka korneal kurvaturdan kaynaklanan rezidü astigmatizma görülebilmektedir^{22, 62-66}.

Eskiden; arka korneal kurvatur ile ilgili kesin bilgi veren cihazlar olmadığı için, arka korneal kurvaturun refraktif etkisi tüm hastalarda sabit bir değer olarak kabul edilmekteydi²⁹. Günümüzde, arka korneal kurvatur değerlerini ölçebilen cihazların kullanıma girmesiyle, bu değerlerin hastadan hastada değiştiği bilinmektedir¹⁸. Ayrıca, arka ve ön korneal astigmatizma aksları arasındaki açığa göre, total korneal astigmatizma değişmektedir⁶⁷. Total korneal astigmatizma üzerinde; ön ve arka korneal astigmatizma kadranları, aynı olduğunda azaltıcı etki, farklı olduğunda ise arttırıcı etki, meydana gelmektedir. Arka korneal astigmatizma değeri arttıkça, bu etkiler de artmaktadır⁶⁸. Bu değer, bazı hastalarda 0,5 D ve üzerinde olabildiği düşünülürse, ciddi refraktif hata kaynağı olabileceğini ön görmek zor değildir¹⁸. Bu nedenle, katarakt ameliyatından önce her hastada kornea ön yüz, arka yüz ve total korneal kurvatur birlikte değerlendirilmelidir.

Torik GİL gücü hesaplayan formüllerde, CİA da hesaplamalara dahil edilmektedir⁶⁹. Dolayısıyla, ön görülden farklı bir CİA değeri cerrahi başarıyı

doğrudan etkilemektedir. Bu sebeple, CİA değerine etki eden faktörler bilinmelidir. CİA; yaş, GİB, AU, ÖKD, kornea çapı, korneal astigmatizma gibi hastaya bağlı; kesi tipi, boyutu ve yerleşimi gibi cerrahiye bağlı faktörlerden etkilenmektedir⁷. Bu değişkenler iyi hesaplandığı takdirde, daha başarılı astigmatizma kontrolü ve daha iyi bir görüş sağlanabilir⁵³. Günümüzde, arka korneal CİA değerlendirilmemektedir. Ancak bazı hastalarda, bu değer 0,5 D'nin üzerinde olabilmektedir⁹. Bu nedenle, arka korneal kurvaturun ameliyat sonrası değişimleri de hesaplamalara katılmalıdır.

Çalışmamızda, fakoemülsifikasyon yöntemi ile katarakt cerrahisi yapılan hastalarda, Pentacam ile ölçülen kornea ön yüz, arka yüz ve total korneal kurvatur değişimlerinin üçünü de değerlendirdik.

Kornea ön yüz astigmatizma:

Torik GİL implantasyonu, giderek artan oranlarda uygulandığı için araştırmacılar toplumdaki astigmatizma değerlerini inceleyen çalışmalar yapmışlardır⁷⁰⁻⁷⁵. Çalışmamızda, pre-operatif ölçümlerde bulduğumuz ortalama korneal astigmatizma değerinin (0,91±0,71 D) daha önceki çalışmalara benzerlik gösterdiği görülmektedir⁷⁰⁻⁷⁵. Keratometrik ölçümler incelendiğinde, ortalama K1 (43,06±1,75 D) ve K2 (43,98±1,90 D) değerleri de literatürdeki değerlere çok benzemektedir⁷⁰⁻⁷⁵ (Tablo 9).

Hoffer⁸², Ferrer-Blasco⁷⁵ ve Hoffmann'ın⁴⁷ verilerine göre; hastaların %20-30'unda 1,25 D ve üzerinde korneal astigmatizma mevcuttur. Ünlü ve ark.⁷³ ise 219 hastadan oluşan olgu serilerinde, katarakt cerrahisi uygulanan hastaların %30'unda 1,0 D ve üzerinde korneal astigmatizma değerleri bulmuşlardır. Khan⁷¹ ve ark.nın çalışmasında, bu oran %40,4'tür. Tablo 8'de çalışmamızdaki kornea ön yüz ve total astigmatizma değerine göre gruplar görülmektedir.

Tablo 6: Kornea ön yüz ve total astigmatizma değeri grupları

Korneal astigmatizma	<1D	1–1,9D	2–2,9D	≥3D
Ön yüz	91 (%54,2)	63 (%37,5)	11 (%6,5)	3 (%1,8)
Total	79 (%47,3)	71 (%42,2)	13 (%7,7)	5 (%2,8)

Günümüzde, torik GİL 0,75 D'nin üzerinde astigmatizması olan hastalara uygulanmaktadır⁶¹ Bazı GİL firmaları (Oculentis ve Morcher GmbH), torik GİL

aralığını 0,5 D'den başlatmaktadır⁶¹. Yukarıda tartıştığımız gibi; dik akstan kornea kesi, bu hastalar için yeterli olabilir. Çalışmamızda; 1D ve üzerinde astigmatizma değeri bulunan, torik GİL adayı hastaların oranı %45,8 idi.

Tablo 7: Literatürde ve çalışmamızda kornea ön yüz astigmatizma ve keratometri değerleri

Çalışmalar	Astigmatizma (D)	K1 (D)	K2 (D)
Çalışmamız	0,91±0,71	43,06±1,75	43,98±1,90
Ferrer-Blasko⁷⁰	0,90±0,93	43,48±1,61	44,08±1,59
Khan ve Muhtaseb⁷¹	1,03 ±0,72	43,43±1,49	44,46±1,56
Ho¹⁰	0,90±0,94	42,4±1,50	43,6±1,50
Bernardo⁷²	1,02±0,69	43,54±1,43	44,56±1,52
Chen⁷⁴	1,01±0,69	43,76±1,53	44,76±1,56
Ünlü⁷³	1,00±0,96	43,43±1,81	44,43±1,87
Yuan⁷⁵	1,15±0,84	43,93±1,67	45,08±1,73
Nemeth¹⁸	1.11±0.57	43,20	44,30
Miyake⁷⁶	1.14±0.76		
Jing⁷⁷	0.84±0.68		
Ventura⁷⁸	1,11±0,57		
Haseghawa⁷⁹	1,12±0,99		
Zheng⁸⁰	0.99±0.71		
Feizi⁸¹	1,09 ± 0,76		
Klijn⁸²	0,75		
Tonn⁶⁷	1,28±1,01		
Naeser⁸³	1,06±0,85		
Bregnhøj⁸⁴	1,01±0,70		
Sano⁸⁵	0.87±0.44		
Nemeth⁸⁶	0.74±0.44		

Kornea arka yüz astigmatizma:

Arka korneal kurvatura ait verilerin yetersiz olduğu dönemde, korneanın arka yüzünün toplam güç üzerindeki etkisi bilinmemekteydi. Günümüzde ise arka korneal astigmatizma; purkinje görüntüleme, tarayıcı slit topografi, ön segment OKT ve Scheimpflug topografi gibi çeşitli tekniklerle ölçülebilmektedir^{10, 68, 87-89}. Literatüre göre, ortalama arka korneal astigmatizma değerleri 0,12 D – 0,78 D aralığındadır. Çalışmamızda, ortalama arka korneal astigmatizma değerini 0,29±0,17 D olarak bulundu (Tablo 10).

Tablo 8: Literatürde ve çalışmamızda kornea arka yüz astigmatizma değerleri ve ölçüm yöntemi

Çalışmalar	Arka korneal astigmatizma (D)	Ölçüm yöntemi
Çalışmamız	0,29±0,17	Scheimpflug
Tonn ⁶⁷	0,33±0,18	Scheimpflug
Ho ¹⁰	0,33	Scheimpflug
Koch ⁸⁹	0,30±0,15	Scheimpflug
Dubbelman ⁸⁸	0,31	Scheimpflug
Modis ⁹⁰	0,78±0,61	Tarayıcı slit topografi
Prisant ⁸⁷	0,66±0,23	Tarayıcı slit topografi
Royston ⁹¹	0,38	Purkinje görüntüsü
Dunne ⁹²	0,26	Purkinje görüntüsü
Nemeth ¹⁸	0,30	Scheimpflug
Mi ⁹³	0,12	Scheimpflug
Jing ⁷⁷	0,28±0,16	Scheimpflug
Feizi ⁸¹	0,30±0,13	Scheimpflug
Miyake ⁷⁶	0,37±0,19	Scheimpflug
Eom ⁶⁶	0,35±0,18	Scheimpflug
Kim ⁹⁴	0,29±0,11	Scheimpflug
Wang ⁹⁵	0,25±0,08	Scheimpflug
Zheng ⁸⁰	0,18±0,14	Scheimpflug
Ueno ²⁵	0,32	3 D OKT
Klijn ⁸²	0,40	Scheimpflug
Naeser ⁸³	0,33±0,17	Scheimpflug
Pinero ⁹⁶	0,36 ± 0,24	Scheimpflug
Nemeth ⁸⁶	0,29±0,14 D	

Zheng⁸⁰ ve ark. ortalama yaşları 66,0±9,4 yıl olan, 374 hasta ile yaptıkları çalışmada, ortalama arka korneal astigmatizma değerini 0,18±0,14 D bulmuşlar ve ilerleyen yaş ile arka korneal astigmatizmanın azaldığını önermişlerdir. Ueno²⁵ ve ark. yaş ortalaması 49,5±23,1 yıl olan hasta grubu ile yaptıkları çalışmada, arka korneal astigmatizma değerini 0,32 D bulmuşlardır. Zheng⁸⁰ ve ark. Ueno²⁵ ve ark.na göre, ortalama arka korneal astigmatizmayı daha düşük bulmalarını, çalışmalarındaki yaş ortalamasının yüksekliğine bağlamışlardır. Çalışmamızda, ortalama arka korneal astigmatizma değeri 0,29±0,17 D, ortalama yaş ise 67.2±10,5 yıl idi. Çalışmamızdaki hastaların yaş ortalaması, Zheng⁸⁰ ve ark.nın çalışmasına yakın olmasına rağmen, biz ortalama arka korneal astigmatizma değerini daha yüksek bulduk. Bu duruma, çalışmaya dahil olan hastaların etnik

açından farklı olması veya hasta sayısının azlığı neden olmuş olabilir. Bu konuda daha güvenilir sonuçlara varmak için, değişik etnik kökenlerden, daha fazla sayıda hasta ile yapılacak çalışmalara ihtiyaç vardır.

Arka korneal kurvatur, torik GİL implantasyonu başarısını etkileyebilmektedir. Hasegawa⁷⁹ ve ark. 1,0 D – 2,5 D korneal astigmatizması olan hastalara, torik ve torik olmayan GİL uygulayarak yaptıkları çalışmada, refraktif sonuçları değerlendirmişlerdir. Torik GİL grubunda; kornea ön yüzü KU olan olgularda fazla düzeltme, kornea ön yüzü KA olan olgularda ise eksik düzeltme ile karşılaşmışlardır. Torik GİL implante edilen hastalarda, sadece kornea ön yüzüne göre hesaplama yapılırsa, düzeltilmeyen arka korneal astigmatizma nedeniyle, bu tip hatalar görülebilmektedir⁶³. Arka korneal astigmatizma ne kadar büyük olursa hata oranı da o kadar büyük olacaktır.

Literatürde 0,5 D ve üzerinde arka korneal astigmatizması olan hastaların oranı %7,8 – 25'dir. Çalışmamızda 11 (%6,5) olguda kornea arka yüz astigmatizma 0,5 D ve üzerinde idi. Tablo 11'de çalışmalardaki arka korneal astigmatizması 0,5 D ve üzerinde olan hastaların oranları görülmektedir. Tablo 12'de, ön korneal astigmatizma gruplarında, arka korneal astigmatizma ortalamaları görülmektedir.

Tablo 9: Literatürde ve çalışmamızda 0,5 D ve üzerinde arka korneal astigmatizma değeri oranları

Çalışmalar	n	Oranlar (%)
Çalışmamız	168	6,5
Feizi ⁸¹	153	7,8
Nemeth ¹⁸	827	12,6
Nemeth ⁸⁶	83	11,3

n: Olgu sayısı

Tablo 10: Çalışmamızda, ön korneal astigmatizma gruplarında, arka korneal astigmatizma değerleri

Kornea ön yüz astigmatizma	Arka yüz astigmatizma ortalaması (D)
<1D	0,26±0,20
1–1,9 D	0,31±0,30
2–2,9 D	0,36±0,30
≥3 D	0,73±0,80

Kornea ön ve arka yüz astigmatizma kadranı:

Literatürde, astigmatizma kadranının yaş ile birlikte değiştiğini gösteren birçok çalışma vardır. Nemeth¹⁸ ve ark.nın çalışmasına göre, kornea ön yüz astigmatizma kadranı, 10-20 yaş aralığındaki olguların %80'inde KU iken 81 yaş üstü olgularda bu oran %36'ya gerilemektedir. Kornea arka yüz astigmatizma kadranı KU olan kişilerin oranı, 10-20 yaş aralığında %94,3 iken 81 yaş üzerinde %84,0 seviyesindedir. Araştırmacılar, yaşa bağlı korneal kurvatur değişiklerini incelendiklerinde; kornea arka yüz astigmatizma kadranının, ilerleyen yaş ile değişmediği sonucuna varmışlardır. Bu çalışmada kornea arka yüz dik aksı vertikal olan olgular, KU arka korneal astigmatizma olarak değerlendirilmiştir. Ancak, arka korneal kurvaturun refraktif etkisi diverjan olduğu için, dik aks vertikal olduğunda, meydana gelen astigmatizmanın KA olduğu akılda tutulmalıdır. Çalışmamızda, kornea arka yüzde, dik aksı vertikal olan olguların astigmatizma kadranını, KA olarak adlandırdık. Yapılan çalışmaların sonuçları değerlendirilirken bu ayrıntıya dikkat edilmelidir.

Dunne⁶⁸ ve ark. ile Dubbelman⁸⁸ ve ark. ortalama yaşları, sırasıyla 22,04±3,24 ve 39±14 yıl (18-65 yaş), olan hastalarla yaptıkları çalışmalarda, hastaların büyük bir çoğunluğunda, hem ön hem de arka kornea yüzeyinde, dik akslarının vertikal yerleştiğini göstermişlerdir. Bu durumda; korneal astigmatizma kadranı, ön yüzde KU, arka yüzde ise KA olmaktadır. Çalışmamızda; kornea ön yüzde, KU astigmatizma oranını %36,9, KA astigmatizma oranını %39,9; kornea arka yüzde ise, KA astigmatizma oranını %65,5 olarak bulundu. Kornea ön yüzde, KA astigmatizma oranının yüksek oluşu, çalışmamıza dahil olan hastaların yaş ortalamasının yüksek (67,23±10,50 yıl) olması nedeniyle olabilir. Kornea ön yüz astigmatizma kadranı, ileri yaşlarda, KA olma eğilimindedir²⁵.

Hayashi⁹⁷ ve ark. yaptıkları çalışmada, katarakt ameliyatı olmuş hastalarda da, yaşa bağlı korneal astigmatizma kadranı değişiminin, cerrahi yapılmayan hastalar gibi, devam ettiğini göstermişlerdir. Bu nedenle; ileri yaşlarda, arka korneal astigmatizmanın, total korneal astigmatizmayı düzeltici etkisi kaybolmakta; hatta, artırıcı etki ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla, ameliyat sonrası emetrop olan bir hasta, yaş ile beraber, astigmatizma kadranının değişmeye devam etmesinden dolayı, emetrop kalmayabilir. Genç yaşlarda ameliyat edilen

hastalarda, bu detaya dikkat edilmeli, hastaya uygun hedef refraksiyon belirlenmelidir. Çalışmamızda, olgu sayısının azlığı nedeniyle, olguların korneal astigmatizma kadranını yaşlara göre gruplamadık.

Miyake⁷⁶ ve ark. yaptıkları çalışmada; ortalama kornea ön ve arka yüz astigmatizma değerlerini sırasıyla $1,14 \pm 0,76$ D ve $0,37 \pm 0,19$ D olarak bulunmuşlardır. Bu çalışmada; kornea ön yüzü KU olan olguların %96,6'sında, kornea arka yüzü KA (azaltıcı etki); kornea ön yüzü KA olan olguların %73,9 'unda, kornea arka yüz KA (arttırıcı etki) saptanmış. Bu çalışmaya göre, kornea ön yüz astigmatizma kadranına bakarak, kornea ön yüzü KU olan hastalarda %96,6 oranında azaltıcı etki, kornea ön yüzü KA olan hastalarda %73,9 oranında arttırıcı etki olduğu sonucuna varılabilir. Bu oranlar, aynı zamanda, kornea arka yüzü dikkate alınmadan torik GİL hesabı yapıldığı takdirde, refraktif hata görülebilecek olan hastaların oranlarına da ışık tutmaktadır. Bu sebeple torik GİL implantasyonu planlanan olgularda bu durum dikkate alınmalıdır. Çalışmamızda, kornea ön ve arka yüzde, astigmatizma kadranı KA ve KU olan olguları incelediğimizde; kornea ön yüzü KU olup, kornea arka yüzü KA (n= 49) ve KU (n= 4) olan, 53 vaka; kornea ön yüzü KA olup, kornea arka yüzü KA (n= 35) ve KU (n= 16) olan, 51 vaka, vardı (Tablo 13).

Tablo 11: Kornea ön ve arka yüz astigmatizma kadranı

		Kornea ön yüz	
Astigmatizma kadranı		Kurala Uygun	Kurala Aykırı
Kornea arka yüz	Kurala Aykırı	49(%29,2)	35(%20,9)
		azaltıcı etki	arttırıcı etki
	Kurala Uygun	4(%2,4)	16(%9,5)
		arttırıcı etki	azaltıcı etki

Yukarıdaki tabloda; oblik astigmatizma kadranını değerlendirmedik. Çünkü, hem 30-60 derecelik hem de 120-150 derecelik meridyenler arasında olan astigmatizma kadranları, oblik astigmatizma olarak sınıflanmaktadır. Bu dağılım, arttırıcı ve azaltıcı etkiyi hesaplamada karışıklık yaratmaktadır. Kornea ön yüz astigmatizma kadranı; 30-60 derecede oblik olan bir hastanın, kornea arka yüz astigmatizma kadranı 30-60 derecede oblik olduğunda, arttırıcı etki; 120-150 derecede oblik olduğunda ise azaltıcı etki görülecektir.

Total korneal astigmatizma:

Çalışmamızda total korneal astigmatizma değerini ($0,98\pm0,69$ D), literatürdeki çalışmalar ile benzer bulundu (Tablo 14).

Tablo 12: Literatürde ve çalışmamızda kornea total astigmatizma değerleri ve ölçüm yöntemleri

Çalışmalar	Total Korneal Astigmatizma	Ölçüm Yöntemi
Çalışmamız	$0,98\pm0,69$	Işın izleme
Zheng ⁸⁰	$0,97\pm0,69$	Işın İzleme
Ueno ²⁵	$1,03\pm0,69$	Vektör Analizi (3 D OKT)
Kim ⁹⁴	$1,06\pm0,61$	Işın İzleme
Feizi ⁸¹	$1,08\pm0,77$	Işın İzleme
Ho ¹⁰	$1,19\pm0,18$	Işın İzleme
Klijn ⁸²	0,95	Işın İzleme
Tonn ⁶⁷	$1,13\pm0,89$	Işın İzleme
Naeser ⁸³	$1,05\pm0,83$	Işın İzleme
Sano ⁸⁵	$0,94\pm0,46$	Vektör Analizi (3 D OKT)

Naeser⁸³ ve ark. yaptıkları çalışmada, regresyon analizine dayanan bir yöntem ile model oluşturmuşlar ve ön korneal astigmatizma verilerini kullanarak, total korneal astigmatizma değerini hesaplamışlardır. Bu değer, Pentacam ile ölçülen total korneal astigmatizma değerine yakın olduğunu bulmuşlardır. Bu çalışmada, ön ve arka korneal kurvatur verilerini kullanarak, total korneal astigmatizma değerinin teorik olarak da hesaplanabileceği sonucuna varılmıştır. Ho¹⁰ ve ark. otorefraktometre ile ölçülen keratometrik astigmatizma değeri ile, Pentacam ile ölçülen total astigmatizma değerini karşılaştırmışlar. Sonuç olarak arka korneal astigmatizma yok sayıldığında, 493 olgunun 142'sinde (%28,8), 0,5 D'nin ve/veya 10°nin üzerinde astigmatizma farkı saptamışlar. Bir başka çalışmada, Prisant⁸⁷ ve ark. kornea ön ve arka yüz astigmatizma verilerini kullanarak, vektör yöntemi ile, total astigmatizmayı hesaplamışlar. Yani ön ve arka korneal kurvatur verilerini kullanarak, çeşitli yöntemler ile total korneal astigmatizma değeri hesaplanabilmektedir.

Bregnhøj⁸⁴ ve ark. yaptıkları çalışmada; psödo-fakik gözlerde, otorefraktometre ile ölçülen astigmatizma ve topografi ile ölçülen kornea ön yüz astigmatizma değerlerinin farkından yola çıkarak, internal astigmatizma değerlerini hesaplamışlar. Bu çalışmada; internal astigmatizma değerlerini,

kornea ön yüzü KU olan olgularda, 0.86 D 91°; oblik olan olgularda, 0.37 D 95° ve KA olan olgularda 0.17 D 97° olarak bulmuşlar. Araştırmacılar; Rosales⁹⁸ ve ark.nın çalışmasındaki sonuçlara dayanarak, psödo-fakik gözlerde, lense bağlı internal astigmatizmanın yok sayılabileceğini, dolayısıyla hesaplanan internal astigmatizma değerlerinin, kornea arka yüz astigmatizmadan kaynaklandığını savunmuşlardır. Çalışmamızda, internal astigmatizmayı değerlendirmedik. Fakat kornea ön yüz, arka yüz ve total astigmatizma değerlerini incelediğimizde; total korneal astigmatizma değerinin, kornea ön ve arka yüz astigmatizma kadrantlarına göre değiştiği bulundu. Kornea ön ve arka yüz dik aksları aynı ekseninde olduğunda arttırıcı etki, farklı eksenlerde olduğunda ise azaltıcı etki olduğunu gözlemledik. Tablo 15'te kornea ön ve arka yüz astigmatizma kadrantları KU ve KA aykırı olan hastalarda; kornea ön yüz, arka yüz ve total astigmatizma değerleri bulunmaktadır.

Tablo 13: Kornea ön ve arka yüz astigmatizma kadrantı ile kornea ön yüz, arka yüz ve total astigmatizma ilişkisi

Astigmatizma kadrantı		Astigmatizma değeri (D)			Olgu sayısı
Ön yüz	Arka yüz	Ön yüz	Arka yüz	Total	104
KU	KA	1,11	0,36	0,95	49
KU	KU	1,03	0,26	1,36	4
KA	KU	1,0	0,21	0,96	16
KA	KA	0,82	0,26	1,17	35

Cerrahi ile indüklenen astigmatizma:

CİA, korneal kurvaturda meydana gelen değişimin büyüklük ve yön olarak ifadesidir⁹⁹. Korneaya yapılan her cerrahi girişim kornea kurvaturunu etkiler, astigmatizma değeri ve aksı değişir¹⁰⁰. Ameliyat sonrası astigmatizma, hastalarda düzeltilmemiş görme düzeyini etkilemektedir. Katarakt cerrahisi yapılan hastalarda rezidü astigmatizma önemlidir. Fakat refraktif beklentileri yüksek olan, torik ve multifokal GİL implantasyonunu tercih eden hasta gruplarında rezidü astigmatizma daha önemlidir¹⁰¹. Torik GİL implantasyonunda, görsel başarı CİA değerinden etkilenmektedir¹⁰². Özellikle Multifokal GİL implante edilen hastalarda rezidüel astigmatizma, görsel sonuçları büyük oranda etkilemektedir¹⁰³. Bu sebeple, modern katarakt cerrahisinde CİA öngörülebilir olmalıdır. Literatürdeki çalışmalarda, katarakt cerrahisi yapılan hastalarda, CİA değerleri çok değişkendir. Bu durum cerrahlara ve cerrahi tekniklere bağlı olabilir.

Ayrıca; cerrahların, postoperatif keratometri değerlerini, ne zaman ölçtüğü de önemlidir. Çünkü, ameliyattan sonra ilk ay içerisinde keratometri değerleri değişkendir¹⁰⁴. Masket ve Tennen¹⁰⁴ yaptıkları çalışmada, ana kesi boyutları ≤ 3 mm olan hastalarda, postoperatif 2. haftada kornea kurvaturunda stabilizasyon sağlandığını belirtmişlerdir. Bizde ameliyat sonrası 1. ve 3. aylardaki CİA değerlerini karşılaştırdığımızda istatistiksel olarak anlamlı fark saptamadık. Araştırmacılar, ameliyat sonrasında astigmatizmanın ilk ayda hemen hemen şekillendiğini belirtmişlerdir. Bu sonuca göre, 1. ay muayenesinde hem gerekli ölçümler yapılabilir hem de hastaya gözlük reçete edilebilir.

Kesi boyutu ile CİA ilişkisi:

Küçük korneal kesi; ameliyat sırasında, daha stabil bir ön kamara oluşması ve daha az komplikasyon görülmesi sebebiyle tercih edilmektedir. Ayrıca bu yöntem ameliyat sonrası, hızlı korneal iyileşme ve görsel kazanım da sağlamaktadır¹⁰⁵. Ayrıca, küçük korneal kesi daha az CİA anlamına gelmektedir⁷. CİA değerinin sadece az olması değil, ön görülebilir olması da gerekmektedir⁹. Fakoemülsifikasyonun tanımlanmasından önce, katarakt geniş kesilerden çıkarılmaktaydı ve hastalarda görme kalitesini önemli ölçüde etkileyen, yüksek astigmatizma meydana gelmekteydi⁵².

Olson¹⁰⁶ ve ark. üst kadrandan, 3,2 mm ve 5,5 mm, skleral sütürsüz kesilerin astigmatizma değişimi üzerindeki etkilerini karşılaştırdıkları çalışmada; 3,2 mm ve 5,5 mm kesilerde CİA'yı, sırasıyla 0,18 D ve 0,88 D olarak bulmuşlardır. Araştırmacılar; 3,2 mm kesilerin, 5,5 mm kesilere göre, daha az astigmatizma değişimi yaptığını belirtmişlerdir. Hastaların, ameliyat sonrasında daha yüksek görme keskinliği elde ettiklerini eklemişlerdir.

Takmaz¹⁰⁷ ve ark. dik akstan yapılan, 4,1 mm ve 5,5 mm, sütürsüz SKK'lerin düzleştirici etkilerini değerlendirdikleri çalışmada; kesi boyutunun astigmatizma değerine olan etkilerini incelemişler ve kesi büyüdükçe, düzleştirici etkinin arttığını bildirmişlerdir. Rao¹⁰⁸ ve ark. KA astigmatizma kadranı olan ve dik akstan SKK ile opere edilen hastalarla yaptıkları çalışmada, 4,5 mm ve 5,5 mm SKK için CİA ortalamasını, sırasıyla 0,93 D ve 1,34 D olarak bulmuşlardır. Daylan¹⁰⁹ ve ark. ise 3,0 mm ve 4,2 mm SKK'leri karşılaştırdıkları çalışmada; iki grup arasında, CİA açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulmamışlardır. Ancak, 3,0 mm

SKK yapılan grupta, daha az astigmatizma değişimi olduğunu ve daha erken yara iyileşmesi gözlemlediklerini belirtmişlerdir. Wei¹¹⁰ ve ark. temporal kadrandan yapılan, 2,5 mm ve 3,5 mm SKK'leri karşılaştırdıkları çalışmada; iki grup arasında, sadece ameliyat sonrası 3. haftada, CİA açısından anlamlı fark bulmuşlar. Araştırmacılar 2,5mm ve 3,5 mm temporal SKK'ler arasında, CİA açısından erken postoperatif dönem dışında anlamlı fark olmadığı sonucuna varmışlardır. Ancak bu çalışmada, 2,5 mm SKK yapılan grupta, 1,0 D'nin üzerinde CİA izlenmemiştir. SKK boyutu 3.5 mm olan grupta ise, CİA hastaların %7'sinde 1,0 D'nin üzerinde bulunmuş olup bir hastada bu değer 1,36 D olarak ölçülmüştür.

Wang¹¹¹ ve ark. üst kadrandan yapılan, 2,2 mm, 2,6 mm ve 3,0 mm SKK'leri karşılaştırdıkları çalışmada; ortalama CİA'yı, sırasıyla $0,5 \pm 0,5$ D, $0,6 \pm 0,5$ D ve $0,9 \pm 0,9$ D olarak hesaplamışlardır. Üç mm SKK yapılan grupta CİA'yı 2,6mm ve 2,2 mm SKK yapılan gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek saptamışlardır. Küçük kesiden yapılan ameliyatlardan sonra daha erken refraktif stabilizasyon ve görme keskinliğinde hızlı düzelme sağlanabileceğini eklemişlerdir.

Kim¹⁰⁰ ve ark. yaptıkları çalışmada, temporal kadrandan, 2,2mm SKK yapılan olgularda, korneanın ön ve arka kurvatur değişikliklerini incelemişler. Ön ve arka korneal CİA'yı, sırasıyla 0.61 ± 0.33 D ve 0.20 ± 0.17 D olarak bulmuşlardır. Bu çalışmada, ameliyat öncesi kornea arka yüz dik aksı vertikal olan 62 olgunun 61'inde, operasyon sonrası arka yüz dik aksının vertikal kalmaya devam ettiğini ortaya koymuşlardır. Ayrıca, arka korneal CİA'nın da 2,2 mm yapılan SKK ile etkilendiğini de saptamışlardır. Biz de en az ortalama CİA değerini ($0,26 \pm 0,15$ D) temporal kadrandan 2,2 mm kesi ile opere edilen grupta bulundu. Ayrıca ana kesi boyutları, 2,2 mm ile 3,5 mm olan gruplar arasındaki CİA farklarını anlamlı bulundu. Bu sebeple, düşük astigmatizma ($<0,5$ D) değerine sahip olan hastalarda, mevcut astigmatizmayı etkilememek için, bu tip kesinin tercih edilebileceği görüşündeyiz.

Tetikoğlu¹¹² ve ark. hastalara, biaksiyel mikroinsizyonel fakoemülsifikasyon yöntemi ile katarakt cerrahisi uyguladıkları çalışmada; SKK boyutları, 1,6mm, 2,0 mm, ve 2,4 mm olan vakalar ile SKK'leri 2,8 mm'ye genişletilen vakalarda CİA'yı değerlendirmişlerdir. Bir onda altı milimetre, 2,0 mm, 2,4 mm ve 2,8 mm SKK

yapılan vakalarda ortalama CİA'yı, sırasıyla $0,83\pm0,4$ D, $0,93\pm0,5$ D, $1,03\pm0,6$ D ve $1,04\pm0,7$ D olarak bulmuşlardır. Ana kesi boyutlarına göre CİA açısından, 1,6 mm kesi yapılan grup ile 2,4 mm ve 2,8 mm kesi yapılan gruplar arasındaki farkları istatistiksel olarak anlamlı bulmuşlardır. Araştırmacılar, ana kesi boyutunun 2,0 mm'nin üzerine çıkmasının CİA'da anlamlı artışa neden olduğunu belirtmiş, küçük kesiden implante edilen lensler ve biaksiyel yöntem sayesinde hastalarda daha az CİA ile karşılaşılacağını eklemişlerdir.

Chang⁷ ve ark. fakoemülsifikasyon cerrahisi yaptıkları, 605 hastada, CİA'ya etki eden faktörleri inceledikleri çalışmada; üst kadrandan yapılan 2,2 mm ve 2,75 mm SKK'ler arasında CİA açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulmuşlardır. Ayrıca ileri yaş, sığ ön kamara, kısa AU ve operasyon öncesi düşük GİB veya yüksek astigmatizmayı yüksek CİA ile ilişkili bulmuşlardır. Araştırmacılar astigmatizma kadranı oblik olan hastalarda da CİA değerlerini yüksek bulmuşlardır. Çalışmamızda; AU'su 22 mm'nin altında olan veya operasyon öncesi 2 D ve üzerinde korneal astigmatizma değeri saptadığımız hastalarda CİA değerlerinin daha yüksek olduğu bulundu.

Çalışmamızda; 2,2 mm, 2,4 mm ve 2,75 mm ana kesi yapılan gruplarda ortalama CİA, sırasıyla $0,33\pm0,17$ D, $0,62\pm0,21$ D ve $1,08\pm0,46$ D olarak bulundu. Gruplar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı idi. Üç buçuk milimetre ana kesi yapılan grupta ise, ortalama CİA $1,21\pm0,63$ D idi ve sadece 2,2 mm ana kesi yapılan grup ile arasındaki CİA farkı istatistiksel olarak anlamlı idi. Kornea total CİA değeri ise 2,2 mm, 2,4 mm, 2,75 mm ve 3,5 mm ana kesi yapılan gruplarda, sırasıyla $0,40\pm0,20$ D, $0,68\pm0,31$ D, $1,00\pm0,41$ D ve $1,29\pm0,72$ D olarak bulundu. Ön ve total korneal CİA değerleri arasında, istatistiksel olarak anlamlı düzeyde korelasyon saptandı. Bu nedenle, total korneal CİA açısından gruplar arasındaki istatistiksel sonuçlar, kornea ön yüz ile benzerdi.

Ana kesi yerleşimi:

Ana kesi yerleşimi de CİA'yı etkilemektedir⁷. Korneal kesi, görme aksına ne kadar yakın ise CİA da o kadar fazla olmaktadır. Üst kadranda yerleşimli kesi, görme aksına en yakında, temporal kadranda yerleşimli kesi ise en uzaktadır. Bu durum, CİA değerinin, üst kadranda fazla, temporal kadranda ise az olmasını açıklayabilir. Kapak hareketleri ve yerçekimine bağlı, korneaya etki eden

kuvvetlerin vektörünün dikey ekseninde olmasının bir başka neden olduğu da ileri sürülmüştür. Bu sebeple, üst kadrandan yapılan korneal kesilerde, temporal kadrandan yapılan kesilere göre daha fazla CİA gelişmektedir¹¹³.

Korneal kesinin giriş meridyeninde düzleşme olmaktadır⁵⁶. Bu nedenle, ana kesi yerleşimi, hastanın korneal astigmatizma değeri ve aksına göre planlanmalıdır¹¹⁴. Hashemi¹¹⁵ ve ark.na göre 0,5 D-1D arasında astigmatizma değeri olan olgularda dik akstan yapılan korneal kesi ile, astigmatizma değeri azaltılabilmektedir. Araştırmacılar, astigmatizma değeri düşük olan olgularda ise, mevcut astigmatizmanın artmaması için, temporal insizyonun tercih edilebileceğini belirtmişlerdir. Dik akstan korneal kesi yapılan olgularda korneal astigmatizma azalırken, dik akstan yapılmayan korneal kesiler ile astigmatizma artış göstermektedir. Arthur¹¹⁶ ve ark. astigmatizma kadranı KA olan olgulara üst kadrandan ana kesi ile katarakt cerrahisi yapmışlar ve operasyon sonrası astigmatizma değerinin arttığını gözlemlemişlerdir. Çalışmamızda dik akstan ana kesi yapılan olguları incelemedik.

Matsumoto¹¹⁴ ve ark. operasyon öncesi 0,5 D veya daha az astigmatizma varlığında üst kadrana yerine üst temporal kadrandan kesi yapılmasının daha az postoperatif astigmatizma ile sonuçlanacağını önermektedirler. Çalışmamızda, üst kadrana ile oblik kadrandan ana kesi yapılan grupları karşılaştırdığımızda, istatistiksel olarak anlamlı fark bulmasak da, üst kadranda CİA daha fazla idi. Rainer¹¹⁷ ve ark. 3,0 mm'lik, temporal ve üst temporal kadrandan yapılan SKK'leri karşılaştırmışlar ve temporal kesi grubunda CİA değerinin daha az olduğunu tespit etmişlerdir. Yapılan bu çalışmada 3,0 milimetrelik temporal SKK'lerde, vektör yöntemiyle hesaplanan CİA 0,55 D, üst temporalde ise 0,81 D olarak bulunmuştur. Tejedor¹¹⁸ ve ark. da, 2,8mm SKK'den yapılan fakoemülsifikasyon cerrahisi sonrası temporal kesinin nazal ve üst kadrandan yapılan kesiye göre daha az CİA yaptığını bulmuşlardır.

Çalışmamızda temporal, oblik ve üst kadrana yerleşimli ana kesi yapılan gruplarda CİA'yı, sırasıyla $0,53 \pm 0,34$ D, $0,75 \pm 0,52$ D ve $0,81 \pm 0,46$ D olarak bulundu. Sadece, temporal ve üst kadrandan yapılan kesiler arasındaki CİA farkını istatistiksel olarak anlamlı bulundu. Kornea arka yüz CİA incelendiğinde, ana kesi kadranalarına göre gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu.

Tablo 14: Literatürde ve çalışmamızda ana kesi boyutları ve yerleşimlerine göre CİA

Çalışmalar	Kesi boyutu (mm)	Ana Kesi Yerleşimine göre CİA (D)		
		Temporal	Üst kadran	Oblik
Çalışmamız	2,2	0,30	0,39	0,36
	2,4	0,54	0,58	0,73
	2,75	0,87	1,21	1,08
	3,5	0,86	1,28	1,12
Borasio ¹¹⁹	3,2	0,63		
Özkurt ¹²⁰	3	0,78		
Lyhne ¹²¹	4	0,41	0,61	
Kohnen ¹²²	3,6	0,47		
Ermiş ¹²³	3,5			0,6
Altan ⁸	3,5	0,34	0,89	0,6
Pawar ¹²⁴		0,43	1,57	0,53
Barequet ¹²⁵	3,5	0,71	0,89	
Rainer ¹¹⁷	3	0,55	0,81	
Kohnen ¹²⁶	3,5	0,37		
Holweger ¹²⁷	3,5	0,12		0,4
Rho ⁵⁹	3	0,28	0,46	1,41
Özyol ¹²⁸	3	1,61	1,47	0,4
Wang ¹¹¹	2,2		0,5	
Tejedor ¹¹⁸	2,8	0,29		
Ernest ¹²⁹	2,2	0,50		
Masket ¹³⁰	2,2	0,35		
Kim ¹⁰⁰	2,2	0,61		
Tetikoğlu ¹¹²	2,8		1,04	
Leyland ¹³¹	3,0	0,79		

Temporal kesilerin daha az astigmatizmaya neden olduğunu gösteren bulgulara, sağ ve sol gözlerde yapılan, nazal ve temporal kadran yerleşimli kesilerin astigmatizma değerine etkisini değerlendiren çalışmalarla katkı sağlanmıştır. Barequet¹²⁵ ve ark. 3,5 mm'lik temporal ve nazal SKK'leri karşılaştırdıkları çalışmada; nazal kesinin, temporal kesiye göre daha fazla CİA'ya yol açtığını göstermişlerdir ve bu durumun nazal kesinin kornea merkezine daha yakın olmasından kaynaklandığını söylemişlerdir. Kohnen¹²² ve ark. 3,0 mm, temporal ve nazal kesileri karşılaştırmışlar; temporal kesi grubunda daha az CİA meydana geldiğini göstermişlerdir. Yoon ve ark.¹³² da yaptıkları çalışmada; hastaların, sağ gözlerine temporal, sol gözlerine ise nazal, 3,0 mm

SKK uygulamışlar. Temporal keside 0,53 D, nazal keside ise 0,62 D, CİA bulmuşlardır. Kesiler arasında, istatistiksel olarak anlamlı fark bulmayıp hem temporal hem de nazal kadrana yerleşimli kesi ile daha az CİA gelişeceğini belirtmişlerdir. Bu çalışmalar, kesiler görme aksından uzaklaştıkça CİA değerlerinin azalacağı görüşünü desteklemektedir. Çünkü aynı eksende bulunan temporal ve nazal kesilerin kornea merkezine olan uzaklıkları farklıdır. Temporal kesi daha uzaktır.

Ermiş¹³³ ve ark. yaptıkları çalışmada üst temporal (sağ gözler) ve üst nazal (sol gözler) kesiler (3,3 mm– 3,5 mm) ile meydana gelen CİA farklarını, istatistiksel olarak anlamlı bulmamışlardır. Ancak üst nazal kesilerde, Holladay-Cravy-Koch yöntemi ile hesaplanan, CİA'nın horizontal bileşenini, anlamlı derecede yüksek saptamışlardır. Çalışmada iki grup arasında kesi boyutu açısından anlamlı fark olmadığı da belirtilmiştir. Theodoulidou¹³⁴ ve ark. da üst nazal ve üst temporal kesiler arasında CİA açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulmayıp, üst nazal kesilerde CİA ortalamasının daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Bu durumdan, üst nazal kesinin görme aksına daha yakın olmasını sorumlu tutmuşlardır. Ayrıca burun ve kaş yapısının, cerrahların hareketini kısıtlamasından dolayı, üst nazal kesilerin cerrahi sırasında daha fazla zorlandığı için daha fazla CİA görülebileceğini belirtmişlerdir. Literatürde üst nazal kesilerin, üst temporal kesilere göre daha fazla CİA meydana getirdiğini savunan başka yayınlar da bulunmaktadır^{8, 120}. Theodoulidou¹²⁸ ve arkadaşlarının çalışmasına farklı bir açıdan bakacak olursak, bu çalışmada korneal astigmatizma kadranı KU ve KA olan gruplar arasındaki CİA değerlerini de birbirlerine yakın bulmuşlardır. Gerekçe olarak; üst temporal ve üst nazal kesilerin, KU ve KA korneal astigmatizmadaki dik akslara, eşit uzaklıkta olmasını göstermişlerdir. Özyol¹²⁸ ve ark. üst kadrandan 3,0 mm SKK ile ameliyat ettikleri hastalarda, astigmatizma kadranı KA, oblik ve KU olan gruplarda CİA değerlerini, sırasıyla 0,52 D, 0,88 D ve 1,03 D olarak bulmuşlardır. Dik akstan yapılan kesilerde daha fazla CİA değerleri ile karşılaşılacağını belirtmişler. Çalışmamızda astigmatizma kadrانlarına göre gruplar arasında CİA açısından istatistiksel olarak anlamlı fark saptamadık.

Kornea arka yüz CİA değeri de kornea ön yüz CİA değeri kadar önemlidir. Cheng⁹ ve ark. yaptıkları çalışmada, üst temporal kadrandan, 2,75 mm SKK

yapmışlardır. Araştırmacılar, olguların %24,0'ında, arka korneal CİA'yı 0,5 D'nin üzerinde bulmuşlardır. Kornea arka yüzün hesaba katılmaması durumunda hatalı refraktif sonuçlarla karşılaşılabilceğine vurgu yapmışlardır. Araştırmacılar, arka korneal eğrilik yarı çapının, ön korneal eğrilik yarı çapından daha az olmasından dolayı, arka korneal kurvaturdaki küçük bir değişimin, ön korneal kurvaturdaki daha büyük bir değişime yakın etki oluşturabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca, korneal kesinin iç kısmının, korneanın merkezine daha yakın olduğunu, bunun da yüksek CİA değerlerine neden olabileceğini eklemişlerdir. Elli hasta ile yapılan bu çalışmada, kornea ön yüz CİA (0,10 D) ile kornea total CİA (0,24 D) arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulmuşlar ve bu farkın arka korneal CİA kaynaklı olduğunu savunmuşlardır. Bu çalışmadaki kadar yüksek oranda olmasa da çalışmamızda arka korneal CİA, 11 (%6,5) olguda 0,5 D'nin üzerinde idi. Arka korneal CİA'nın anlaşılması için daha geniş hasta grupları ile yapılacak farklı çalışmalara ihtiyaç vardır.

Nemeth⁸⁶ ve ark. KU astigmatizma kadranı olan olgulara, üst kadrandan SKK yaptıkları çalışmada; ameliyat öncesi kornea ön ve arka yüz ortalama astigmatizma değerlerini, sırasıyla 0.74 ± 0.44 D ve 0.29 ± 0.14 D olarak bulmuşlardır. Seksen sekiz gözde yapılan bu çalışmada kornea arka yüz astigmatizma değeri, 10 (%11,3) olguda 0,5 D'den fazla bulunmuştur. Kornea arka yüz ortalama CİA, 0.32 ± 0.29 D olarak hesaplamışlardır. Bu değeri, 22 (%25,0) vakada, 0,5 D'nin üzerinde saptamışlardır. Ayrıca, operasyon öncesi arka korneal astigmatizma değeri ile arka korneal CİA arasında korelasyon saptamışlardır. Çalışmamızda kornea arka yüz ortalama CİA 0.23 ± 0.18 D olup, 168 olgunun 11'inde (%6,5) 0,5 D'nin üzerinde idi. Operasyon öncesi kornea arka yüz astigmatizma 0,5 D ve üzerinde olan olgularda (n=11 %6,5) kornea arka yüz ortalama CİA yüksek bulundu. Bu yükseklik, sadece oblik kadrandan ana kesi yapılan grupta, istatistiksel olarak anlamlı idi.

Son yıllarda yaşanan gelişmeler sayesinde katarakt cerrahisi sonrasında hem doktorun hem de hastanın operasyon sonrası emetropi beklentisi bulunmaktadır. Operasyondan sonrası rezidü astigmatizmanın azaltılmasında birtakım zorluklar vardır. Bunlardan en önemlisi CİA'nın ön gürölmesidir. Sütürsüz teknik, kesi boyutunu küçültmek ve kesi yerleşimini temporal kadrana yaklaştırmak daha az CİA ile sonuçlanmıştır^{110, 135, 136}.

CİA'nın operasyondan önce doğru tahmin edilebilmesi, var olan astigmatizmayı düzeltme imkanı verebilmektedir. Düşük seviyede astigmatizma ($< 0,50$ D) için kesi boyutu ve konumu seçilip var olan astigmatizma azaltılabilir yada artıştan kaçınılabilir¹³⁷. Daha yüksek astigmatizma ($> 0,75$ D) varlığında ise torik GİL uygulanarak var olan astigmatizma azaltılabilir. Torik GİL hesabında kullanılan birçok yöntem vardır⁶². Her ne kadar bu yöntemler ile başarılı sonuçlar elde edilse de bazı hastalarda anormal refraktif sonuçlar ortaya çıkabilmektedir. Son zamanlarda hata kaynağı olarak arka korneal astigmatizma gösterilmektedir⁹. Arka korneal astigmatizma, 0,5 diyoptriden fazla olabilmektedir. Dolayısıyla yok sayılırsa ciddi refraktif hata kaynağı olabileceği aşıkardır⁸¹. Ayrıca arka korneal CİA değeri de 0,5 diyoptrinin üzerinde olabilmektedir. Operasyon öncesi astigmatizma değeri yüksek olan ve AU'su kısa olan hastalarda CİA diğer hastalara göre daha fazladır. CİA değerini düşük tutmak, mevcut astigmatizma değerini asgari oranda etkilemek, isteyen cerrahlar temporal 2.2 mm SKK yapmayı tercih edebilirler.

Sonuç olarak fakoemülsifikasyon ile katarakt cerrahisinde, ana kesi boyutu, ana kesi yerleşimi, AU ve ameliyat öncesi kornea ön ve arka yüz astigmatizma değerleri CİA ile ilişkili olduğunu söyleyebiliriz. Katarakt cerrahisi planlan hastalarda astigmatizma açısından bu değişkenler dikkate alınmalıdır. Fakoemülsifikasyon ile katarakt cerrahisi planlanan hastalarda, ameliyat sonrası ortaya çıkan refraktif hataların önüne geçebilmek için kornea ön yüz, arka yüz ve total astigmatizma değerleri birlikte değerlendirilmelidir.

SONUÇLAR

1. CİA, ana kesi boyutundan etkilenmektedir. Ana kesi boyutuna göre; en düşük CİA, 2,2 mm ana kesi yapılan hastalarda görüldü. Bu vakaları, ana kesi boyutları, sırasıyla 2,4 mm, 2,75 mm ve 3,5 mm olan hastalar takip etti.
2. CİA, ana kesi yerleşiminden de etkilenmektedir. Ana kesi yerleşimine göre; en düşük CİA, temporal kadrandan ana kesi yapılan hastalarda saptandı. Buna karşılık en yüksek CİA, üst kadrandan ana kesi yapılan hastalarda görüldü.
3. CİA, operasyon öncesi astigmatizma değeri yüksek (2 D ve üzeri) olan hastalarda yüksek saptandı.
4. Kısa AU (<22 mm), yüksek CİA ile ilişkili bulundu.
5. Ön ve arka korneal astigmatizmanın dik aksları üst üste olduğunda, total korneal astigmatizma değeri azalır (düzeltici etki). Ön ve arka korneal astigmatizma dik aksları birbirlerinden uzaklaştıklarında, total astigmatizma artar (arttırıcı etki).
6. Çalışmadaki hastaların %6,5'inde, arka korneal astigmatizma 0,5 D ve üzerinde bulundu.
7. Temporal kadrandan ana kesi yapılan, ameliyat öncesi arka korneal astigmatizma değeri 0,5 D ve üzerinde olan hastaların ortalama CİA değeri, diğer vakalara göre, yüksek saptandı.
8. Katarakt ameliyatında; CİA değerini düşük tutmak, mevcut astigmatizma değerini asgari oranda etkilemek isteyen cerrahlar, temporal kadrandan 2.2 mm SKK yapabilirler.

KAYNAKLAR

1. Meyer D, Liebenberg P: Cataract etiology: a comprehensive review. Agarwal S, Agarwal A, Apple DJ, Buratto L, Alio JL, Pandey SK (Eds.). Textbook of ophthalmology. Volume 3. 1 st edition. New Delhi: Jaypee Brothers MP Ltd., 2002;1587-1619
2. Allen D, Vasavada A. Cataract and surgery for cataract. BMJ. 2006;333(7559):128-132.
3. Tarbet KJ, Mamalis N, Theurer J, Jones BD, Olson RJ. Complications and results of phacoemulsification performed by residents. Journal of Cataract and Refractive Surgery. 1995;21(6):661-665.
4. Jaffe NS, Jaffe M S, Jaffe GF. Intraocular lens implants. In: Jaffe's cataract surgery and its complications; 6th edition. Harcourt, Mosby . 1997:147 - 199.
5. Desai P, Minassian D, Reidy A. National cataract surgery survey 1997–8: a report of the results of the clinical outcomes. British Journal of Ophthalmology. 1999;83(12):1336-1340.
6. Hawker MJ, Madge SN, Baddeley PA, Perry SR. Refractive expectations of patients having cataract surgery. Journal of Cataract and Refractive Surgery. 2005;31(10):1970-1975.
7. Chang SW, Su TY, Chen YL. Influence of ocular features and incision width on surgically induced astigmatism after cataract surgery. Journal of Refractive Surgery. 2015;31(2):82-88.
8. Altan Yaycioglu R, Akova YA, Akca S, Gur S, Oktem C. Effect on astigmatism of the location of clear corneal incision in phacoemulsification of cataract. Journal of Refractive Surgery. 2007;23(5):515-518.
9. Cheng LS, Tsai CY, Tsai RJF, Liou SW, Ho JD. Estimation accuracy of surgically induced astigmatism on the cornea when neglecting the posterior corneal surface measurement. Acta Ophthalmologica. 2011;89(5):417-422.
10. Ho J-D, Tsai C-Y, Liou S-W. Accuracy of corneal astigmatism estimation by neglecting the posterior corneal surface measurement. American Journal of Ophthalmology. 2009;147(5):788-795. e782.
11. J.J. Kanski Cornea Clinical Ophthalmology 6th 2007 Elsevier Limited.s:249–50
12. Mishima S. Some physiological aspects of the precorneal tear film. Archives of Ophthalmology. 1965;73(2):233-241.
13. Rieger G. The importance of the precorneal tear film for the quality of optical imaging. British Journal of Ophthalmology. 1992;76(3):157-158.
14. Sutphin EJ, Chodosh J, Dana MR, Fowler WG, Reidy JJ, Weiss J, Turgeon PW. External disease and Cornea, 8.section. American Academy of Ophthalmology; 2003-2004, 442-44.
15. Rapuano CJ, Fishbaugh J, Strike DJ. Nine point corneal thickness measurements. The Journal of the American Society of Ophthalmic Registered Nurses. 1993;18(4):16.
16. Dubbelman M, Weeber HA, Van Der Heijde RG, Völker-Dieben HJ. Radius and asphericity of the posterior corneal surface determined by corrected Scheimpflug photography. Acta Ophthalmologica. 2002;80(4):379-383.
17. Edmund C. Posterior corneal curvature and its influence on corneal dioptric power. Acta Ophthalmologica. 1994;72(6):715-720.
18. Nemeth G, Berta A, Lipecz A, Hassan Z, Szalai E, Modis Jr L. Evaluation of posterior astigmatism measured with Scheimpflug imaging. Cornea. 2014;33(11):1214-1218.
19. Myron Yanoff- Jay S. Duker.: Ophtalmology. Ming X. Wang, Carol L. Karp, Robert P. Selkin, Dimitri T. Azar. Mosby Edition. Chapter 5:12.1-12
20. Feizi S, Delfazayebaher S, Ownagh V, Sadeghpour F. Agreement between total corneal astigmatism calculated by vector summation and total corneal astigmatism measured by ray tracing using Galilei double Scheimpflug analyzer. Journal of Optometry. 2017.
21. Adler F. Adler's Physiology of The Eye. Hart. 9th edition. Saint Louis: Mosby Co 1992;Chapter4 Cornea and Sclera:71-114
22. Koch DD, Jenkins RB, Weikert MP, Yeu E, Wang L. Correcting astigmatism with toric intraocular lenses: effect of posterior corneal astigmatism. Journal of Cataract and Refractive Surgery. 2013;39(12):1803-1809.
23. Lotmar W. Theoretical eye model with aspherics. Journal of the Optical Society of America. 1971;61(11):1522-1529.
24. Ho J-D, Liou S-W, Tsai RJ-F, Tsai C-Y. Effects of aging on anterior and posterior corneal astigmatism. Cornea. 2010;29(6):632-637.

25. Ueno Y, Hiraoka T, Beheregaray S, Miyazaki M, Ito M, Oshika T. Age-related changes in anterior, posterior, and total corneal astigmatism. *Journal of Refractive Surgery*. 2014;30(3):192-197.
26. Gutmark R, Guyton DL. Origins of the keratometer and its evolving role in ophthalmology. *Survey of Ophthalmology*. 2010;55(5):481-497.
27. JL. M. Keratometry, Photokeratoscopy and Computer Assisted Topographic Analysis. Vol 1. 2 nd ed; 2005
28. Wilson SE, Klyce SD. Advances in the analysis of corneal topography. *Survey of Ophthalmology*. 1991;35(4):269-277.
29. Wang L, Mahmoud AM, Anderson BL, Koch DD, Roberts CJ. Total corneal power estimation: ray tracing method versus Gaussian optics formula. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 2011;52(3):1716-1722.
30. Corbett M, Rosen E, O'Brart D. Corneal topography: principles and practice. *BMJ*. 1999.
31. Dobson V, Fulton A, Sebris SL. Cycloplegic refractions of infants and young children: the axis of astigmatism. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 1984;25(1):83-87.
32. Bengisu Ü.: Göz Hastalıkları, 4. baskı. Ankara, Palme Yayın Dağıtım Pazarlama. 1998, 69-70
33. Holladay JT, Cravy TV, Koch DD. Calculating the surgically induced refractive change following ocular surgery. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 1992;18(5):429-443.
34. Eğrilmez S, Dalkılıç G, Yağcı A. Astigmatizma analizinde vektöryel analiz programı. *T Oft Gaz*. 2003;3:404-416.
35. Jaffe NS. The pathophysiology of corneal astigmatism after cataract extraction. *Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol*. 1975;79:615-630.
36. Bennett AG. A new approach to the statistical analysis of ocular astigmatism and astigmatic prescriptions. Paper presented at: The Frontiers of Optometry: First International Congress, 1984.
37. Holladay JT, Moran JR, Kezirian GM. Analysis of aggregate surgically induced refractive change, prediction error, and intraocular astigmatism. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2001;27(1):61-79.
38. Alpíns N. Astigmatism analysis by the Alpíns method. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2001;27(1):31-49.
39. Kaye SB, Patterson A. Analyzing refractive changes after anterior segment surgery. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2001;27(1):50-60.
40. Naeser K, Hjortdal J. Polar value analysis of refractive data. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2001;27(1):86-94.
41. Harris WF. Analysis of astigmatism in anterior segment surgery. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2001;27(1):107-128.
42. Naeser K, Behrens JK. Correlation between polar values and vector analysis. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 1997;23(1):76-81.
43. Jauhari N, Chopra D, Chaurasia RK, Agarwal A. Comparison of surgically induced astigmatism in various incisions in manual small incision cataract surgery. *International Journal of Ophthalmology*. 2014;7(6):1001.
44. Linebarger EJ, Hardten DR, Shah GK, Lindstrom RL. Phacoemulsification and modern cataract surgery. *Surv Ophthalmol* 1999;44:123-147.
45. Pandey SK, Milverton EJ, Maloof AJ. A tribute to Charles David Kelman MD: ophthalmologist, inventor and pioneer of phacoemulsification surgery. *Clinical and Experimental Ophthalmology*. 2004;32(5):529-533.
46. Kelman CD. Phacoemulsification and aspiration. A new technique of cataract removal. A preliminary report. *Am J Ophthalmol* 1967;64:23-35.
47. Ernest PH, Neuhann T. Posterior limbal incision. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 1996;22(1):78-84.
48. Singer J. The scleral approach to cataract incisions. *Ophthalmology Clinics of North America*. 1995;8:429-440.
49. Fine I. Clear corneal cataract incisions. *Ophthalmology Clinics of North America*. 1995;8:547-554.
50. Fine IH. Clear corneal incisions. *International Ophthalmology*. 1994;34(2):59-72.
51. Langerman DW. Architectural design of a self-sealing corneal tunnel, single-hinge incision. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 1994;20(1):84-88.

52. Blumenthal M. Manual ECCE, the present state of the art. *Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde*. 1994;205(11):266-270.
53. Singh A, Pesala V, Garg P, Bharadwaj SR. Relation between uncorrected astigmatism and visual acuity in pseudophakia. *Optometry and Vision Science*. 2013;90(4):378-384.
54. Apple DJ. *Intraocular Lenses Evolution, Designs, Complications, and Pathology*: Williams & Wilkins; 1989.
55. Alpins NA, Goggin M. Practical astigmatism analysis for refractive outcomes in cataract and refractive surgery. *Survey of Ophthalmology*. 2004;49(1):109-122.
56. Song W, Chen X, Wang W. Effect of steep meridian clear corneal incisions in phacoemulsification. *European Journal of Ophthalmology*. 2015;25(5):422-425.
57. Budak K, Friedman NJ, Koch DD. Limbal relaxing incisions with cataract surgery. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 1998;24(4):503-508.
58. Sun X-Y, Vicary D, Montgomery P, Griffiths M. Toric intraocular lenses for correcting astigmatism in 130 eyes. *Ophthalmology*. 2000;107(9):1776-1781.
59. Rho CR, Joo C-K. Effects of steep meridian incision on corneal astigmatism in phacoemulsification cataract surgery. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2012;38(4):666-671.
60. Freitas GO, Boteon JE, Carvalho MJ, Pinto RMC. Treatment of astigmatism during phacoemulsification. *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*. 2014;77(1):40-46.
61. Visser N, Bauer NJ, Nuijts RM. Toric intraocular lenses: historical overview, patient selection, IOL calculation, surgical techniques, clinical outcomes, and complications. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2013;39(4):624-637.
62. Ferreira TB, Ribeiro P, Ribeiro FJ, O'Neill JG. Comparison of astigmatic prediction errors associated with new calculation methods for toric intraocular lenses. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2017;43(3):340-347.
63. Reitblat O, Levy A, Kleinmann G, Abulafia A, Assia EI. Effect of posterior corneal astigmatism on power calculation and alignment of toric intraocular lenses: comparison of methodologies. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2016;42(2):217-225.
64. Zhang L, Sy ME, Mai H, Yu F, Hamilton DR. Effect of posterior corneal astigmatism on refractive outcomes after toric intraocular lens implantation. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2015;41(1):84-89.
65. Zhang B, Ma J-X, Liu D-Y, Guo C-R, Du Y-H, Guo X-J, Cui Y-X. Effects of posterior corneal astigmatism on the accuracy of AcrySof toric intraocular lens astigmatism correction. *International Journal of Ophthalmology*. 2016;9(9):1276.
66. Eom Y, Rhim JW, Kang S-Y, Kim S-W, Song JS, Kim HM. Toric intraocular lens calculations using ratio of anterior to posterior corneal cylinder power. *American Journal of Ophthalmology*. 2015;160(4):717-724. e712.
67. Tonn B, Klaproth OK, Kohnen T. Anterior surface-based keratometry compared with Scheimpflug tomography-based total corneal astigmatism measuring corneal astigmatism. *Investigative Ophthalmology & Visual science*. 2015;56(1):291-298.
68. Dunne MC, Royston JM, Barnes DA. Posterior corneal surface toricity and total corneal astigmatism. *Optometry & Vision Science*. 1991;68(9):708-710.
69. Hill W. Expected effects of surgically induced astigmatism on AcrySof toric intraocular lens results. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2008;34(3):364-367.
70. Ferrer-Blasco T, Montés-Micó R, Peixoto-de-Matos SC, González-Méijome JM, Cerviño A. Prevalence of corneal astigmatism before cataract surgery. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2009;35(1):70-75.
71. Khan MI, Muhtaseb M. Prevalence of corneal astigmatism in patients having routine cataract surgery at a teaching hospital in the United Kingdom. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2011;37(10):1751-1755.
72. De Bernardo M, Zeppa L, Cennamo M, Iaccarino S, Zeppa L, Rosa N. Prevalence of corneal astigmatism before cataract surgery in Caucasian patients. *European Journal of Ophthalmology*. 2014;24(4):494-500.
73. Ünlü C, Turan Vural E, Erdoğan G, Sezgin B, Bayramlar H. Katarakt cerrahisi hastalarımızda astigmatik profilin değerlendirilmesi. *Glokom-Katarakt*. 2010;5:199-202.
74. Chen W, Zuo C, Chen C, Su J, Luo L, Congdon N, Liu Y. Prevalence of corneal astigmatism before cataract surgery in Chinese patients. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2013;39(2):188-192.
75. Yuan X, Song H, Peng G, Hua X, Tang X. Prevalence of corneal astigmatism in patients before cataract surgery in Northern China. *Journal of Ophthalmology*. 2014;2014.

76. Miyake T, Shimizu K, Kamiya K. Distribution of posterior corneal astigmatism according to axis orientation of anterior corneal astigmatism. *PLoS One*. 2015;10(1):e0117194.
77. Jing Q, Tang Y, Qian D, Lu Y, Jiang Y. Posterior corneal characteristics of cataract patients with high myopia. *PLoS One*. 2016;11(9):e0162012.
78. Ventura BV, Wang L, Ali SF, Koch DD, Weikert MP. Comparison of corneal power, astigmatism, and wavefront aberration measurements obtained by a point-source color light-emitting diode-based topographer, a Placido-disk topographer, and a combined Placido and dual Scheimpflug device. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2015;41(8):1658-1671.
79. Hasegawa Y, Okamoto F, Nakano S, Hiraoka T, Oshika T. Effect of preoperative corneal astigmatism orientation on results with a toric intraocular lens. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2013;39(12):1846-1851.
80. Zheng T, Chen Z, Lu Y. Influence factors of estimation errors for total corneal astigmatism using keratometric astigmatism in patients before cataract surgery. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2016;42(1):84-94.
81. Feizi S, Naderan M, Ownagh V, Sadeghpour F. Distribution of the anterior, posterior, and total corneal astigmatism in healthy eyes. *International Ophthalmology*. 2017;1-11.
82. Klijn S, Reus NJ, van der Sommen CM, Sicam VAD. Accuracy of total corneal astigmatism measurements with a Scheimpflug imager and a color light-emitting diode corneal topographer. *American Journal of Ophthalmology*. 2016;167:72-78.
83. Næser K, Savini G, Bregnhøj JF. Estimating total corneal astigmatism from anterior corneal data. *Cornea*. 2017;36(7):828-833.
84. Bregnhøj JF, Mataji P, Næser K. Refractive, anterior corneal and internal astigmatism in the pseudophakic eye. *Acta Ophthalmologica*. 2015;93(1):33-40.
85. Sano M, Hiraoka T, Ueno Y, Itagaki H, Ogami T, Oshika T. Influence of posterior corneal astigmatism on postoperative refractive astigmatism in pseudophakic eyes after cataract surgery. *BMC Ophthalmology*. 2016;16(1):212.
86. Nemeth G, Berta A, Szalai E, Hassan Z, Modis L. Analysis of surgically induced astigmatism on the posterior surface of the cornea. *Journal of Refractive Surgery*. 2014;30(9):604-608.
87. Prisant O, Hoang-Xuan T, Proano C, Hernandez E, Awad S, Azar DT. Vector summation of anterior and posterior corneal topographical astigmatism. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2002;28(9):1636-1643.
88. Dubbelman M, Sicam V, Van der Heijde G. The shape of the anterior and posterior surface of the aging human cornea. *Vision Research*. 2006;46(6):993-1001.
89. Koch DD, Ali SF, Weikert MP, Shirayama M, Jenkins R, Wang L. Contribution of posterior corneal astigmatism to total corneal astigmatism. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2012;38(12):2080-2087.
90. Módis Jr L, Langenbucher A, Seitz B. Evaluation of normal corneas using the scanning-slit topography/pachymetry system. *Cornea*. 2004;23(7):689-694.
91. Royston J, Dunne M, Barnes D. Measurement of posterior corneal surface toricity. *Optometry and Vision Science*. 1990;67(10):757-763.
92. Dunne M, Royston JM, Barnes DA. Normal variations of the posterior corneal surface. *Acta Ophthalmologica*. 1992;70(2):255-261.
93. Mi H, Tan N, Ang M, Htoon HM, Mehta JS. Comparison of anterior and posterior topographic analysis between 3 imaging systems. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2015;41(11):2533-2545.
94. Kim EJ, de Oca IM, Wang L, Weikert MP, Koch DD, Khandelwal SS. Repeatability of posterior and total corneal curvature measurements with a dual Scheimpflug-Placido tomographer. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2015;41(12):2731-2738.
95. Wang L, Shirayama M, Koch DD. Repeatability of corneal power and wavefront aberration measurements with a dual-Scheimpflug Placido corneal topographer. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2010;36(3):425-430.
96. Piñero DP, Camps VJ, Mateo V, Ruiz-Fortes P. Clinical validation of an algorithm to correct the error in the keratometric estimation of corneal power in normal eyes. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2012;38(8):1333-1338.
97. Hayashi K, Manabe S-i, Hirata A, Yoshimura K. Changes in corneal astigmatism during 20 years after cataract surgery. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2017;43(5):615-621.

98. Rosales P, Marcos S. Customized computer models of eyes with intraocular lenses. *Optics Express*. 2007;15(5):2204-2218.
99. Olsen T, Dam-Johansen M. Evaluating surgically induced astigmatism. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 1994;20(5):517-522.
100. Kim YJ, Knorz MC, Auffarth GU, Choi CY. Change in anterior and posterior curvature after cataract surgery. *Journal of Refractive Surgery*. 2016;32(11):754-759.
101. Kretz FT, Müller M, Gerl M, Gerl RH, Auffarth GU. Binocular function to increase visual outcome in patients implanted with a diffractive trifocal intraocular lens. *BMC Ophthalmology*. 2015;15(1):110.
102. Hill W, Potvin R. Monte Carlo simulation of expected outcomes with the AcrySof toric intraocular lens. *BMC Ophthalmology*. 2008;8(1):22.
103. Hayashi K, Manabe S-i, Yoshida M, Hayashi H. Effect of astigmatism on visual acuity in eyes with a diffractive multifocal intraocular lens. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2010;36(8):1323-1329.
104. Masket S, Tennen DG. Astigmatic stabilization of 3.0 mm temporal clear corneal cataract incisions. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 1996;22(10):1451-1455.
105. Haldipurkar S, Shikari HT, Gokhale V. Wound construction in manual small incision cataract surgery. *Indian Journal of Ophthalmology*. 2009;57(1):9.
106. Olson RJ, Crandall AS. Prospective randomized comparison of phacoemulsification cataract surgery with a 3.2-mm vs a 5.5-mm sutureless incision. *American Journal of Ophthalmology*. 1998;125(5):612-620.
107. Takmaz T, Can İ, Gürdal C, Genç İ. Dik eksende 4.1 ve 5.5 mm saydam kornea kesili fakoemülsifikasyonun kornea astigmatizmasını düzeltici etkisi. *Medikal Network Oftalmoloji*. 2005;12:185-189.
108. Rao SN, Konowal A, Murchison AE, Epstein RJ. Enlargement of the temporal clear corneal cataract incision to treat pre-existing astigmatism. *Journal of Refractive Surgery*. 2002;18(4):463-467.
109. Daylan A, D E. Fakoemülsifikasyon olgularında 3.0 mm ve 4.2 mm saydam kornea kesilerinin ameliyat sonrası astigmatizma değerlerinin karşılaştırılması. *Turkish Journal of Ophthalmology*. 2010;40(3).
110. Wei Y-H, Chen W-L, Su P-Y, Shen EP, Hu F-R. The influence of corneal wound size on surgically induced corneal astigmatism after phacoemulsification. *Journal of the Formosan Medical Association*. 2012;111(5):284-289.
111. Wang J, Zhang EK, Fan WY, Ma JX, Zhao PF. The effect of micro-incision and small-incision coaxial phaco-emulsification on corneal astigmatism. *Clinical and Experimental Ophthalmology*. 2009;37(7):664-669.
112. Tetikoğlu M, Yeter C, Helvacioğlu F, Aktaş S, Sağdık HM, Özcura F. Effect of corneal incision enlargement on surgically induced astigmatism in biaxial microincision cataract surgery. *Turkish Journal of Ophthalmology*. 2016;46(3):99.
113. Şimşek Ş, Yaşar T, Demirok A, Çinal A, Yılmaz ÖF. Effect of superior and temporal clear corneal incisions on astigmatism after sutureless phacoemulsification. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 1998;24(4):515-518.
114. Matsumoto Y, Hara T, Chiba K, Chikuda M. Optimal incision sites to obtain an astigmatism-free cornea after cataract surgery with a 3.2 mm sutureless incision. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2001;27(10):1615-1619.
115. Hashemi H, Khabazkhoob M, Soroush S, Shariati R, Miraftab M, Yekta A. The location of incision in cataract surgery and its impact on induced astigmatism. *Current Opinion in Ophthalmology*. 2016;27(1):58-64.
116. Arthur E, Sadik AA, Kumah DB, Osae EA, Mireku FA, Asiedu FY, Ablordeppey RK. Postoperative corneal and surgically induced astigmatism following superior approach manual small incision cataract surgery in patients with preoperative against-the-rule astigmatism. *Journal of Ophthalmology*. 2016;2016.
117. Rainer G, Menapace R, Vass C, Annen D, Findl O, Schmetterer K. Corneal shape changes after temporal and superolateral 3.0 mm clear corneal incisions. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 1999;25(8):1121-1126.
118. Tejedor J, Pérez-Rodríguez JA. Astigmatic change induced by 2.8-mm corneal incisions for cataract surgery. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 2009;50(3):989-994.
119. Borasio E, Mehta JS, Maurino V. Surgically induced astigmatism after phacoemulsification in eyes with mild to moderate corneal astigmatism: temporal versus

- on-axis clear corneal incisions. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2006;32(4):565-572.
120. Özkurt Y, Erdoğan G, Güveli AK, Oral Y, Özbaş M, Çömez AT, Doğan ÖK. Astigmatism after superonasal and superotemporal clear corneal incisions in phacoemulsification. *International Ophthalmology*. 2008;28(5):329-332.
 121. Lyhne N, Krogsager J, Corydon L, Kjeldgaard M. One year follow-up of astigmatism after 4.0 mm temporal clear corneal and superior scleral incisions. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2000;26(1):83-87.
 122. Kohnen S, Neuber R, Kohnen T. Effect of temporal and nasal unsutured limbal tunnel incisions on induced astigmatism after phacoemulsification. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2002;28(5):821-825.
 123. Ermiş SS, İnan ÜÜ, Öztürk F. Surgically induced astigmatism after superotemporal and superonasal clear corneal incisions in phacoemulsification. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2004;30(6):1316-1319.
 124. Satyajeet Pawar V, Sindal D. A comparative study on the superior, supero-temporal and the temporal incisions in small incision cataract surgeries for post operative astigmatism. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 2012;6(7).
 125. Barequet IS, Yu E, Vitale S, Cassard S, Azar DT, Stark WJ. Astigmatism outcomes of horizontal temporal versus nasal clear corneal incision cataract surgery. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2004;30(2):418-423.
 126. Kohnen T, Dick B, Jacobi KW. Comparison of the induced astigmatism after temporal clear corneal tunnel incisions of different sizes. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 1995;21(4):417-424.
 127. Holweiger RR, Marefat B. Corneal changes after cataract surgery with 5.0 mm sutured and 3.5 mm sutureless clear corneal incisions. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 1997;23(3):342-346.
 128. Özyol E, Özyol P. The relation between superior phacoemulsification incision and steep axis on astigmatic outcomes. *International Ophthalmology*. 2012;32(6):565-570.
 129. Ernest P, Hill W, Potvin R. Minimizing surgically induced astigmatism at the time of cataract surgery using a square posterior limbal incision. *Journal of Ophthalmology*. 2011;2011.
 130. Masket S, Belani S, Wang L. Induced astigmatism with 2.2-and 3.0-mm coaxial phacoemulsification incisions. *Journal of Refractive Surgery*. 2009;25(1):21-24.
 131. Leyland M, Zinicola E, Bloom P, Lee N. Prospective evaluation of a plate haptic toric intraocular lens. *Eye*. 2001;15(2):202-205.
 132. Yoon JH, Kim K-H, Lee JY, Nam DH. Surgically induced astigmatism after 3.0 mm temporal and nasal clear corneal incisions in bilateral cataract surgery. *Indian Journal of Ophthalmology*. 2013;61(11):645.
 133. Ermiş SS, İnan ÜÜ, Öztürk F. Surgically induced astigmatism after superotemporal and superonasal clear corneal incisions in phacoemulsification. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2004;30(6):1316-1319.
 134. Theodoulidou S, Asproudis I, Athanasiadis A, Kokkinos M, Aspiotis M. Comparison of surgically induced astigmatism among different surgeons performing the same incision. *International Journal of Ophthalmology*. 2017;10(6):1004.
 135. Yu Y-B, Zhu Y-N, Wang W, Zhang Y-D, Yu Y-H, Yao K. A comparable study of clinical and optical outcomes after 1.8, 2.0 mm microcoaxial and 3.0 mm coaxial cataract surgery. *International Journal of Ophthalmology*. 2016;9(3):399.
 136. Dewey S, Beiko G, Braga-Mele R, Nixon DR, Raviv T, Rosenthal K, Committee ACC. Microincisions in cataract surgery. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2014;40(9):1549-1557.
 137. Tejedor J, Murube J. Choosing the location of corneal incision based on preexisting astigmatism in phacoemulsification. *American Journal of Ophthalmology*. 2005;139(5):767-776.