



T.C

UFUK ÜNİVERSİTESİ DR.RIDVAN EGE HASTANESİ

GÖZ HASTALIKLARI

ANABİLİM DALI

**FAKOEMÜLSİFİKASYON YÖNTEMİ İLE KATARAKT CERRAHİSİ
UYGULANAN HASTALARDA ARKA KORNEAL ASTİGMATİZMA
DEĞERLERİNİN TOPOGRAFİK OLARAK İNCELENMESİ**

TIPTA UZMANLIK TEZİ

DR. YASEMİN TOPALAK

TEZ DANIŞMANI

Yard.Doç.Dr. SERTAŞ ÖZTÜRK

ANKARA-2017

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince klinik bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım hocam Prof. Dr. Ahmet Şengün'e;

Tez sürecindeki katkıları ve eğitim sürecindeki desteklerinden dolayı tez danışmanım Yard. Doç. Dr. Sertaç Öztürk'e;

Uzmanlık eğitimim boyunca bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyen , beni her konuda destekleyen, tez süreci boyunca hep yanımda olan, hem mesleki hem de insani yönden örnek aldığım Doç. Dr. Pınar A. Özer'e;

Meslek hayatıma çok şey katan ve bana birçok şey öğreten, eğitimimde sonsuz katkıları olan, çok sevdiğim ablam Başasistan Dr. Gülizar Demirok'a;

Asistanlık eğitimim süresince eğitimime olan desteklerinden dolayı değerli hocam Prof. Dr. M. Erol Turaçlı ve Yard. Doç. Dr. Yeşim Altay'a;

Birlikte çalışmaktan büyük keyif aldığım asistan arkadaşım M. Fatih Kocamaz, değerli hemşirem Özlem Demircioğlu , gülyüzlü sekreter ve personellerime;

Her aşamada sevgilerini ve desteklerini hissettiğim, beni bugünlere getiren, çok sevdiğim canım annem ve babama;

Sonsuz teşekkürler...

ÖZET

FAKOEMÜLSİFİKASYON YÖNTEMİ İLE KATARAKT CERRAHİSİ UYGULANAN HASTALARDA ARKA KORNEAL ASTİGMATİZMA DEĞERLERİNİN TOPOGRAFİK OLARAK İNCELENMESİ

Amaç: Preoperatif ve postoperatif kornea ön yüzey, arka yüzey ve total astigmatizma değerleri incelenmesi ve kornea arka yüzey astigmatizmasının total korneal astigmatizmaya etkisinin değerlendirilmesi.

Gereç ve yöntem: Retrospektif çalışma. 2008-2016 yılları arasında Ufuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Bölümüne başvuran ve katarakt cerrahisi uygulanan Scheimpflug topografi sistemi (Pentacam HR, Oculus, Wetzlar, Germany) ile iyi kalitede preoperatif ve postoperatif 1. , 3. , 6. ay ölçümleri olan ve dosyasına ulaşılan 56 hastanın 68 gözü çalışmaya dahil edildi. Preoperatif ve postoperatif 1. , 3. , 6. ay ön yüzey, arka yüzey ve total korneal astigmatizma değerleri Naeserin polar vektör analizi sistemi ile hesaplandı. Total korneal astigmatizma üzerine arka korneal astigmatizmanın etkisine bakıldı. Verilerin analizi IBM SPSS Statistics 17.0 (IBM Corporation, Armonk, NY, USA) paket programında yapıldı.

Bulgular: Kornea arka yüzeyinde postop 1. ayda K1,K2,Km değerlerinde preopa göre artış gözlemlendi ($p<0,001$) .Net astigmatizma yönünden arka yüzeyde postop 1. ve 6. ayda istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardı ($p<0,017$) ve preop döneme göre postop 1.,3.,6. ayda ön korneadaki astigmatik değişim arttıkça total korneadaki astigmatizma değişiminde istatistiksel olarak arttı ($p<0,001$) fakat arka korneadaki astigmatizma değişiminin total korneal astigmatizma değişimini anlamlı olarak etkilemediği görüldü ($p>0,0083$). Ön, arka yüzey ve total korneal astigmatizmada anlamlı aks değişimi izlenmedi.

Sonuç: Bu çalışmada katarakt cerrahisi geçiren hastalarda arka korneal astigmatizmanın total korneal astigmatizmaya postoperatif dönemde etkisinin olmadığı görüldü. Bu konuda daha fazla prospektif ve kontrollü çalışmalara ihtiyaç vardır.

Anahtar kelimeler: Arka korneal astigmatizma, Scheimpflug topografi, Polar vektör analizi, Fakoemülsifikasyon cerrahisi.

SUMMARY

EVELUATION OF POSTERIOR CORNEAL ASTİGMATİSM WITH TOPOGRAPHY AFTER CATARACT SURGERY

Purpose: To analyze preoperative and postoperative anterior, posterior and total corneal astigmatism and evaluate effect of posterior corneal astigmatism on total corneal astigmatism.

Materials and Method: This retrospective study includes records of 56 patients' 68 eyes who had gone under cataract surgery between 2008-2016 years at Ufuk University School of Medicine. All patients had preoperative and postoperative topography scans . Preoperative and postoperative 1st, 3rd and 6th months anterior, posterior and total corneal astigmatism values were calculated with Naeser polar vector analysis. The effect of posterior corneal astigmatism on total corneal astigmatism was evaluated. IBM SPSS Statistics 17.0 (IBM Corporation, Armonk, NY, USA) programme was used.

Results: K1,K2,Km values of posterior corneal surface were increased at postoperative first month ($p<0,001$). Net astigmatism of posterior corneal surface was statistically significant at postoperative 1st and 6th months ($p<0,017$). As the anterior corneal astigmatism increases, an increase in the total corneal astigmatism at postoperative 1st, 3rd, 6th, months was seen and it was statistically significant ($p<0,001$) but no effect of posterior corneal astigmatism on total corneal astigmatism was observed($p>0,0083$). The axis of anterior,posterior and total corneal astigmatism was not found to change after surgery.

Conclusion: In this study there was no effect of posterior corneal astigmatism was shown on total corneal astigmatism after cataract surgery. More prospective and controlled studies are needed for further investigation of this association.

Key words: Posterior corneal astigmatism, Scheimpflug topography,Polar vector analysis, Phacoemulsification surgery.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
ÖZET	ii
SUMMARY.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR	vi
ŞEKİLLER VE RESİMLER DİZİNİ.....	viii
TABLolar DİZİNİ	ix
1.GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1.LENS	3
2.1.1 Lens Embriyolojisi.....	3
2.1.2 Lens Histolojisi.....	4
2.1.3 Lens Anatomisi	5
2.1.4 Lensin Fizyolojisi Ve Biyokimyası	6
2.2. KATARAKT	9
2.3. KATARAKT CERRAHİSİ	11
2.3.1. Tarihçe.....	11
2.3.2 Fakoemülsifikasyon Cerrahisi	13
2.4. KORNEA.....	15
2.4.1 Kornea Embriyolojisi	15
2.4.2 Kornea Anatomisi	15
2.4.3 Kornea Histolojisi	15
2.4.4 Kornea Fizyolojisi.....	19
2.5. TOPOGRAFI.....	20

2.5.1 Scheimflug görüntüleme: Pentacam Scheimflug	20
2.5.2 Katarakt Cerrahisine Bağlı Korneal Topografik Değişiklikler.....	22
2.6 ASTİGMATİZMA.....	24
2.6.1 Cerrahi Olarak Uyarılmış Astigmatizma (SİA) Hesaplama Metodları	26
3. MATERYAL VE METHOD.....	33
4. BULGULAR.....	37
5. TARTIŞMA.....	51
6. SONUÇ	60
7. KAYNAKLAR.....	61

SİMGELER VE KISALTMALAR

Postop: postoperatif

Preop: preoperatif

İOL: intraoküler lens

MIP: major intrinsek protein

μ : mikron

mm^2 : mmilimetrekare

D: diyoptri

mm: milimetre

mg: miligram

kDa: kilodalton

NADP: nikotinamid adenin dinükleotit fosfat

HMP: heksos monofosfat

nM: nanoMolar

ATP: adenzin trifosfat

EKKE: ekstrakapsüler katarakt ekstraksiyonunun

İKKE: intrakapsüler katarakt ekstraksiyonu

FAKO: Fakoemulsifikasyon

ÖKD: ön kamara derinliği

GİB: göz içi basıncı

EİDK: en iyi düzeltilmiş görme keskinliği

SKK: santral kornea kalınlığı

$^{\circ}$: derece

GİL: göz içi lensi

Δ : delta

\emptyset : teta

α : alfa

Ω : omega

CCİ: saydam korneal insizyon

KA: kurala aykırı

KU: kurala uygun

SİA: Cerrahi olarak indüklenmiş astigmatizma

ÖKG: ön korneal güç

ÖKA: ön korneal astigmatizma

AKG: arka korneal güç

AKA: arka korneal astigmatizma

TKG: total korneal güç

TKA: total korneal astigmatizma



ŞEKİLLER VE RESİMLER DİZİNİ

Şekil 1. Preop ve postop dönemde ön, arka ve total korneal meridyonel güç.....	41
Şekil 2. Preop ve postop dönemde ön, arka ve total korneal torsiyonel güç.....	42
Şekil 3. Preop ve postop dönemde ön, arka ve total korneal net astigmatizm.....	43

Resim 1: Lens Anatomisi (11)	6
Resim 2: Arka subkapsüler katarakt (27)	10
Resim 3: Nükleer katarakt (27)	10
Resim 4: Kortikal katarakt (27).....	11
Resim 5: Kornea histolojisi (53)	18
Resim 6. Astigmatizma türleri. A:birleşik miyopik astigmatizma B: Basit miyopik astigmatizma C: Karışık astigmatizma D: Basit hipermetropik astigmatizma E: Birleşik hipermetropik astigmatizma (62).....	25

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1. Olguların demografik özellikleri	37
Tablo 2. Gözlere ilişkin klinik özellikler	37
Tablo 3. İzlem zamanlarına göre en iyi düzeltilmiş görme keskinliği 0.5'in üzerinde olanların dağılımı ve santral kornea kalınlıkları	38
Tablo 4. İzlem zamanlarına göre K1, K2 ve K ortalama ölçümleri	40
Tablo 5. İzlem zamanlarına göre meridyonel güç, torsiyonel güç, net astigmatizma ve net astigmatizma aksı	43
Tablo 6. Ön ve arka korneada preopa göre 1.ay, 3.ay ve 6.ayda meridyonel güç, torsiyonel güç ve net astigmatizma düzeylerinde meydana gelen değişimler	44
Tablo 7. Ön ve arka korneada preopa göre 1.ay, 3.ay ve 6.ayda meridyonel güç, torsiyonel güç ve net astigmatizma düzeylerinde meydana gelen değişim miktarları ile total korneada meydana gelen değişim miktarları arasındaki korelasyon katsayıları ve önemlilik düzeyleri	46
Tablo 8. Preopa göre 1.ay, 3.ay ve 6.ayda total korneada - meridyonel güç, torsiyonel güç ve net astigmatizma ölçümlerinde - meydana gelen değişimi tahmin etmede ön ve arka korneada meydana gelen değişimlerin etkilerinin tek değişkenli doğrusal regresyon analiziyle incelenmesi	49
Tablo 9. İzlem zamanlarına göre ön kornea, arka kornea ve total korneadaki astigmatizma tipleri yönünden gözlerin dağılımı	50
Tablo 10. Cerrahi olarak indüklenmiş astigmatizma	50

1.GİRİŞ VE AMAÇ

Katarakt tedavi edilebilir görme azlığına neden olan lens kesafetidir. Tedavisi cerrahi yöntemlerdir. Günümüzde en çok uygulanan modern katarakt cerrahisi yöntemi fakoemülsifikasyon cerrahisidir. Bu teknik ile küçük bir korneal kesi yapılarak katarakt ekstraksiyonu yapılmakta ve daha hızlı görsel iyileşme sağlanmaktadır. Ayrıca küçük bir kesi boyutu ile daha az astigmatizma indüklenmektedir.(1,2)

Günümüzde modern katarakt cerrahisinin amacı sadece kataraktöz lensin alınmasını değil cerrahi sonrası hastanın görme kalitesinin de artırılmasını sağlamaktır. Bu nedenle artık refraktif katarakt cerrahisi yapılarak hastanın refraktif bozukluğunun da düzeltilmesine çalışılmaktadır. Postoperatif (postop) görülen astigmatizma refraktif sonucu değiştirmektedir. Cerrahi sonrası refraktif sonucu etkileyen 3 ana faktör vardır. Aksiyel uzunluk, kornea ön yüzünün refraktif gücü ve postoperatif intraoküler lens (İOL) pozisyonudur. Bu parametreler günümüzde ölçülebilmekte ve göz içi lensi gücü hesaplanmasında kullanılmaktadır. (2,3)

Refraktif sonucu etkileyebilecek dördüncü bir faktör de arka kornea yüzeyidir. Rutinde kullanılan çoğu cihaz kornea arka yüzeyini ölçmemektedir. Korneal arka yüzey astigmatizmanın total astigmatizmaya az bir katkısı olduğu düşünülmektedir fakat günümüzdeki çalışmalar korneal arka yüzey astigmatizmanın torik İOL implantasyonu hesabı yapılırken postoperatif astigmatizma indüklemesinin azaltılmasında önemli olduğunu göstermiştir. Bu yüzden günümüzde rutinde kullanılan kornea arka yüzeyini ölçmeyen yöntemler doğru İOL gücü hesabı yapılırken anlamlı bir hata kaynağı olabilirler. (3)

Preoperatif (preop) astigmatizma katarakt cerrahisi sırasında çeşitli yöntemlerle düzeltilebilir ve cerrahiye bağlı astigmatizma indüklenmesi azaltılabilir. Cerrahiye bağlı astigmatizma indüklenmesiyle ilgili çeşitli çalışmalar mevcuttur fakat bu çalışmalarda sadece kornea ön yüzey astigmatizması

değerlendirilmiştir. Cerrahiye bağlı indüklenen total korneal astigmatizmayı hem kornea ön yüzü hem de arka yüzü etkilemektedir. (4)

Bu çalışmamızda korneal topografi cihazı (Pentacam HR, Oculus, Wetzlar, Germany) ve polar değer analizi yöntemi ile preoperatif ve postoperatif kornea ön yüzey, arka yüzey ve total astigmatizma değerleri incelenerek, cerrahiye bağlı total korneal astigmatizma değişimi hesaplanmıştır. Kornea arka yüzey astigmatizmasının total korneal astigmatizmaya etkisine bakılmıştır.



2. GENEL BİLGİLER

2.1.LENS

2.1.1 Lens Embriyolojisi

Lens yüzey ektoderm hücrelerinden oluşur. Gestasyonun yaklaşık 25. gününde diensefalonun iki yanında optik vezikül denilen iki adet çıkıntı oluşur. Bu çıkıntılar laterale doğru genişler ve gestasyonun yaklaşık 27. gününde optik vezikülün üstündeki ektoderm hücreleri kolumnar hale gelir ve lens plakoidini oluşturur. 29. günde lens plakoidinin merkezinde bir çöküntü meydana gelerek lens piti oluşur. Çöküntü arttıkça yüzey ektoderme bağlayan sap benzeri oluşum kaybolur ve küre halinde tek kat küboidal hücrelerden oluşan "lens vezikülü" meydana gelir. Lens vezikülü oluşurken optik vezikül de bir invajinasyon geçirerek optik çukuru (optik cup) oluşturur. Lens vezikülünün arka katmanındaki hücreler bölünmeyi durdurur ve uzamaya başlar (primer lens lifleri). Bu uzayan hücreler lens vezikülünün lümenini doldurur. Gestasyonun yaklaşık 40. gününde lens vezikülünün lümenini kapanır. Primer lens liflerinin nükleusları öne doğru yer değiştirir, piknotikleşir ve organelleri belirsizleşerek erişkin yaşamda lensin merkezi bölgesini oluşturacak embriyonik nükleusa dönüşür. Lens vezikülünün ön yüzeyindeki hücreler değişime uğramaz ve tek sıralı küboidal hücreler olarak kalarak lens epitelini oluşturur. Lensin bu aşamadan sonra büyüme ve gelişmesi epitel içindeki proliferasyon sayesinde olur. Lens kapsülü lens epiteli tarafından oluşturulan bir bazal membran olarak gelişir. 7 haftalık gestasyonda ekvator bölgesindeki lens epiteli bölünmeye ve uzamaya başlayan hücreler sekonder lens liflerini oluşturur. Her sekonder lens lifi hücresi kapsülden ayrılırken nükleusunu ve hücre zarına bağlı organellerini kaybeder. Gestasyonun 2-8 ayları arasında oluşan sekonder lens lifleri fetal nükleusu oluşturur (5,6).

Gestasyonun yaklaşık 1. ayında hyaloid arter lens kapsülünün arka yüzünde tunika vaskuloza lentis olarak adlandırılan bir kapiler ağ oluşturur. Bu kapillerler lens ekvatoruna doğru büyüyerek burada ikinci bir kapiler ağ ile anastomoz yapar. Ön pupiller membran olarak adlandırılan bu yapı lensin ön yüzünü kaplar. Bu kapiler ağ doğumdan kısa süre önce apoptozis ile kademeli olarak yok olur. Bazen lensin arka yüzünde ufak bir opasite olarak tunika vaskuloza lentis kalıntısı görülebilir ve buna Mittendorf lekesi denir. Zonuler lifler gestasyonun 3. ayında oluşur (7,8).

2.1.2 Lens Histolojisi

Lens histolojik olarak 3 yapıdan oluşmaktadır.

Kapsül: Epitel hücrelerini ve fibrilleri dışarıdan saran elastik, şeffaf bazal bir membrandır. Vücuttaki diğer bazal membranlardan farklı olarak yaş ilerledikçe kalınlaşmaktadır. Bu özelliğinden dolayı insan vücudundaki en kalın bazal membrandır. Ön kapsül, lensin epitel hücrelerinden, arka kapsül ise bu hücrelerin uzantılarından oluşur. Ön kapsül 14 μ arka kapsül ise 4 μ kalınlığındadır. Lens periferinde kapsül daha kalındır. Kapsül fibrillerinin çoğu tip IV, daha az kısmı ise tip I ve Tip III kollajenden oluşur. Kapsül geçirgendir. 70 kDa (kilodalton) büyüklüğüne kadar olan molekülleri geçirir (9).

Lens Epiteli: Ön kapsül altında tek sıralı dizilmiş küboidal hücrelerdir. İki tiptir. Merkezde olanları sabittir, ekvator da olanları ise hayat boyunca epitel hücresi üretirler. İntrauterin hayatta çoğalmaya başlayan lens epiteli hücreleri yüzeysel ektoderm kökenli olduğu için apikal kısmı içe, tabanı dışa dönük şekilde; yani ters düz dizilmişlerdir. Yassı ve iri nükleuslu, organellidir ve hücre iskelet proteinleri içerir. Bu proteinler poligonal uzantılı mikroflamanlardır ve uyum sırasında yapının düzenini sağlarlar (9).

Lens Fibrilleri: Ekvator çevresinde bulunan ve mitotik özelliğe sahip lens epitel hücreleridir. Bu hücreler bölünerek uzarlar. Nükleusları ekvatora yakın olduğu için uzayan kısımlarında organellerin olmaması sebebiyle lens

şeffaflığı sağlanır. Hücreler çoğaldıkça yeni ve genç olan hücreler en üstte, eski fibriller merkeze doğru itilir. Kapsül elastikiyeti fazla olmadığı için oluşan fibril katmanlarının basıncıyla en içteki nükleusta sıkışma ve su kaybı sonucu skleroza bağlı olarak sertleşme olur. Başlangıçta 80 mm² olan lens yüzeyi yaşla birlikte 180 mm²'ye çıkar. Epitel hücre ve fibrin yapısı ilk 20 yaşta % 45 – 50 oranında artar. Bunların sonucunda doğumda 65 mg olan lens, 1 yaşında 125 mg'a, 20 yaşında 152 mg'a ve 90 yaşında 260 mg'a ulaşır. Doğumdaki ön arka kalınlığı 3.5 mm'den erişkinlerde 5.5 mm'ye, çapı ise doğumda 5 mm'den 20 yaşında 10 mm'ye çıkar (9).

Zamanla sertleşen embriyonik ve fetal nükleusa klinik pratiğinde nükleus; etrafındaki daha yumuşak olan yetişkin nükleusa ise epinükleus denilir. 65 yaşındaki bir insanın lensinin % 65'i nükleus ve % 35'i korteks haline dönüşür. Böylece lens topografik olarak kapsül, korteks ve nükleustan oluşur (9).

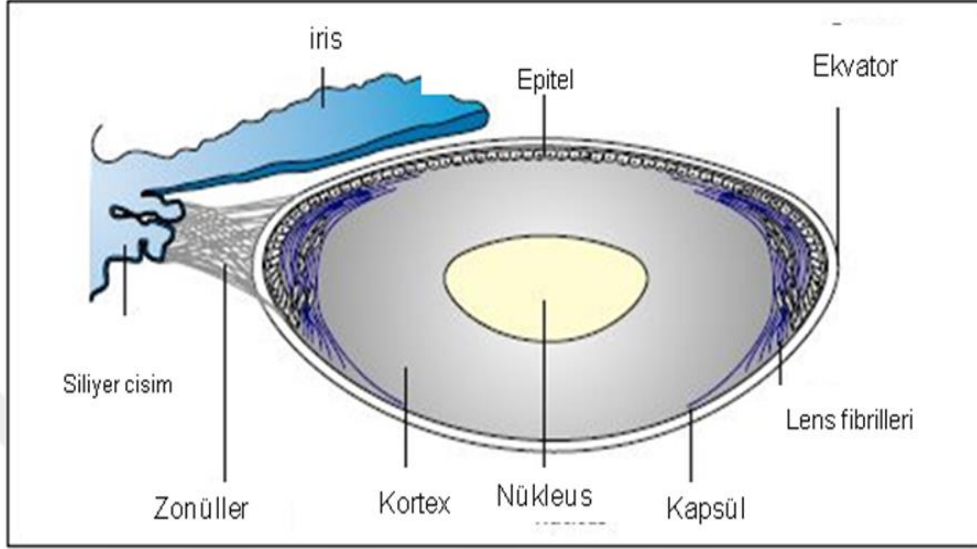
2.1.3 Lens Anatomisi

Mercimek büyüklüğündeki insan lensi +19.75 D'lik kırma gücüyle korneadan sonra gözün en kırıcı ortamıdır (9).

İnce kenarlı bir mercek şeklinde olan lens, iris ile corpus vitreum arasında bulunur. Lensin facies anterior ve facies posterior olmak üzere konveks iki yüzü vardır. Bu yüzlerin birleştiği periferik kenarına ise ekvator denilir. Arka yüzü ön yüze göre daha fazla konvekstir. Ön ve arka yüzlerinin en çıkıntılı noktalarına polus anterior ve polus posterior denir. Her iki polusun birleştiği çizgiye ise aksis denir. Bir kapsül (capsula lentis) ile sınırlı olan lens, fibrae zonülares aralığı ile procecus ciliaris'lere asılı durumdadır ve lensi yerinde tutan en önemli yapı da bunlardır. Lensin arka yüzü corpus vitreumun ön yüzündeki fossa hyaloidea'ya oturur, ön yüzü ise orta kısmında pupillanın kenarına temas eder fakat periferde temas etmez ve iris ile aralarında camera posterior bulunur (10).

Klinik açıdan lens anatomisi yumuşak materyalden oluşan ve aspire edilebilen yüzeyel korteks, yarı yumuşak materyalden oluşan ve aspire edilebilen veya doğrultulabilen epinükleus, sert materyalden meydana gelen,

doğurtulabilen veya parçalanabilen derin nükleus tabakalarından meydana gelir (10).



Resim 1: Lens Anatomisi (11)

2.1.4 Lensin Fizyolojisi Ve Biyokimyası

Lensin ağırlığının %65-66'sını su, %33- 35'ini protein, %1'ini ise lipit, karbonhidrat, elektrolitler oluşturur. Yüksek protein içeriği lensin yüksek refraktif indeksini sağlar. Bunların çoğu fibrillerin yapısal proteinleridir. Proteinler sudaki çözünürlüklerine göre ikiye ayrılırlar. Suda çözünen proteinler alfa ve beta- gama kristalin olarak iki gruba ayrılır. Alfa kristalin denatüre olmuş proteinlere bağlanarak ve diğer kristalinlerin denatüre olmasını önleyerek suda çözünmeyen proteinlerin artışını önler. Gençlerde lensin %80'i suda çözünen kristalin proteinlerden oluşur. Yaşla birlikte alfa kristalin miktarı azalır. Suda çözünemeyen proteinler ise ürede çözünme özelliklerine göre gruplandırılır. Ürede çözünen proteinler hücre çatısını oluşturur. Ürede çözünemeyen proteinler ise lensin lif hücre plazma membranını oluşturur. Ürede

çözünemeyen proteinlerden olan major intrinsek protein (MIP) de plazma membran proteini olup ilk olarak lenste liflerin uzamasıyla ortaya çıkar ve yaşla protein yapısında değişiklik olur (12,13). Gençlerde lensin protein ve glutatyon konsantrasyonu yüksektir.

Lensin saydamlığı; avasküler olması, lens hücrelerinin hegzogonal yapıları ve sıkı dizilimi, lens kapsülünün yarı geçirgen özelliği, hücresel farklılaşma, lensin göreceli olarak dehidrate olmasını sağlayan protein metabolizması ve elektrolit dengesini düzenleyen pompa mekanizması, glutatyon gibi antioksidan maddelerin miktarı gibi çok sayıda faktöre bağlıdır. Lens fibrillerin ve hücreler arası boşluğun az olması da saydamlığı sağlar (12,13). Lens metabolizması temel olarak epitelde gerçekleşir ve hücreler arası ara bağlantılar ile derin tabakalarda yer alan hücrelerle iletişim sağlanır.

Lenste 300-400 nm dalga boyundaki ultraviyole ışınları absorbe edilir. Lensin oksidatif hasardan korunmasında biyokimyasal tepkimelerle oluşan katalaz, süperoksit dismutaz, glutatyon gibi antioksidanlar yer alır. E vitamini ve askorbik asit de oksidatif hasara karşı koruyucu vitaminlerdir. Hücresel reaksiyonlar sonucu oluşan ve dış kaynaklı serbest radikaller lenste birikir. Serbest radikaller protein sentezinin önlenmesine, kortekste protein ve lipidlerin hasarına, DNA hasarına, lens fibrillerinin hasarına, membran ve plazma lipidlerinin peroksidasyonu sonucu oluşan malondialdehitin protein ve lipidlerin birbirine bağlanması ve polimerizasyonu ile suda çözünmeyen proteinlerin oluşumuna neden olur. Redükte glutatyon konsantrasyonunun azalmasıyla birlikte lensin saydamlığını kaybetmesi, sertleşmesi ve katarakt oluşumu gözlenir. Yaşla beraber suda çözünmeyen proteinlerin artışı ile lensteki proteinler birleşerek suda çözünmeyen partiküller oluştururlar. Bu partiküller ışığın dağılımına ve lenste opaklaşma ile katarakt oluşumuna neden olur. Uzun süreli hiperbarik oksijen tedavisi alan ve vitreoretinal cerrahi geçiren hastaların lenslerinde yüksek oranda oksijene maruz kalmaya bağlı olarak nükleer katarakt gelişimi görülebilir (8,13,14).

Katarakt gelişirse de yaşla birlikte suda erimeyen proteinlerin miktarında artış gösterilmiştir. Kataraktlı gözlerde ise suda erimeyen proteinlerin artışı

belirgindir. Belirgin kahverengi kataraktlarda lens proteinlerinin %90'ının suda erimeyen formda olduğu görülmüştür. Bu durum lens kapsülünden kristalin kaybını düşündürür (15).(374)

Lens metabolizmasının amacı saydamlığı korumaktır. Lensin damarsal yapısı ve innervasyonu yoktur. Lensin beslenmesi hümör aköz yoluyla basit difüzyon ile olur. Yapısal bileşenlerin yapımı ve aktif taşıma gibi işlemlerin devamı için enerjiye ihtiyaç vardır. Lensin enerji üretimi lens epitelinde oksijen oranı düşük olduğundan glikoliz ile olur. (15). Heksoz Monofosfat (HMP) yolu, pentoz fosfat yolu olarak da bilinir ve lens glikozunun %5'i bu yola girer. HMP yolu nikotinamid adenin dinükleotit fosfat (NADPH) oluşturur. NADPH sorbitol yolu ve oksidasyonun önlenmesinde önemli olan glutatyon redüktaz enziminin sentezinde kullanılır. Lenste glikoz oranı arttığında glikoz sorbitol yoluna girer ve sorbitol birikimi olur. Sorbitol yolu ile NADPH'ın nikotinamid adenin dinükleotit'e (NADP) çevrimi HMP yolunu aktive ederek fruktoz birikimine de yol açar. Ozmotik basınç artışı ile içeri su girer ve sonuçta fibrillerde şişme, lens yapısında değişim ve opasifikasyon görülür. Glikozdan da aldoz redüktaz enzimi etkisiyle galaktitol oluşur. Galaktitol de sorbitol gibi lenste birikir. Kalıtsal galaktoz metabolizma sorunları olan hastalarda da galaktitol aşırı üretimi görülür (8,13,15,16).

Lenste elektrolit dengesinin sağlanmasının temel amacı lensin saydamlılığının korunmasıdır. Elektrolit dengesi, lens hücre membranlarının geçirgenliği ve bazı aktif taşıma mekanizmalarının yardımı ile sağlanmaktadır. Lens, hümör aközden daha az sodyum daha fazla potasyum içerir. Lensin hücre membranındaki aktif Na-K pompası ile bu denge sağlanır. Lensin içinde 100 nanoMolar (nM) olan kalsiyum konsantrasyonu lens dışında 1 nM'dir. Bu konsantrasyon farkı lens hücre membranındaki aktif kalsiyum pompası ile sağlanır. Gençlerde kalsiyum konsantrasyonu düşüktür. Yaşlandıkça su içeriği azalır, kalsiyum içeriği artar. Bu mekanizmalar ile lens içi ve dışı arasında aminoasit, glikoz ve artık ürünlerin basit difüzyonla taşınmasını sağlayan elektriksel potansiyel farkı oluşur. Lenste sıvı-elektrolit dengesinin bozulması katarakt ile sonuçlanır (13,17,18).

2.2. KATARAKT

Katarakt terimi şelale ya da demir parmaklık anlamındaki Latince "cataracta" ve yunanca "katarraktes" kelimelerinden türemiştir (19).

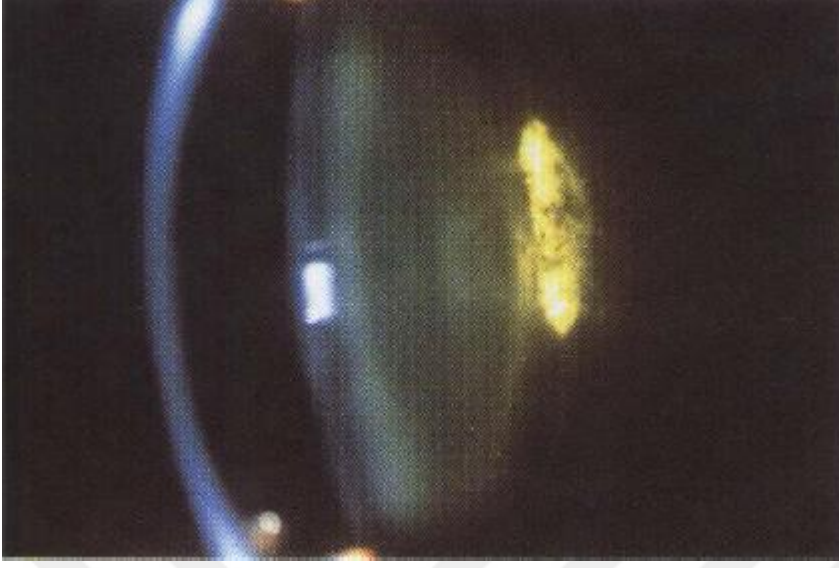
Katarakt anatomik olarak lenste meydana gelen opaklaşmaya, fonksiyonel olarak ise görmeyi engelleyen lens opaklaşmalarına verilen addır. Biyokimyasal olarak da katarakt geri dönüşümsüz protein koagülasyonu sonucu gelişen lens kesafetleridir (20). Bununla birlikte bir lens opasitesinin katarakt olarak tanımlanabilmesi için normal görmeyi bozmuş olması gerekmektedir (21).

Katarakt tüm dünyada körlük ve görme keskinliği azalmasının en önemli nedenidir (22,23). Katarakt ekstraksiyonu sonrasında göz içi lensi implantasyonu dünyada en etkin kabul edilebilecek cerrahi tedavi yöntemidir (24).

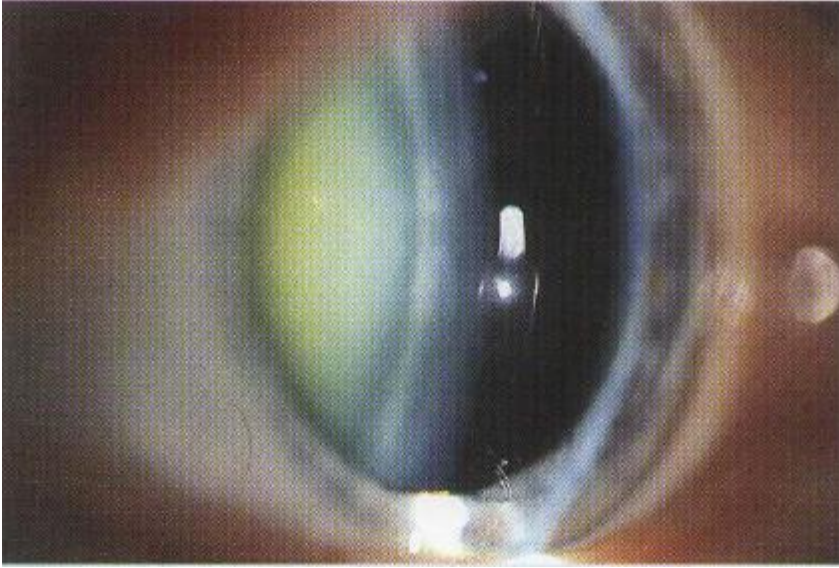
Dünya Sağlık Örgütüne göre dünyadaki körlük nedenlerinin yaklaşık % 45 inin katarakta bağlı olduğu tahmin edilmektedir (22). Yaş ile birlikte katarakt prevalansı artmaktadır.65 yaşında %5; 75 yaş üzerinde ise %50 civarında hastada belirgin katarakt prevalansı görülmektedir. Tüm katarakt olgularının büyük kısmını yaşa bağlı olan kataraktlar oluşturmaktadır (25).

Katarakt konjenital ve edinsel olarak sınıflandırılabilir. Gelişimsel kataraktları; senil(yaşa bağlı), travmatik, sistemik hastalıklara bağlı, lokal oküler hastalıklara bağlı, radyasyon, toksik, cilt hastalıklarına bağlı olarak etyolojik olarak sınıflandırabiliriz.(13,26,27).

Morfolojik olarak ta kapsüler katarakt, subkapsüler katarakt, kortikal katarakt, nükleer katarakt, polar katarakt olarak sınıflandırılabilir (13).



Resim 2: Arka subkapsüler katarakt (27)



Resim 3: Nükleer katarakt (27)



Resim 4: Kortikal katarakt (27)

2.3. KATARAKT CERRAHİSİ

2.3.1. Tarihçe

Kataraktın pupil alanından uzaklaştırılmasını sağlayan yöntem hakkındaki ilk yazılı bilgi MÖ.600 yıllarında yaşamış olan Sustura adındaki Hint cerrahına aittir. Bu yöntem yaklaşık olarak 20 asır kullanılmıştır. İlk defa Sustura tarafından uygulandığı ileri sürülen yöntem "Couching" (keşifleşmiş lensin, bir takım aletler yardımıyla glob içine girilmeden vitreus içine düşürülmesi ve böylece optik aksın açılması) yöntemidir (28).

Kataraktlı lens kornea kesisi yoluyla ilk defa 1668 yılında Hollandalı Sylvius tarafından çıkartılmıştır (28).

Bir Fransız göz hekimi olan Jacques Daviel'in 1748'de başarısız bir couching işlemini takiben korneaya kesi yaparak bir iğne yardımıyla kataraktlı lense irisin arkasındaki normal pozisyonundan biraz da vitreusla beraber glob dışına çıkarmasına kadar kataraktın tek tedavisi couching olmuştur. Bu yöntem planlı ekstrakapsüler katarakt ekstraksiyonunun (PEKKE) başlangıç adımı olmuştur (28).

1752'de George de'la Paye ilk intrakapsüler katarakt ekstraksiyonu (İKKE) gerçekleştirmiştir. Zaman içerisinde farklı cerrahi teknikler oluşmuş, 1961 yılında Krawicz kriyoekstraksiyonla İKKE uygulananını ortaya koymuştur (28).

İlk kez 1949 yılında Harold Ridley tarafından yapay lens göz içine yerleştirilmiştir. 1965- 1972 yılları arasında Cornelius Binkhorst İOL'e destek sağlanması için arka kapsülün sağlam olması gerektiğini bildirmiştir. Katarakt cerrahisine viskoelastik maddelerin girişi Pape ve Balzs tarafından 1979 yılında olmuştur (29).

Charles Kelman 1967 yılında geleneksel nukleus çıkartılan EKKE yönteminden kesi büyüklüğü farklı olan ve farklı bir teknikle nukleusun çıkartıldığı fakoemülsifikasyon (FAKO) yöntemini geliştirmiştir. Kelman' ın 1967 yılında ilk defa insan gözünde yaptığı fakoemülsifikasyon cerrahisi 76 dakika sürmüştür (30,31). Kelman Fakoemülsifikasyon yönteminin patentini 1972 yılında almıştır (32).

İlk katlanabilir İOL 1984 yılında Mozocco tarafından tanımlanmıştır (33).1980' lerin sonlarında Gimble tarafından tariflenen teknik popülerite kazanmıştır, bu teknikte Gimble kapsüloreksis ve cep içi fakoemülsifikasyon uygulamıştır (34).Continuous Curvilinear Capsulorhexis (CCC) 1990 yılında Gimbel ve Neuhann tarafından tanımlanmıştır ve günümüzde modern katarakt cerrahisinin önemli bir basamağı olarak yerini almıştır (29).

Viskoelastiklerin geliştirilmesiyle beraber fakoemülsifikasyonda yüksek orandaki endotel kaybının azaltılması, hidrodiseksiyon ve hidrodelineasyonun tanımlanması, korneal ve skleral tünel insizyonlarının geliştirilerek sütürsüz katarakt cerrahisinin tanımlanması fakoemülsifikasyonu günümüz cerrahisindeki popüleritesine ulaştırmıştır (33).

Ülkemizde ilk katarakt ekstraksiyonu, Avrupa'da uygulanmaya başlanmasından birkaç yıl sonra Dr. Niyazi İsmet GÖZCÜ tarafından gerçekleştirilmiştir. Kriyoekstraksiyon ile intrakapsüler katarakt cerrahisi ise 1965 yılında Ankara Üniversitesi Göz Kliniği'nde uygulanmaya girmiştir.

Ekstrakapsüler katarakt cerrahisi 1980'li yılların ortasından itibaren tercih edilen yöntem olmuştur. Fakoemülsifikasyon tekniği ile ilgili yayınlara ise 1991 yılından itibaren rastlanmaktadır (35).

2.3.2 Fakoemülsifikasyon Cerrahisi

Günümüzde birincil katarakt ekstraksiyon yöntemi fakoemülsifikasyondur. Fakoemülsifikasyon ultrason enerjisi kullanarak katarakt nükleusunun parçalara ayrılıp bu parçaların emülsifiye edilerek temizlenmesini içeren cerrahidir. FAKO aygıtlarında temel olarak üç ana sistem vardır. Bunlardan ilki ultrason enerjisidir. Ultrason enerjisi kataraktlı lensi emülsifiye ederek kırmak için kullanılır. Bu da yaklaşık 10 mm boyutlarındaki kataraktlı lensin küçük parçalara ayrılmasını sağlayarak 2-3 mm'lik kesilerden temizlenmesine imkân vermektedir. İkinci sistem ise askılı şişe sistemidir. Bu sistem sayesinde ultrason etkisiyle oluşan parçacıklar emilirken ön kamara derinliği korunmuş olur. Üçüncü sistem ise aspirasyon sistemidir ki bu sistem ultrason enerjisinin itme etkisiyle parçalara ayrılmış olan nükleus içeriğinin fako elciğinin ucundan ayrılmasını önler (36). Bu üç sistem ayak pedalı ile kontrol edilir. Fakoemülsifikasyon yönteminde küçük kesi ile kapalı bir sistem oluşturulur ve bu sayede giren ve çıkan sıvı dengesi sağlanarak ön kamara derinliği korunmuş olur (32). Fakoemülsifikasyon (FAKO) cerrahisinin, klasik EKKE cerrahi yöntemleri ile karşılaştırıldığında birçok avantajı vardır. Fakoemülsifikasyonun avantajlarından bahsedilecek olursa;

- Daha kısa ameliyat süresi
- Küçük kesi nedeniyle daha az astigmatizma
- Daha erken görsel iyileşme
- Derin bir ön kamara sağlandığından fako ucunun arka kapsül, endotel ve irise teması engellenmiş olur
- Çok daha hızlı ve tam olarak yapılabilen korteks aspirasyonu

- Cerrahi sırasında göz içi basıncı normal sınırlarda tutulduğundan daha az arka kapsül yırtılması riski
- Ameliyat sırasında daha az iris prolapsusu, hifema, ekspulsif hemoraji riski
- Ameliyat sonrasında daha az retina dekolmanı ve kistoid makula ödemi riski
- Daha az enfeksiyon riski
- Daha erken yara yeri iyileşmesi

Bununla birlikte tekniğin görece olarak zor olması, öğrenim sürecinde komplikasyon riskinin yüksek oranda olması, ekipmanlarının pahalı olması dezavantajlarıdır (37,32,21).

Katarakt ameliyatı ile en iyi düzeltilmemiş görme keskinliği elde edilmeye çalışılır. Postoperatif görmeyi, etkileyebilecek faktörlerin bilinmesi ile bunları ortadan kaldıracak veya en aza indirecek yöntemin uygulanması, istenmeyen sonuçların meydana gelmesini engelleyecektir. Ameliyat sonrası görmeyi etkileyen başlıca parametreler şunlardır:

- Kornea kurvatür değişiklikleri (Astigmatizma),
- Kornea endotelinin durumu,
- Biyometrik ölçüm,
- Ameliyat esnasında ve sonrasında gelişen komplikasyonlar,
- Oküler patolojiler (38).

2.4. KORNEA

2.4.1 Kornea Embriyolojisi

6–16. gestasyonel haftalarda embriyolojik olarak, kornea epiteli yüzey ektoderminden gelişirken kornea stroması ve endoteli nöral krestten gelişir. (39).

2.4.2 Kornea Anatomisi

Kornea, ön yüzünün vertikal çapı ortalama 11.0 mm, horizontal çapı ortalama 12.6 mm olan horizontal oval bir şekle sahip avasküler, saydam bir dokudur (39-45). Korneanın refraktif indeksi 1.376'dır. Kornea arka yüzü daha yuvarlaktır ve arka yüzde horizontal ve vertikal çaplar hemen hemen eşit olup, ortalama 11.6 mm'dir.

Korneanın santralinden periferine doğru gidildikçe kırma gücü azalır. Doğumdan sonra 3. yılın sonuna kadar büyümeye devam eder. Korneanın santral kalınlığı, yaşamın ilk haftasında 0.58 mm iken erişkinde 0.52 mm, periferik kalınlığı ise 0.70 mm'dir (46,47).

Korneanın santral 1/3' ü sferik bir yapıdadır. Optik zon olarak bilinen bu kısmın ortalama eğrilik yarıçapı 7.8 mm'dir (6.7-9.4 mm). Gözün toplam kırma gücü 58.6 D'dir ve % 74'ü kornea tarafından oluşturulmaktadır (43.25 D) (46,47).

Vücutta en fazla sinir sonlanmasına sahip doku korneadır ve konjonktivadan yüz kat daha fazla duyuya sahiptir. Korneanın duyu sinirleri uzun siliyer sinirlerden ve subepitelyal sinir pleksuslarından gelmektedir (46,47).

2.4.3 Kornea Histolojisi

Kornea ön yüzden arka yüze doğru beş tabakaya ayrılır (46).

Epitel: Kornea kalınlığının yaklaşık % 10'unu (50 µm) oluşturan en yüzeysel tabakadır. İnce bir bazal membran üzerine oturan beş veya altı katlı, sekretuar olmayan çok katlı yassı epitelden oluşur. (39,46,47). Epitel üç farklı tipte hücre grubundan oluşur. Bazal tabaka hücreleri tek sıra küboidal yapıdadır, bazal hücrelerin üzerinde, iki-üç sıra halinde dizilmiş olan kanat hücre tabakası ve en üstte iki-üç sıra halinde dizilmiş, yüzeysel yassı hücre tabakası bulunur. Kornea epitel, periferde yüzeyi daha düzensizdir. Goblet hücreleri içeren ayrılan limbal epitel ile devam eder (39, 48). Korneanın saydam olması ve iyi görme için epitel hücreleri gereklidir. Epitel bazal membranı histopatolojik olarak PAS ile pozitif boyanan gerçek bir bazal membrandır. Bazal membran yaklaşık 0.05 µm kalınlığındadır ve altındaki Bowman tabakasına sıkıca bağlıdır (49).

Bowman tabakası; Epitel bazal membranının altında yer alır. 10–16 µm kalınlıkta homojen üniform yapıda bir tabakadır. Esasen stromaya aittir, önde lokalize olmuş modifiye bir yapıdır. Homojenitesi, fibroblast içermemesi, elektron mikroskopide kollajen fibrillerin kalınlığı (14–36 µm) ve dizilimleri yönünden stromadan farklıdır. Önde bazal membran ile bağlantıları olup, arkada stromanın yüzeysel lamellerine karışır. Bowman tabakası travma, ülser veya diğer nedenlerle hasara uğradığı zaman rejenerer olmaz. Bu tür defektler ancak fasetasyon (epitelin hasarlı alana ilerlemesi) veya fibrozis (stromal kollajenin bu alanı doldurması) ile kapanmaktadır. Korneayı trigeminal sinirin oftalmik dalının uzun siliyer sinir liflerinden gelen, miyelinize olmayan çok sayıda sinir lifi innerve eder. Bowman tabakasında korneal sinirlerin uç dallarının geçtiği çok sayıda açıklık vardır (39, 48).

Stroma: Kornea kalınlığının % 90'ını oluşturur. Primer olarak keratan sülfat ve kondroidin sülfat içeren mukopolisakkarit ara madde içerisinde birbirine paralel sıralanmış düzgün kollajen fibriller ve keratosit, korneal hücre veya korpüskül denilen fibroblast benzeri hücrelerden oluşur. Keratositler, kollajen lifleri ve ara maddeyi sentezler ve patolojik durumlarda fagositoz ve onarım işlevini yaparlar. Kollajen liflerin 21–65 µm çapındadır, Tip I ve Tip V kollajen yapısındadırlar. Kollajen lifler düzgün lameller halinde dizilerek korneal saydamlığı sağlarlar. Kollajen lifler paralel ve çok geniş açılarla birbirine bağlı,

250–300 bantdan oluşan stromal lamelleri oluştururlar. Her bir lamel, yaklaşık 10- 250 µm uzunluğunda ve 2 µm kalınlığındadır. Korneal stromada az sayıda görülen lenfosit dışında inflamatuvar hücre bulunmaz. Kornea avasküler yapıdadır. Kollajen liflerin çok düzenli dizilimi, kan damarı bulunmaması ve keratositler hariç hücre bulunmaması korneanın saydamlığını sağlayan ana sebeplerdir (49, 48).

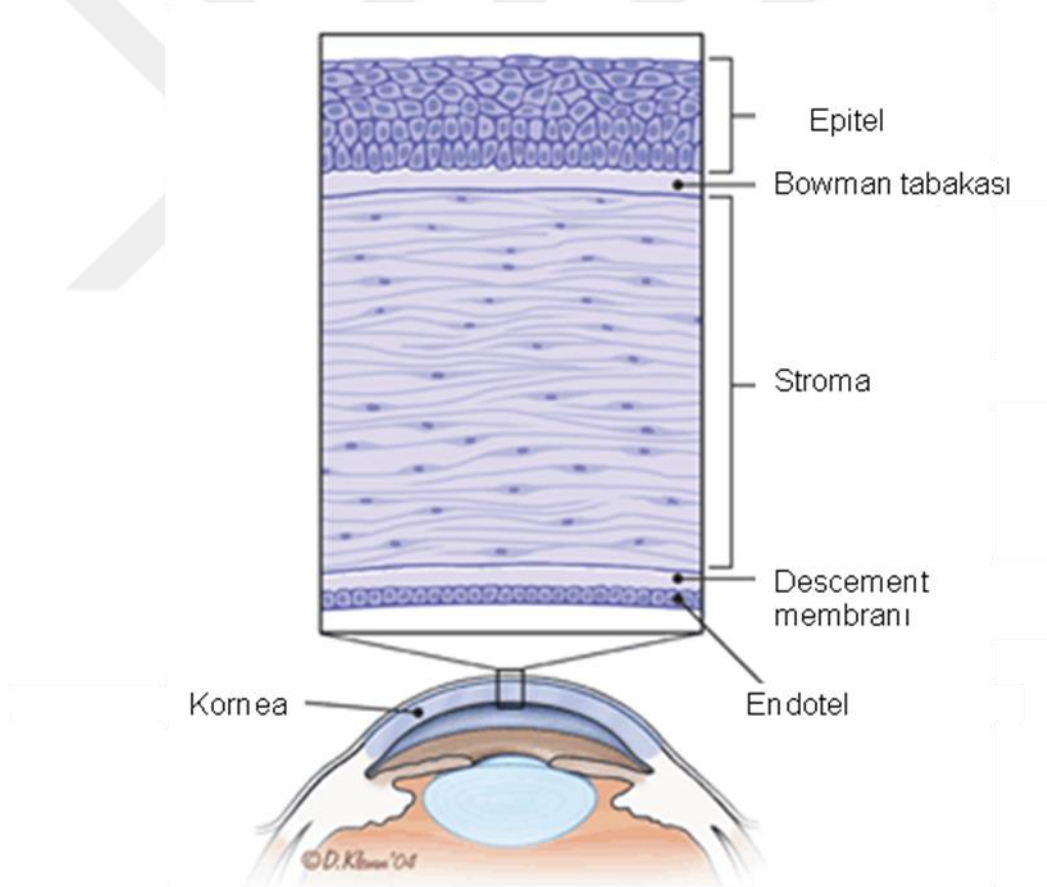
Descement membranı; Stromanın altında bulunan kornea endoteli tarafından oluşturulan gerçek bir bazal membrandır (PAS pozitif). Descement membranının kalınlığı yaş ile artar. Erişkinde 10 µm'dir. Tip IV, Tip V ve tek kısa zincir yapan kollajen tipi olan Tip III' ü içerir. Tip III kollajen, descement membranında hegzogonal bir ağ oluşturur. Yüksek oranda glisin, hidroksiglisin ve hidroksiprolin içerir. Descement membranında bulunan kollajen stromaya oranla kollajenazlara karşı daha dirençli olduğundan derin korneal ülserlerde perforasyona karşı bir bariyer fonksiyonu oluşturur. Descement membranının periferik sonlanması, Schwalbe hattını oluşturur. Descement membranı hasara uğradığı zaman kısmen rejenere olabilir. Travma nedeniyle koptuğu zaman patognomonik olarak tomar şeklinde kıvrılmış, yaylanmış veya dalgalı görünür (48-50).

Endotel: Descement membranının arkasındadır ve korneanın en iç tabakasını oluşturur. Hümör aközle temas halindedir. Tek katlı hücre tabakasından oluşur. Boyuna kesitlerde küboidal, enine kesitlerde poligonal (rektangüler) şekildedirler. Tek katlı, 4-6 µm kalınlıkta, uniform kaldırım taşı görünümünde, 5-7 kenarlı hücrelerden oluşurlar. Endotel hücreleri korneanın hidrasyonunu kontrol eden, bariyer ve pompa fonksiyonlarına sahip en önemli tabakadır. İnsan kornea endoteli proliferasyon olamadığından endotel kaybı olduğunda bu alan komşu endotel hücrelerince kapatılır (47, 48).

Endotelin durumu speküler mikroskopi kullanılarak direkt muayenede değerlendirilebilir. Endotel sayısı doğumda 3.500-4.000/mm² (yaklaşık 350.000 - 400.000 hücre)'dir. Kornea ödeminin endotelin speküler mikroskop ile direkt görüntülenmesini engellediği durumlarda konfokal mikroskop

kullanılabilir. Normal kornealarda santral endotel hücre yoğunluğu yılda ortalama % 0.6 azalır (51).

Korneanın normal yapısının korunması için gereken hücre/mm² sayısı tam olarak bilinmemektedir. Ancak çeşitli bölgelerinde 1000 hücre/mm² ve altındaki hücre sayısı ileri dönemde kornea ödemi gelişimi için risk taşır. Hücre yoğunluğunun dışında endotel hücre morfolojisi de fonksiyonu etkiler. Hücre boyut farklılıkları (polimegatizm) ve şekil değişikliklerine (polimorfizm) sahip endotel hücreleri normal morfolojiye sahip endotel hücrelerine göre hipoksik strese daha az dayanıklıdırlar (52).



Resim 5: Kornea histolojisi (53)

2.4.4 Kornea Fizyolojisi

Kornea ön yüzeyi, gözyaşı film tabakası ile kaplıdır. Gözün refraksiyondaki ilk kırma noktası kornea ön yüzeyinde bulunan gözyaşı film tabakası-hava interferansıdır. Normal bir görsel rehabilitasyon için sağlıklı bir gözyaşı tabakası gereklidir.

Kornea, gözyaşı film tabakası ile birlikte gözün en kırıcı tabakasıdır. Kornea ön yüzünün kırıcılığı +48.8 Diyoptri (D)'dir. Ön yüzün kırıcılığı hava-gözyaşı film tabakası (+43.6 D) ile gözyaşı film tabakası-kornea (+5.3 D) kırıcılığının toplamıdır. Kornea arka yüzünün kırıcılığı -5.8 D olup korneanın toplam kırıcılığı +43.0 D ile insan gözünün +58.6 D olan toplam kırma gücünün % 74' ünü teşkil eder. Bu nedenle korneanın saydam kalması görme fonksiyonu yönünden önemlidir (47, 48, 50).

Korneanın saydam kalması; kornea su oranına, kollajen liflerinin çapları ve düzenli dizilimine, kornea yüzeyinin düzgünlüğüne, avaskülariteye ve rölatif olarak az hücre içermesi gibi faktörlere bağlıdır. Su içeriğinin ayarlanması, temel olarak hüme aköze pompalama işlevini gören endotel hücrelerince gerçekleştirilir. "Endotelyal kompanzasyon" denen bu işlevi bozan her türlü etki ile "endotelyal dekompanzasyona" bağlı ödem gelişir, kornea saydamlığını kaybeder ve bulanık-mat hale gelir. Endotel hücre yoğunluğunun çok büyük bir kısmı kaybedilsede (%80) kalan endotel hücreleri endotelyal pompa işlevini sürdürebilir. Kornea önündeki gözyaşı film tabakasının normal olması hem korneal yüzeyin düzgünlüğü, hem de stromanın hidrasyonu açısından son derece önemlidir (47, 54).

Kornea epitel ve endoteli yarı geçirgen yapıdadırlar. Epitel ve endotel hücreleri hidrofobik/lipofilik yapıdadır, suda çözünen maddelerin pasif geçişine izin vermezken, yağda çözünen maddelerin serbestçe geçişine izin verirler. Kornea stroması ise hidrofilik yapıda olup suda çözünenlere geçirgen , yağda çözünenlere geçirgen değildir. Bu yüzden korneanın tüm katlarını ancak nötral hidrojen konsantrasyonunda hem suda (hidrofilik) hem yağda (lipofilik) çözünen maddeler geçebilir. Tedavide kullanılan alkoloid ve diğer zayıf

elektrolitler bu şartlara uyar. Bu kurala uymayan tek molekül sudur. Su lipide çözünmemesine rağmen tüm membranları kolayca geçer (47, 54).

Kornea, avasküler bir yapıdır ve normalde kornea periferinde limbus içerisinde yerleşik damarlar periferel stromaya 0.75–1.0 mm'den fazla penetre olmaz. Epitel ve endoteldeki aktif ATP pompaları için gerekli glukoz ve diğer metabolitler başta hümör aköz olmak üzere limbal damarlar ve gözyaşından difüzyon yolu ile korneaya ulaşırlar. Oksijen ihtiyacının %90'ı kornea epiteli üzerindeki gözyaşı film tabakası aracılığı ile atmosferden geri kalan ihtiyaç ise hümör aköz ve limbal damarlardan sağlanır (47, 54).

2.5. TOPOGRAFI

2.5.1 Scheimflug görüntüleme: Pentacam Scheimflug

İlk kez 1904'te Yüzbaşı Theodore Scheimflug tarafından askeri amaçlı kullanım için geliştirilmiştir. Bu fotoğrafik teknik, 1970'lerde Hockwin ve ark. tarafından katarakt yoğunluğunu değerlendirebilmek amacıyla Scheimflug kamera olarak göz muayenesinde kullanılmaya başlanmıştır (55).

Pentacam-Scheimflug cihazı ön segmenti görüntülemek için Scheimflug prensibini kullanır. Scheimflug prensibi, kameranın filmine paralel olmayan nesnelerin fotoğraflarının optik özelliklerini tarifler. Scheimflug kamera, nesnenin üç planda kesişen görüntüsünü yakalar ve tek noktada odaklanarak üç boyutlu görüntüsünü oluşturur. Slit halindeki ışını içeren plan ile görüntü planının tek noktada karşılaşması ve karşılaşan açıların eşit olması gerekmektedir. Sistem dönen bir Scheimflug kamera ve monokromatik slit ışık kaynağından (mavi LED 475 nm) oluşmaktadır. Göz optik aksı etrafında 180° dönerek görüntü alır. Pentacam-Scheimflug cihazı spesifik olarak ön segment yapılarının değerlendirilmesi için dizayn edilmiş kontakt olmayan optik bir sistemdir. Dönen Scheimflug kamerası ile 2 saniye içerisinde 50 ön segment slit görüntüsü ve 500 ölçüm alabilir. Toplanan bu slit görüntülerle üç boyutlu görüntü oluşturulur. İkinci bir kamera ise göz

hareketlerini yakalar ve uygun düzeltmeler yapar (44). Görüntü alındıktan sonra cihaz bu görüntüleri 'akıllı haritalar' olarak adlandırılan haritalar şeklinde sunar. Bu haritalar açılan birçok menüyü kullanarak görüntülenebilmektedir. Ön ve arka korneal yüzeyin topografisi ve elevasyon haritası, ön kamara derinliği (ÖKD) ve yine ön ve arka kornea keratometrik değerlerini bu haritaları kullanarak görüntüleyebilmektedir. Eğitim ve bilgi dokümantasyonu açısından önemli diğer bir özellik ise görüntü üzerinde korneal skar lokalizasyonunun görülebilmesidir.

Bu cihaz içinde 5 değerlendirme modülü vardır:

- Scheimflug tomografi
- 3 boyutlu ön segment analizi (derinlik, açı ve hacim)
- Pakimetri
- Lens dansitometrisi
- Korneal topografi

Dansitometri sistemi lens katarakt yoğunluğu değerlendirilir, lensteki bir opasitenin zaman içinde progresyonunu takip edilebilir. Keratokonus yazılımı, oldukça sensitiftir. Tüm korneal çapı değerlendirdiği için geçirilmiş korneal cerrahi hakkında bilgi verir. Günümüzde refraktif cerrahi sayısının her geçen gün artmaktadır. Bu hastaların muayene ve takiplerinde Pentacam önemli bilgiler vermektedir. Yine İOL gücü hesaplamasında pek çok formül geliştirilmiş ancak hiçbirisinin tam doğruluğu ispat edilememiştir. Refraktif cerrahi geçiren hastaların İOL hesaplanmasında en önemli parametre keratometri (K) değeridir. Holladay tarafından geliştirilen formülde 'denk K' olarak adlandırılan K değeri, gerçek K değerini vermektedir. Pentacam bu 'denk K' değerini kornea ön ve arka yüzeyleri birlikte değerlendirerek vermektedir. Ayrıca kornea refraktif güç haritası, ön ve arka korneal topografi, yükselti ve tanjansiyel korneal haritaları cerraha kolaylık sağlamaktadır Yeni modülünde bulunan Pentacam Zernike polinomunu, kornea ön ve arka yüzeyinden korneal 'Wavefront veri'si alınmakta ve korneal sferik aberasyonlar doğru şekilde bilindiği için doğru İOL seçimi mümkün

olmaktadır. Sagittal korneal topografi haritası, diğer topografi cihazları ile de elde edilebilen, korneayı 'V-K normalı' denilen spesifik bir yolla tarayarak elde edilen bir haritadır. Pentacam'ın diğer cihazlardan bir farkı da bu harita üzerinde yaptığı farklı değerlendirmedir. Diğer cihazlarda santral 1.5 mm'lik alan ihmal edilerek bir değerlendirme yapılmaktadır. Pentacam ile santral alan ihmal edimez. Ayrıca bu sagittal harita, tanjansiyel haritaya çevrilerek kornea periferi ile ilgili ayrıntılı bilgi elde etmek mümkündür. Korneanın gerçek şeklini ise elevasyon haritası ile değerlendirilir. Hem korneanın ön yüzü hem de arka yüzü hakkında doğru bilgi elde edilebilir. Fakik İOL yerleştirilmesi öncesi değerlendirmede en önemli parametre ÖKD'dir. Bu cerrahide ÖKD glokomlu ve diğer ön kamarası sığ olan hastalarda daha fazla öneme sahiptir. Pentacam GR'de yüksek çözünürlükte kameranın yanı sıra, fakik göz içi lens yazılımı ile İOL'in tahmini yerini göstermekte mümkündür. Bu programda hastaya iris-fikse fakik İOL'u planlanmışsa cihaz İOL'un tahmini yerini göstermekte ve muhtemel refraksiyonu da vermektedir. Bu üç boyutlu programla İOL'un ön kamaradaki yeri ile ön kamara yapılarına uzaklıkları da değerlendirilebilmektedir. Cihazda bulunan Ehlers, Shah, Dresden ve Orssengo/Pye formülleri ile Goldman aplanasyon tonometrisi ile ölçülen göz içi basıncı (GİB), SKK ile birlikte değerlendirilir ve düzeltilmiş GİB elde edilebilir (44, 56).

Pentacam-Scheimflug cihazı görüntü alınmasında minimal tecrübe gerektirmektedir. Hasta korneasında hedef ve fokus sağlandıktan sonra otomatik olarak görüntü alınabilmektedir. (44, 56).

2.5.2 Katarakt Cerrahisine Bağlı Korneal Topografik Değişiklikler

Katarakt cerrahisi sonrasında oluşan korneal değişiklikler topografik olarak postoperatif ölçümlerden preoperatif ölçümlerin çıkartılması ile elde edilen değişiklik haritaları ile kolayca gösterilebilir. Primer değişikliklerin çoğu insizyonun bulunduğu yere bağlıdır, ancak buna dik

eksende sekonder değişiklikler de görülebılır. Cerrahi, korneanın bir yada daha fazla bölgesinde düzleşme yada dikleşmeye neden olur.

İnsizyona bağlı korneal dikleşme yara bölgesinde doku kompresyonuna bağlı olarak meydana gelir (üst insizyonlarda kurala uygun astigmatizma) (30).Bu genellikle aşırı gergin sütürlere yada insizyon alanındaki ödeme bağlı olarak oluşur.Bu,doku kontraksiyonuna yol açan koterizasyondan sonra veya vertikal insizyon dudaklarının düzensiz olarak üst üste binmesi (malalignment) sonucunda görülebılır.İnsizyonal malalignment durumunda santral ve periferal yara dudakları birbirinin üstüne binmiştir (57). Limbusta doku kompresyonu globun merkezine doğru limbal korneayı deprese eder ve böylece santral korneal kurvatür artar (58).

İnsizyona bağlı korneal düzleşme (üst insizyonlar için kurala aykırı astigmatizma) insizyon dudaklarının tam apozisyonunun sağlanamamasından dolayı gelişir (59).Bu bazen sütüre edilmemiş küçük insizyonlarda görülebılır, ancak daha sık gevşek sütürlerde görülür.Sütür gevşekliğinin nedenleri, cerrahide sütünün iyi sıkılmamış olması,sütünün zamanla özelliğini kaybetmesi (erimesi), düğümün gevşemesi, sütüre bağlı inflamasyon yada sütünün alınmasıdır. Çok yüzeysel olarak yerleştirimmiş sütürler insizyonun derin kısmında açıklığa neden olur. Vertikal misalignment durumunda insizyonun santral kısmı periferal kısmın üzerine biner ve korneada düzleşmeye neden olur. İnsizyonun kenarlarının aposizyonu zayıfsa ve aradaki bölge fibrovasküler skar dokusu ile dolmuşsa bu durum korneal düzleşmeyi daha da artıracaktır.

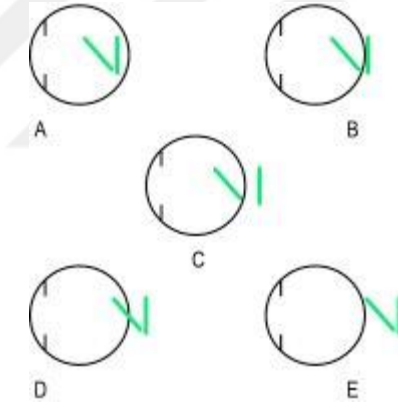
Düzenli astigmatizma hem optik olarak hem de cerrahi olarak kolayca düzeltilebilen bir durum olup insizyona bağlı olarak gelişen düzleşme yada dikleşmenin yol açtığı basit ve üniform yapısal bir defektir. Buna karşılık düzensiz astigmatizma çok kompleks anatomik değişikliklerin bir sonucudur, oldukça fazla görme disfonksiyonuna yol açar ve düzeltilmesi de zordur (30).

2.6 ASTİGMATİZMA

Gözün kırıcılık sisteminin krvatüründe düzensizlikler sonucu ışığın değişik meridyenlerde farklı kırılması sonucu tek bir odak oluşturulamaması durumuna astigmatizma denilir. Genelde meridyenler gözde birbirine 90° diktir. Astigmatizmalar genellikle bilateral ve simetriktir. İnsanlarda %95 oranında astigmatizma görülür ve genellikle %85'inde astigmatizma değeri 1 -1.25 D' yi geçmez. Kurala uygun astigmatizma için üst değer genellikle 6.0 D, kurala aykırı astigmatizma için en üst değer ise genellikle 2,5 D'dir (60).

Astigmatizma da gözün optik sisteminin tüm meridyenlerinin krvatür yarıçaplarının (kırıcılıklarının) farklıdır. Küresel optik sistemlerde meridiyenlerin eğriliği aynıdır böylece noktanın görüntüsü nokta şeklindedir. Silindirik optik sistemlerde eğrilik ve buna bağlı kırıcılık, bütün meridyenlerde aynı değildir. Birbirine 90° açı yapan iki ayrı kırıcı yüzey vardır. Bu tür sistemlerde bir noktanın görüntüsü, iki ayrı planda, birbirine 90° açı yapan iki çizgi şeklindedir. Bu tip astigmatizmaya düzenli astigmatizma denir. Kırıcı yüzeyi düzensiz optik sistemlerde görüntü her hangi bir şekle benzemez. Bunlar düzensiz astigmatizmalardır. Astigmatizmada en önemli rolü kornea ön yüzü oynadığı bilinmektedir. Lense bağlı astigmatizma, lens süblüksasyonları ve nükleer kataraktlarda görülebilir ve bunlara lentiküler astigmatizma adı verilir. Lentiküler astigmatizma lensin krvatürlerindeki eşitsizlikten ziyade, lensin eğik durması durumunda ışınların lense oblik gelmesi sonucu oluşmaktadır. Normalde kornea dikey (7,7 mm) meridiyeninin eğrilik yarıçapının yataya (7,8 mm), göre daha az oluşu dikey meridiyenin kırıcılığının (42,50 D) yataya (42,00 D) göre daha fazla olmasına neden olur. Buna fizyolojik astigmatizma denilir. Bu durum, kornea arka yüzü ve lens tarafından nötralize edilir. Kurala uygun astigmatizmada, dikey meridiyenin kırıcılığı yatay meridyene göre daha fazladır. Kurala aykırı astigmatizmada ise yatay meridiyenin kırıcılığı dikey meridyene göre daha fazladır. Her iki formda da basit, bileşik ve karışık olmak üzere üç değişik tip vardır. Görüntü çizgilerinin birisi retinanın üstünde, diğeri önünde ise basit miyop astigmatizma, çizgilerin birisi retinanın üstünde diğeri arkada ise basit hipermetrop astigmatizma denir. Bileşik miyop astigmatizmada çizgilerin ikisi de retina önünde, bileşik hipermetrop astigmatizmada ise

çizgilerin ikisi de retina arkasındadır. Mikst astigmatizmada çizgilerin birisi retina önünde, diğeri arkasındadır. Silindirikleşmiş kornea yüzeyi, silindir eksenine 90° dik yerleştirilecek silindirik merceklerle küreselleştirilir. Böylece görüntü, iki ayrı plandaki çizgi yerine, nokta şeklini alır. Basit astigmatizmada, öndeki veya arkadaki çizgi silindirik merceklerle retinadaki diğeri çizginin üstüne getirilir. Bileşik astigmatizmada her iki çizgi retina önünde veya arkasında olduğundan, ilk önce, ön ve arkadaki çizgiler silindirik merceklerle aynı plana getirilir. Daha sonra noktasallaşmış ancak bulanık olan görüntü miyop veya hipermetrop gibi küresel (kalın veya ince kenarlı) merceklerle, retina üstüne getirilir. Yaş ilerledikçe korneal astigmatizma azalır, lentiküler astigmatizma artar. Buna bağlı olarak gençlerde kurala uygun astigmatizma varken, erişkin yaşta kurala aykırı ve oblik astigmatizma artar (60, 61)



Resim 6. Astigmatizma türleri. A: birleşik miyopik astigmatizma B: Basit miyopik astigmatizma C: Karışık astigmatizma D: Basit hipermetropik astigmatizma E: Birleşik hipermetropik astigmatizma (62)

Düzenli Astigmatizma: Astigmatizmada paralel gelen ışın demeti tek bir noktada değil, birbirine 90° açı yapan iki ayrı çizginin arasında (sturm konoidi formunda) bir odak oluşturur.

Düzensiz Astigmatizma: Pupiller alandaki her noktada, astigmatizmanın temel meridyenlerinin yönü veya astigmatizmanın gücü değişir. Temel meridyenler her noktada birbirinden 90 derece uzaklıkta olsalar da, retinoskopi ya da

keratometri ile korneal meridyenlerin bir bütün olarak birbirlerine dik olmadıkları gözlenir. Tüm gözlerde bir miktar düzensiz astigmatizma bulunur. Bunlar klinik olarak korneal topografi ve wavefront aberometre gibi cihazlarla saptanabilir. Kornea ve lensteki bu düzensiz astigmatizma (yüksek düzeyli aberasyonlar) Zernike polinomları denilen matematiksel şekiller ile karakterize edilmektedir. Kornea ön yüzünde nefelyon, dejeneresans gibi düzensizlikler sonucu düzensiz astigmatizma oluşur. Görüntüde patolojinin ciddiyetiyle orantılı olarak şekil değişikliği vardır. Hastalar görmelerinin azalmasından yakınırırlar. Sert kontakt lensler kornea yüzeyinin düzensizliğini azaltarak, bir ölçüde görüntünün düzelmesini katkıda bulunur (63).

Ameliyat Sonrası Korneal Astigmatizma:Katarakt cerrahisinden sonrasında korneal astigmatizma kesiye bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Yapılan herhangi bir müdahalenin veya cerrahi yöntemin, kornea kurvatürüne nasıl etki ettiğinin ve etkinin büyüklüğünün değerlendirilmesi son derece önemlidir. Kesinin uzunluğu, morfolojisi, genişliği, kullanılan sütün materyali katarakt cerrahisi sonrası indüklenen astigmatizma gelişiminde önemli rol oynar. Astigmatizmayı düzeltmeye yönelik girişimlerin etkinliklerinin değerlendirilmesi, cerrahinin neden olduğu astigmatizmanın analizine dayanmaktadır. Amaç her zaman cerrahi esnasında ve sonrasında astigmatizmayı kontrol altına almak olmuştur (64).

2.6.1 Cerrahi Olarak Uyarılmış Astigmatizma (SIA) Hesaplama Metodları

Günümüzde modern katarakt cerrahisindeki amaç, kaliteli bir uzak görüş için en uygun refraktif sonucu elde etmek ve gözlükle yapılacak düzeltmeye olan ihtiyacın ortadan kalkmasını sağlamaktır. Modern katarakt cerrahisinde ameliyatla indüklenen astigmatizma sıklığı ve derecesi, yeni geliştirilen gereç ve yöntemler sayesinde azalmıştır ve istenilen sonuçları bu yöntemlerle elde etmek mümkündür. Bu yüzden, takılacak GİL' in uygun dioptride seçilmesine ilaveten hastanın astigmatizması yoksa nötralitenin, asferitenin devamını sağlamak, eğer astigmatizması varsa uygun cerrahi yöntem veya teknolojiyi kullanarak bunu azaltmak ve ortadan kaldırmak amaçlanmaktadır. Bu arada astigmatizma artırılmamalıdır ve silindir aksında kayma olmamalıdır.

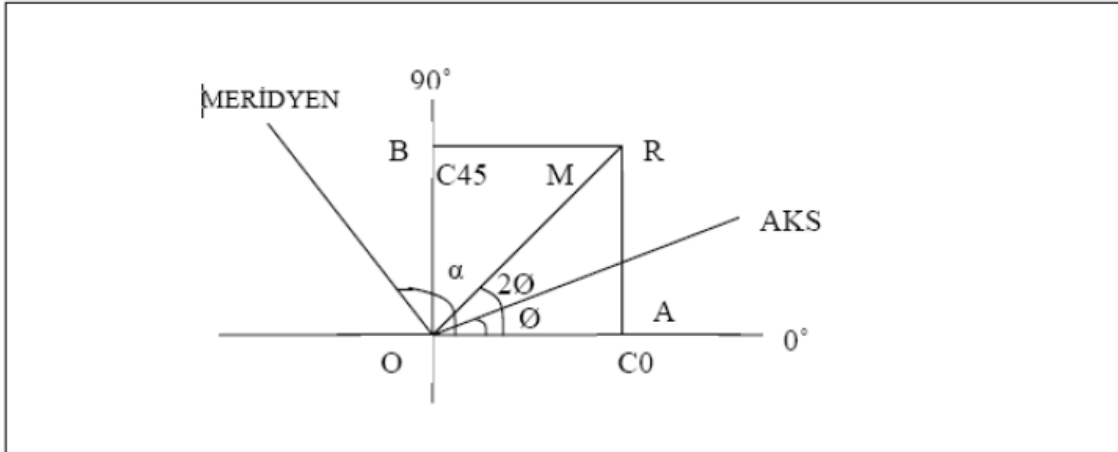
Astigmatizma cerrahisinde en önemli adım preoperatif ölçümler ve astigmatizmanın düzeltilmesi için yapılacak cerrahinin planlanmasıdır. Astigmatik verilerin doğru değerlendirilmesi, katarakt cerrahisi ve refraktif cerrahi sonuçlarının yorumlanabilmesinde ana etkidir. Öncelikle astigmatizmanın büyüklüğü ve nereden kaynaklandığını tesbit edilmelidir. Katarakt cerrahisinde düzeltilmesi gereken silindirik güç, refraksiyonla ölçülen total silindirik güç değil, keratometre ile ölçülen korneal astigmatizmadır. Bu nedenle pek çok araştırmacı tarafından astigmatik verilerin analizi için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Değerlendirme yöntemlerinin en basiti, çıkarma metodudur. Buna göre, düz ve dik keratometrik değerler arası fark astigmatizmanın büyüklüğünü, dik keratometrik değer aksı da astigmatizmanın aksını belirler. Bu şekilde hesaplanan astigmatizmanın preoperatif ve postoperatif değerleri arasındaki fark ile cerrahi olarak uyarılmış astigmatizma belirlenir. Ancak bu şekilde hesaplanan astigmatizma üç boyutlu korneal yapı için yeterince tanımlayıcı değildir. Örneğin 42,00 D ve 43,00 D' lik keratometri değerleri arasındaki fark ile 38,00 D ve 39,00 D' lik keratometri değerleri arasındaki fark eşit olmasına rağmen üç boyutlu uzayda aynı vektörü ifade etmezler. Ayrıca bu şekilde astigmatizmanın yönü ile ilgili bilgiler kaybedilmektedir.

Astigmatizmayı üç boyutlu uzaysal düzlemde hem büyüklük hem de yön olarak doğru bir biçimde ifade edebilmek için çeşitli methodlar araştırılmıştır. Bennett, basit astigmatik dekompozisyon yöntemi ile vektör analizini önerirken (65), Holladay uygulanan formüllerde verteks mesafesi ve korneal refraktif indeks değerlerinin de hesaba katılması gerektiğini, ancak bu düzeltmelerden sonra sağlıklı değerlendirme yapılacağını öngörmektedir (66). Holladay' in analitik yaklaşımında silindir değerinin büyüklük ve aksı x ve y Kartezyen değerlerine çevrilerek hesaplanır. Alpins ise astigmatik sonuçları değerlendirmede vektör analizine ilaveten, cerrahi sonuçları "fark vektörü", "başarı indeksi", "ayarlama katsayısı" gibi indislerle değerlendirir (66). Alpins' e benzer şekilde, Kaye ve Patterson da vektör analizine ek olarak "global düzeltme indeksi" gibi indisleri kullanarak astigmatizmayı hesaplar (67).

Naeser metodunda, astigmatik değer birbirinden 45 derece ayrı bulunan iki polar değere ayrılarak polar analiz yöntemiyle değerlendirilir (68). Harris' in yönteminde ise astigmatizma değişikliğini üç boyutlu olarak açıklamaya çalışan lineer optik ve matrisler kullanılarak daha kompleks bir analiz yapılır (69).

Astigmatizma hesabında bu kadar çok yöntem geliştirilmiş olması basit, kolay uygulanabilen ve astigmatizmayı tam olarak değerlendirecek en iyi yöntemin bulunamamış olmasından kaynaklanmaktadır. Bu yöntemler içinde en basiti kabul edilebilecek vektör analizinde silendir değeri 0 ve 45 derecelik vektöryel komponentlere ayrılır, çünkü farklı doğrultulardaki astigmatik değerler basit bir matematiksel işlemle toplanıp çıkarılamazlar.

Astigmatizma büyüklüğü ve yönü olan bir vektör olarak düşünürsek, iki astigmatik değer toplamı ancak vektöryel olarak mümkündür. Bu yaklaşımda açı değeri iki katına çıkarılır, çünkü uzaysal koordinat sisteminde tam açı 360 derecedir. Buna göre şekil 1'de OR vektörü ile gösterilen silendir değeri hesaplanır.



Şekil 1. Bennet'in astigmatik dekompozisyon metoduna göre, α meridyeninde, M büyüklükte astigmatizma varlığında, silendirik değer gerçek aksı \varnothing' dir ($\varnothing = \alpha + 90$). Tüm açılar iki katına çıkarıldıktan sonra OR vektörü ile gösterilen silendir değeri OA şeklinde apsisine; OB şeklinde ordinatına ayrılır.

M büyüklükte ve \emptyset aksındaki silendir için 2 vektöryel komponent şu şekilde hesaplanır (70).

$$C0 = M * \cos 2\emptyset$$

$$C45 = M * \sin 2\emptyset$$

$$M = OR = \sqrt{(C0^2 + C45^2)}$$

$$\text{Sonuç silendir} = Mr = \pm \sqrt{[(\Sigma C0)^2 + (\Sigma C45)^2]}$$

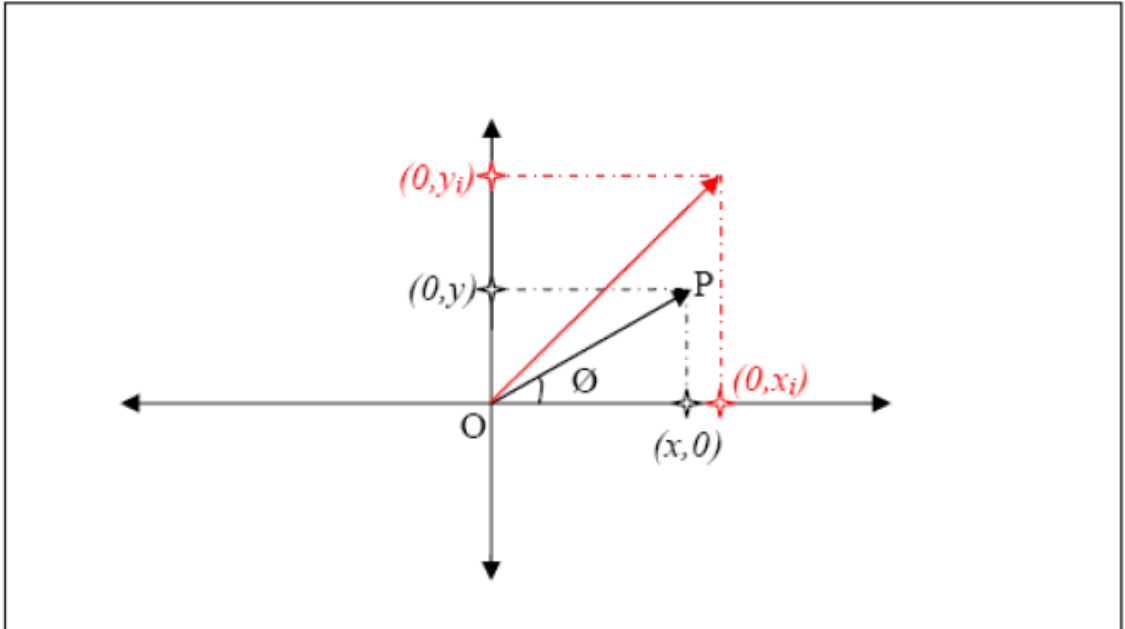
$$\text{Sonuç aks} = \emptyset r = \text{Arctan} [(Mr - \Sigma C0) / \Sigma C45]$$

M = Dioptri cinsinden net astigmatizmanın büyüklüğü

α = Net astigmatizmanın derece cinsinden meridyeni

$\emptyset = (\alpha + 90)$ = Net astigmatizmanın derece cinsinden aksı

Benzer bir metotta polar değerlerin koordinat sistemindeki kartezyen değerlere çevrilerek hesaplanmasdır (66) (Şekil 2).



Şekil 2. Kartezyen koordinat sisteminde her nokta x ve y eksenlerindeki iz düşümlerinin bileşenleri olarak gösterilir. OP vektörü, OX ve OY vektörlerinin toplamına eşittir.

M büyüklükte ve \emptyset aksındaki silendirin kartezyen değeri aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$x = M * \cos 2\emptyset$$

$$y = M * \sin 2\emptyset$$

Bu şekilde kartezyen değerleri alınan birden fazla sayıdaki astigmatik değerlerin ortalama değerini bulmak için de x ve y değerlerinin ortalaması alınır

$$\text{Ortalama } x = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$\text{ortalama } y = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Kartezyen değer astigmatizmanın standart polar değer şekli ile gösterilmek istendiğinde, hesaplama aşağıdaki gibi yapılır.

$$\text{Silendir değeri} = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$\text{Açı değeri} = 1/2 * \text{Arc tan } (y/x)$$

$$\text{Eğer } x \text{ ve } y > 0 \text{ ise Aks} = \text{Açı}$$

$$\text{Eğer } x < 0 \text{ ise Aks} = \text{Açı} + 90^\circ$$

$$\text{Eğer } x > 0 \text{ ve } y < 0 \text{ ise Aks} = \text{Açı} + 180^\circ \text{ şeklinde hesaplanır.}$$

$$\text{KP} = M * \{ \sin^2[(\alpha + 90) - \Omega] - \cos^2[(\alpha + 90) - \Omega] \}$$

Burada Ω ve $(\Omega + 90)$ incelenmekte olan birbirine dik iki meridyeni temsil etmektedir.

Formül Ω ve $(\Omega + 90)$ doğrultusundaki iki düzlemdeki dioptrik farkı, yani polar değeri hesaplar.

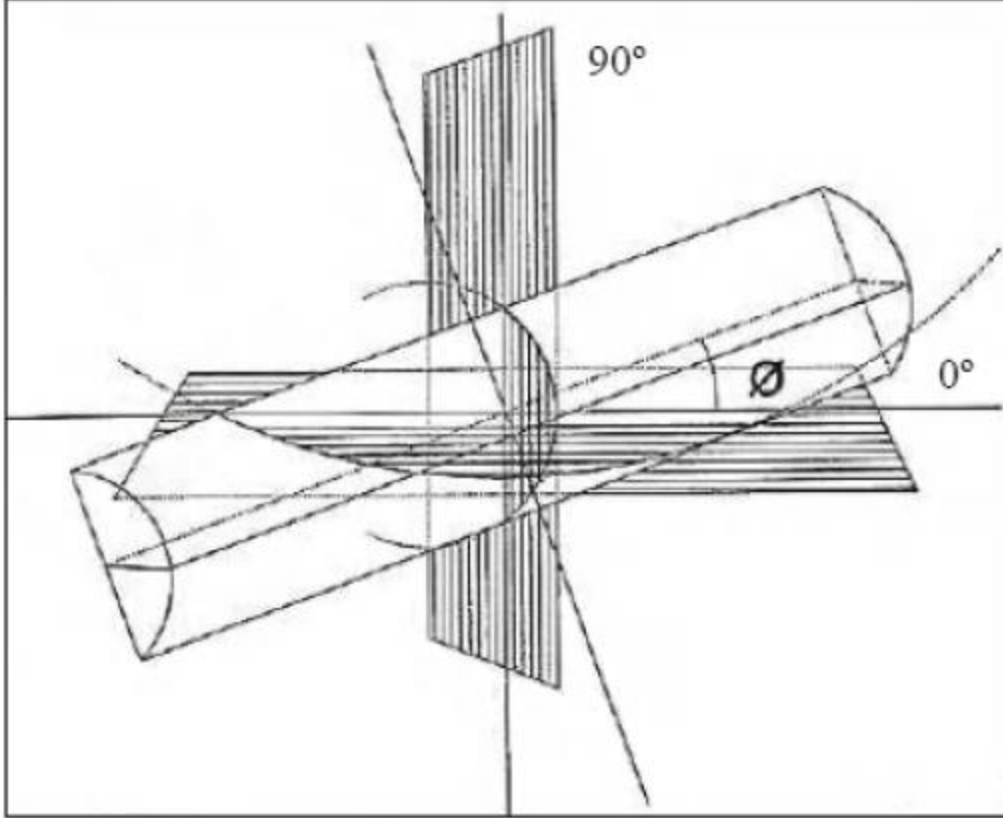
Ω değeri farklı seçildiğinde farklı düzlemler incelenebilir.

Örneğin $\Omega = 90$ olduğunda formül şu şekli alacaktır:

$$\text{KP}(90) = M * (\sin^2\alpha - \cos^2\alpha)$$

Bu formülle kurala uygun (90 derecedeki) ve kurala aykırı (180 derecedeki) komponentler arasındaki denge ölçülür.

Polar değer metodu ile astigmatizmanın büyüklüğü ve yönü tek bir ifadeye dönüşmüş olur (Şekil 3)



Şekil 3. M gücündeki ve α meridyenindeki (ya da \emptyset aksındaki) net silindir değerinin vertikal komponenti $M \cdot \sin 2\alpha$ iken horizontal komponenti $M \cdot \cos 2\alpha$ olarak hesaplanır.

İncelenen düzlem Ω meridyenine göre saatin aksi istikamette 45 derece çevrildiğinde bu oblik meridyenin polar değeri:

$$\begin{aligned} \text{AKP}(+45) &= M * \{ \sin^2[(\alpha+90) - (\Omega+45)] - \cos^2[(\alpha+90) - (\Omega+45)] \} \\ &= M * \{ \sin^2[(\alpha+45) - \Omega] - \cos^2[(\alpha+45) - \Omega] \} \end{aligned}$$

Böylece herhangi bir net silindir değeri 45 derece ark ile ayrılmış 2 polar değer tarafından özel bir şekilde karakterize edilmiş olur.

Preoperatif net silindir (A@a) ve postoperatif net silindir (B@b) ise, polar değerler hesaplanmak istendiğinde formül şu şekli olacaktır:

$$AKP_{preop} = A^* \{ \sin^2[(\alpha + 90) - \alpha] - \cos^2[(\alpha + 90) - \alpha] \} = A$$

$$AKP(+45)_{preop} = A^* \{ \sin^2[(\alpha + 45) - \alpha] - \cos^2[(\alpha + 45) - \alpha] \} = 0$$

$$AKP_{postop} = B^* \{ \sin^2[(b + 90) - \alpha] - \cos^2[(b + 90) - \alpha] \}$$

$$AKP(+45)_{postop} = B^* \{ \sin^2[(b + 45) - \alpha] - \cos^2[(b + 45) - \alpha] \}$$

Buna göre cerrahinin neden olduğu astigmatizma aşağıdaki formülle hesaplanır.

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

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

Negatif bir ΔAKP değeri cerrahi meridyende düzleşmeyi, pozitif bir ΔAKP değeri ise cerrahi meridyende dikleşmeyi gösterirken, pozitif ve negatif $\Delta AKP(+45)$ değerleri sırasıyla saat yönünün aksi istikamete ve saat yönünde torku (astigmatizma doğrultusunda meydana gelen değişiklik) gösterir (68). Bu değer büyüdükçe cerrahiye bağlı olarak daha fazla silendirik rotasyon meydana geldiği anlaşılır. Oblik meridyendeki polar değer sıfıra eşitse rotasyon olmadığı anlamına gelir.

Vektör analizi, astigmatizma büyüklüğü ve yönü ile karakterize astigmatik değişikliği verirken, polar değer metodu, sıklıkla cerrahi meridyen olmak üzere daha önce seçilen bir doğrultudaki düzleşme ya da dikleşmeyi gösterir. Bu iki metod matematiksel olarak birbirleri ile koreledir (70).

3. MATERYAL VE METHOD

Çalışma Grubu

2008-2016 yılları arasında Ufuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Bölümüne başvuran ve katarakt cerrahisi uygulanan hastaların dosyaları retrospektif olarak incelenmiştir. Scheimpflug topografi sistemi (Pentacam HR, Oculus, Wetzlar, Germany) ile iyi kalitede preoperatif ve postoperatif 1. , 3. , 6. ay ölçümleri olan ve dosyasına ulaşılan 56 hastanın 68 gözü çalışmaya dahil edildi.

Daha önce korneal veya intraoküler cerrahi geçiren, korneal veya korneayı etkileyecek göz patolojisi olan, düşük kaliteli korneal topografi ölçümü bulunan, dosyasına ulaşılamayan hastalar çalışma dışı bırakıldı.

Katarakt cerrahisi 3.2mm'lik kesi ile komplikasyonsuz fakoemülsifikasyon cerrahisiyle tek cerrah tarafından yapıldı.

Bütün hastaların dosyalarında preoperatif ve postoperatif 1. , 3. , 6. ay tam göz muayeneleri mevcuttu. Yaş, katarakt cerrahisi geçiren göz lateralitesi, en iyi düzeltilmiş görme keskinliği, makülopati varlığı, aksiyel uzunluk, İOL gücü, korneal kesi yeri kaydedildi.

Çalışmamız Ufuk Üniversitesi Tıp Fakültesi etik kurulunca onaylandı. Helsinki ilkelerine uyuldu.

Cerrahi Yöntem

Topikal anestezi altında 3.2mm üstoblik saydam korneal insizyon (CCİ) ile standart fakoemülsifikasyon (fako) cerrahisi uygulandı. Asferik non-torik intraoküler lens implante edildi. İnsizyon yeri sütürsüz kendiliğinden iyileşmeye bırakıldı.

Korneanın Değerlendirilmesi

Preoperatif ve postoperatif 1. , 3. , 6. ay ön yüzey, arka yüzey ve total kornea parametreleri (dik akstaki korneal kırıcılık gücü, düz akstaki korneal kırıcılık

gücü ve ortalama kırıcılık gücü) ve santral kornea kalınlığı (santral 3.00mm içerisinde) otomatik olarak Scheimpflug sistemi (Pentacam HR) ölçüldü. Bu cihaz 25.000 gerçek elevasyon data noktalarını saptamakta ve gözün ön segment yapılarını 3 boyutlu olarak göstermektedir (71). Bu cihazın korneal krvatür ölçümünü mükemmel şekilde tekrarladığı gösterilmiştir (71). Topografik ölçümler aynı kişi tarafından en az 3 kere alınan ve en iyi kalitedeki görüntü çalışmaya dahil edildi.

Korneal Astigmatizmanın Polar Değer Yöntemi İle Hesaplanması ve Cerrahiye Bağlı İndüklenmiş Astigmatizma

Astigmatizma gücü ve aksı Neaser'in Polar Vektör Analiz sistemi kullanılarak hesaplandı (68, 72). Preoperatif ve postoperatif 1. , 3. , 6. ay ön yüzey, arka yüzey ve total korneal astigmatizma değerleri kendi aralarında karşılaştırılıp, cerrahiye bağlı indüklenmiş total korneal astigmatizma değer hesabı yapıldı. Arka yüzey korneal astigmatizma değerinin total korneal astigmatizma değerine etkisine bakıldı.

Ayrıca astigmatizma aksları ön yüzey ve total korneal astigmatizma değeri için dik korneal meridyen aksına bakılarak kurala uygun ($90^{\circ} \pm 30^{\circ}$) kurala aykırı ($0^{\circ} \pm 30^{\circ}$) ve oblik (30° - 60° ve 120° - 150°)astigmatizma olarak sınıflandırıldı. Korneal arka yüzey astigmatizma değerinin negatif olmasından dolayı dik korneal meridyen aksına bakılarak kurala uygun ($0^{\circ} \pm 30^{\circ}$) kurala aykırı ($90^{\circ} \pm 30^{\circ}$) ve oblik (30° - 60° ve 120° - 150°)astigmatizma olarak sınıflandırıldı (71, 73). Preoperatif ve postoperatif değişimlerine bakıldı.

İstatistiksel Analiz

Verilerin analizi IBM SPSS Statistics 17.0 (IBM Corporation, Armonk, NY, USA) paket programında yapıldı. Sürekli sayısal değişkenlerin dağılımının normale yakın olup olmadığı Kolmogorov Smirnov testiyle araştırıldı. Tanımlayıcı istatistikler sürekli sayısal değişkenler için ortalama \pm standart sapma veya ortanca (25.-75.) yüzdelik şeklinde, kategorik değişkenler ise olgu sayısı ve (%) biçiminde ifade edildi.

İzlem zamanları arasında santral kornea kalınlığı, meridyonel güç, torsiyonel güç ve net astigmatizma ortalamaları yönünden istatistiksel olarak anlamlı fark olup olmadığı Wilks'in Lambda testi kullanılarak tekrarlayan ölçümlerde varyans analizi ile araştırıldı. Wilks'in Lambda test istatistiği sonuçlarının önemli bulunması durumunda farka neden olan izlem zaman(lar)ını tespit etmek amacıyla Bonferroni Düzeltmeli çoklu karşılaştırma testi kullanıldı.

İzlem zamanlarına göre K1, K2 ve Kort düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı değişimin olup olmadığı ise Friedman testiyle incelendi. Friedman test istatistiği sonuçlarının önemli bulunması durumunda ise Wilcoxon İşaret testi kullanılarak farka neden olan izlem zaman(lar)ı tespit edildi.

Düzeltilmiş en iyi görme keskinliği düzeylerinin dağılımı yönünden takip zamanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olup olmadığı Cochran'ın Q testiyle değerlendirildi. Cochran'ın Q test istatistiği sonuçlarının önemli bulunması durumunda ise farka neden olan izlem zaman(lar)ını tespit etmek amacıyla McNemar testi kullanıldı.

Başlangıca göre 6.ayın sonunda cerrahi olarak indüklenmiş astigmatizma yönünden ön kornea ve arka kornea ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olup olmadığı Bağımlı t testiyle incelendi.

Sürekli sayısal değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkinin olup olmadığı Spearman'ın sıra sayıları korelasyon testi kullanılarak araştırıldı. Başlangıca göre 6.ayın sonunda cerrahi olarak indüklenmiş total astigmatizmayı tahmin etmede ön ve arka korneanın istatistiksel olarak anlamlı bir belirleyiciliğinin olup olmadığı tek değişkenli doğrusal regresyon analizi ile

araştırıldı. Her bir değişkene ait regresyon katsayısı ve %95 güven aralıkları hesaplandı.

Aksi belirtilmedikçe $p < 0,05$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Ancak, olası tüm çoklu karşılaştırmalarda Tip I hatayı kontrol edebilmek için Bonferroni Düzeltmesi yapılmıştır.



4. BULGULAR

Tablo 1'de olguların demografik özelliklerine, Tablo 2'de ise gözlere ilişkin klinik özelliklere ilişkin tanımlayıcı istatistikler gösterilmiştir.

Tablo 1. Olguların demografik özellikleri

Değişkenler	n=56
Yaş (yıl)	71,0±10,5
Yaş aralığı	44-91
Cinsiyet	
Erkek	27 (%48,2)
Kadın	29 (%51,8)

Tablo 2. Gözlere ilişkin klinik özellikler

Değişkenler	n=68
Lokalizasyon	
Sağ	40 (%58,8)
Sol	28 (%41,2)
Giriş yeri	
Üst nazal	29 (%42,6)
Üst temporal	39 (%57,4)
Lens diyoptri	
<21.5	37 (%54,4)
>21.5	31 (%45,6)
a. constant	
118	32 (%47,1)
118.4	36 (%52,9)
AL	
20-25	65 (%95,6)
26	3 (%4,4)
Makülopati	24 (%35,3)

İzlem zamanları arasında en iyi düzeltilmiş görme keskinliği yönünden istatistiksel olarak anlamlı fark olup ($p<0,001$), preop'a göre sırasıyla; postop 1., 3. ve 6. aylardaki görme keskinliklerinde anlamlı artış saptanmıştır ($p<0,001$). Postop 1., 3. ve 6. aylardaki görme keskinliklerinin birbirleri arasında ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmemiştir ($p=1,000$) (bkz Tablo 3).

İzlem zamanları arasında ortalama santral kornea kalınlıkları yönünden istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($p=0,008$). Söz konusu farka neden olan durum pre-op'a göre post-op 1.aydaki santral kornea kalınlığının daha yüksek olmasından kaynaklanmaktaydı ($p=0,007$). Diğer izlem zamanlarının birbirleri arasında ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmemiştir ($p>0,05$) (bkz Tablo 3).

Tablo 3. İzlem zamanlarına göre en iyi düzeltilmiş görme keskinliği 0.5'in üzerinde olanların dağılımı ve santral kornea kalınlıkları

	EİDK	SKK
Pre-op	0 (%0,0) ^{a,b,c}	545,0±35,3 ^a
1.ay	58 (%85,3) ^a	553,4±41,5 ^a
3.ay	59 (%86,8) ^b	546,9±39,9
6.ay	58 (%85,3) ^c	547,8±39,1
p-değeri	<0,001†	0,008‡

EİDK: En iyi düzeltilmiş görme keskinliği, veriler; gözlem sayısı ve (%) olarak gösterildi, SKK: Santral kornea kalınlığı, veriler; ortalama ± standart sapma biçiminde gösterildi, † Cochran'ın Q testi, ‡ Tekrarlayan ölçümlerde varyans analizi, Wilks'in Lambda testi, a: Pre-op ile 1.ay arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p<0,01$), b: Pre-op ile 3.ay arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p<0,001$), c: Pre-op ile 6.ay arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p<0,001$).

İzlem zamanları arasında ön korneadaki medyan K1 düzeyleri yönünden istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmedi ($p=0,051$). Arka korneadaki medyan K1 düzeyleri yönünden izlem zamanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olup ($p<0,001$) söz konusu farka neden olan durum preop ve 6.aya göre 1.aydaki medyan K1 düzeyinin daha düşük olmasından kaynaklanmaktaydı ($p<0,001$). Ayrıca, 6.aya göre 3.aydaki medyan K1 düzeyi de istatistiksel anlamlı olarak daha düşüktü ($p<0,001$). Total korneadaki medyan K1 düzeyleri yönünden de izlem zamanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olup ($p<0,001$) söz konusu farka neden olan durum pre-op ve 6.aya göre 1.aydaki medyan K1 düzeyinin daha düşük olmasından kaynaklanmaktaydı ($p<0,001$) (bkz Tablo 4).

İzlem zamanları arasında ön korneadaki medyan K2 düzeyleri yönünden istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmedi ($p=0,078$). Arka korneadaki medyan K2 düzeyleri yönünden izlem zamanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olup ($p<0,001$) söz konusu farka neden olan durum pre-op ve 6.aya göre 1.aydaki medyan K2 düzeyinin daha düşük olmasından kaynaklanmaktaydı ($p<0,001$). Ayrıca, pre-op'a göre post-op 3.aydaki K2 düzeyleri de istatistiksel anlamlı olarak daha düşüktü ($p=0,002$). İzlem zamanları arasında total korneadaki medyan K2 düzeyleri yönünden istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmedi ($p=0,167$) (bkz Tablo 4).

İzlem zamanları arasında ön korneadaki medyan Kort düzeyleri yönünden Bonferroni Düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmedi ($p=0,032$). Arka korneadaki medyan Kort düzeyleri yönünden ise izlem zamanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olup ($p<0,001$) söz konusu farka neden olan durum preop ve 6.aya göre 1.aydaki medyan Kort düzeyinin daha düşük olmasından kaynaklanmaktaydı ($p<0,001$). Ayrıca, preop'a göre postop 3.aydaki Kort düzeyleri de istatistiksel anlamlı olarak daha düşüktü ($p<0,001$). Total korneadaki medyan Kort düzeyleri yönünden de izlem zamanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olup ($p<0,001$) söz konusu farka neden olan durum 6.aya göre 1.aydaki medyan Kort düzeyinin daha düşük olmasından kaynaklanmaktaydı ($p<0,001$) (bkz Tablo 4).

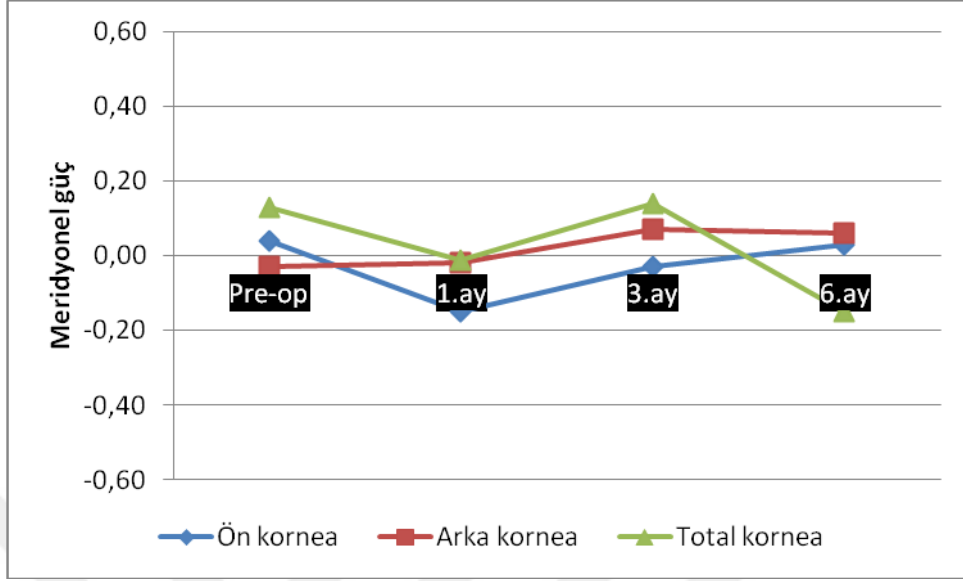
Tablo 4. İzlem zamanlarına göre K1, K2 ve K ortalama ölçümleri

	Pre-op	1.ay	3.ay	6.ay	p-değeri †
K 1					
Ön	43,1 (42,3 - 44,2)	43,1 (42,3 - 44,1)	43,2 (42,4 - 44,1)	43,1 (42,3 - 44,3)	0,051
Arka	-6,1 (-6,2 - 5,9) ^a	-6,2 (-6,3 - 5,9) ^{a,b}	-6,1 (-6,3 - 6,0) ^c	-6,1 (-6,3 - 5,9) ^{b,c}	<0,001
Total	42,7 (41,8 - 43,7) ^a	42,4 (41,5 - 43,5) ^{a,b}	42,7 (41,7 - 43,5)	42,7 (41,8 - 43,7) ^b	<0,001
K 2					
Ön	44,1 (43,1 - 45,5)	44,2 (43,2 - 45,3)	44,1 (43,2 - 45,2)	44,2 (43,2 - 45,4)	0,078
Arka	-6,4 (-6,8 - 6,3) ^{a,d}	-6,5 (-6,8 - 6,3) ^{a,b}	-6,5 (-6,7 - 6,3) ^d	-6,5 (-6,7 - 6,3) ^b	<0,001
Total	43,6 (42,6 - 45,0)	43,7 (42,5 - 45,1)	43,9 (43,0 - 44,9)	43,9 (42,9 - 45,1)	0,167
K ort					
Ön	43,7 (42,8 - 44,8)	43,6 (42,6 - 44,8)	43,8 (43,0 - 44,9)	43,8 (42,9 - 45,0)	0,032
Arka	-6,3 (-6,4 - 6,1) ^{a,d}	-6,4 (-6,6 - 6,1) ^{a,b}	-6,3 (-6,5 - 6,2) ^d	-6,3 (-6,5 - 6,1) ^b	<0,001
Total	43,4 (42,2 - 44,5)	43,1 (42,2 - 44,3) ^b	43,2 (42,3 - 44,4)	43,3 (42,3 - 44,7) ^b	0,009

Veriler; medyan (25.-75.) yüzdellik biçiminde gösterildi, † Friedman testi, Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0,017$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi, a: Pre-op ile 1.ay arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0,001$), b: 1.ay ile 6.ay arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0,001$), c: 3.ay ile 6.ay arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0,001$), d: Pre-op ile 3.ay arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0,003$).

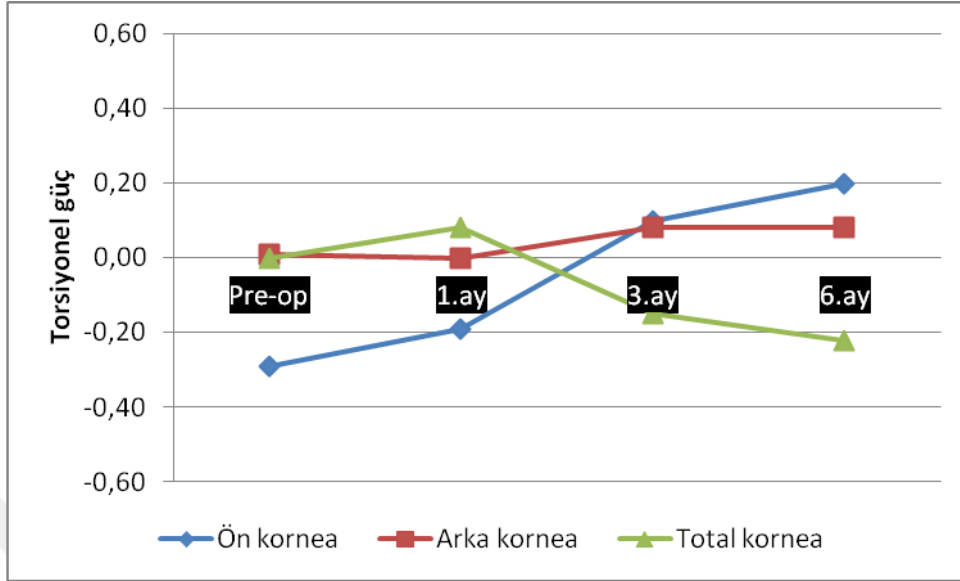
İzlem zamanları arasında ön korneadaki ortalama meridyonel güç düzeyleri yönünden istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmedi ($p=0,584$). İzlem zamanları arasında arka korneadaki ortalama meridyonel güç düzeyleri yönünden istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmedi ($p=0,228$). İzlem zamanları arasında total korneadaki ortalama meridyonel güç düzeyleri yönünden istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmedi ($p=0,222$) (bkz Tablo 5 ve Şekil 1).

Şekil 1. Preop ve postop dönemde ön, arka ve total korneal meridyonel güç



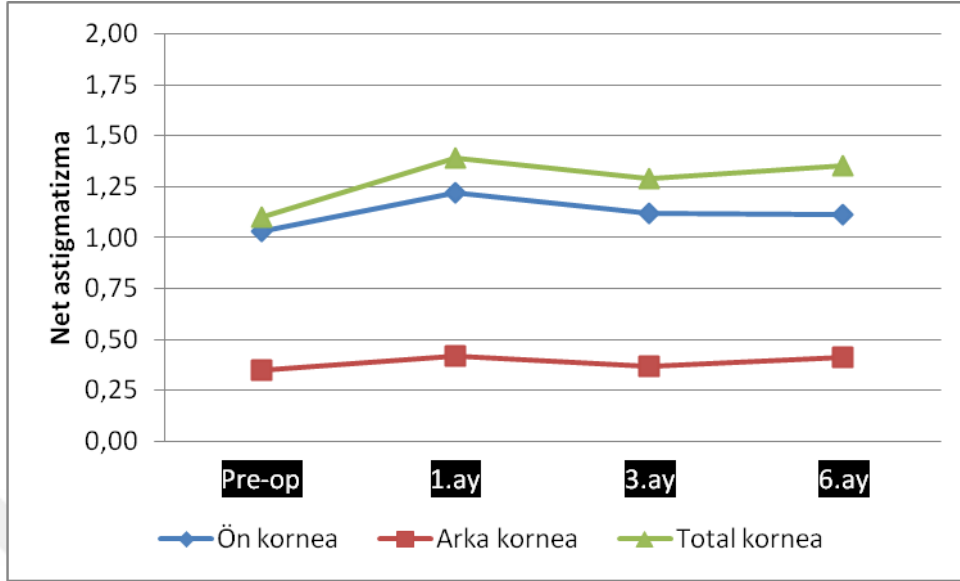
Ön korneadaki ortalama torsiyonel güç düzeyleri yönünden izlem zamanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olup ($p=0,016$) söz konusu farka neden olan durum pre-op'a göre post-op 3. ve 6.aydaki torsiyonel güç ortalamalarının daha yüksek bulunması idi ($p=0,012$ ve $p=0,004$). İzlem zamanları arasında arka korneadaki ortalama torsiyonel güç düzeyleri yönünden istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmedi ($p=0,280$). İzlem zamanları arasında total korneadaki ortalama torsiyonel güç düzeyleri yönünden istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmedi ($p=0,315$) (bkz Tablo 5 ve Şekil 2).

Şekil 2. Preop ve postop dönemde ön, arka ve total korneal torsiyonel güç



İzlem zamanları arasında ön korneadaki net astigmatizma ortalamaları yönünden istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmedi ($p=0,278$). İzlem zamanları arasında arka korneadaki net astigmatizma ortalamaları yönünden istatistiksel olarak anlamlı fark olup ($p=0,002$) söz konusu farka neden olan durum pre-op'a göre post-op 1. ve 6.aydaki net astigmatizma ortalamalarının daha yüksek bulunması idi ($p=0,012$ ve $p=0,013$). Ayrıca, post-op 3.aya göre post-op 6.aydaki ortalama net astigmatizma da istatistiksel anlamlı olarak daha yüksekti ($p=0,008$). İzlem zamanları arasında total korneadaki ortalama net astigmatizma düzeyleri yönünden Bonferroni Düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmedi ($p=0,032$) (bkz Tablo 5 ve Şekil 3).

Şekil 3. Preop ve postop dönemde ön, arka ve total korneal net astigmatizm



Tablo 5. İzlem zamanlarına göre meridyonel güç, torsiyonel güç, net astigmatizma ve net astigmatizma aksı

	Pre-op	1.ay	3.ay	6.ay	p- değeri †
Meridyonel güç					
Ön	0,04±0,92	-0,15±0,97	-0,03±1,03	0,03±0,95	0,584
Arka	-0,03±0,30	-0,02±0,32	0,07±0,28	0,06±0,30	0,228
Total	0,13±1,00	-0,01±1,32	0,14±1,08	-0,15±1,27	0,222
Torsiyonel güç					
Ön	-				0,016
Arka	0,29±0,88 ^{a,b}	-0,19±1,18	0,10±0,91 ^a	0,20±0,96 ^b	0,280
Total	0,00±0,93	0,08±1,04	-0,15±1,06	-0,22±1,13	0,315
Net astigmatizma					
Ön	1,03±0,79 [85,6°]	1,22±0,94 [112,4°]	1,12±0,79 [118,7°]	1,11±0,79 [114,5°]	0,278
Arka	0,35±0,20 ^{b,c} [109,4°]	0,42±0,24 ^c [103,1°]	0,37±0,18 ^d [102,3°]	0,41±0,18 ^{b,d} [113,0°]	0,002
Total	1,10±0,80 [81,1°]	1,39±0,94 [103,1°]	1,29±0,82 [111,1°]	1,35±1,06 [103,6°]	0,032

Veriler; ortalama ± standart sapma biçiminde gösterildi, † Tekrarlayan ölçümlerde varyans analizi, Wilks'in Lambda testi, Bonferroni Düzeltmesine göre p<0,017 için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi, a: Pre-op ile 3.ay arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı

(p=0,012), b: Pre-op ile 6.ay arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı (p<0,017), c: Pre-op ile 1.ay arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı (p=0,012), d: 3.ay ile 6.ay arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı (p=0,008).

Preopa göre sırasıyla; 1.ay, 3.ay ve 6.ay sonunda ön korneada meridyonel güçte meydana gelen değişim ile arka korneada meridyonel güçte meydana gelen değişim arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (p=0,223; p=0,328 ve p=0,553). Preopa göre sırasıyla; 1.ay, 3.ay ve 6.ay sonunda ön korneada torsiyonel güçte meydana gelen değişim ile arka korneada torsiyonel güçte meydana gelen değişim arasında Bonferroni Düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (p=0,596; p=0,034 ve p=0,011). Preopa göre sırasıyla; 1.ay, 3.ay ve 6.ay sonunda ön korneada net astigmatizmada meydana gelen değişim ile arka korneada net astigmatizmada meydana gelen değişim arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (p=0,220; p=0,323 ve p=0,738) (bkz Tablo 6).

Tablo 6. Ön ve arka korneada preopa göre 1.ay, 3.ay ve 6.ayda meridyonel güç, torsiyonel güç ve net astigmatizma düzeylerinde meydana gelen değişimler

	Ön	Arka	p-değeri †
Post-op 1.ay - pre-op			
Meridyonel güç	-0,19±1,26	0,01±0,45	0,223
Torsiyonel güç	0,10±1,58	-0,004±0,52	0,596
Net astigmatizma	0,19±0,79	0,06±0,21	0,220
Post-op 3.ay - pre-op			
Meridyonel güç	-0,07±1,35	0,09±0,43	0,328
Torsiyonel güç	0,39±1,23	0,07±0,43	0,034
Net astigmatizma	0,09±0,57	0,02±0,19	0,323
Post-op 6.ay - pre-op			
Meridyonel güç	-0,01±1,28	0,09±0,47	0,553
Torsiyonel güç	0,49±1,34	0,07±0,46	0,011
Net astigmatizma	0,08±0,58	0,06±0,18	0,738

Veriler; ortalama ± standart sapma biçiminde gösterildi, † Bağımlı t testi, Bonferroni Düzeltmesine göre p<0,0083 için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Preopa göre 1.ay, 3.ay ve 6.ayda ön korneada meridyonel güçte meydana gelen değişim ile total korneada meridyonel güçte meydana gelen değişim arasında Bonferroni Düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı korelasyon saptanmadı ($p>0,0083$). Preopa göre 1.ay, 3.ay ve 6.ayda ön korneada torsiyonel güçte meydana gelen değişim ile total korneada torsiyonel güçte meydana gelen değişim arasında Bonferroni Düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı korelasyon saptanmadı ($p>0,0083$). Preopa göre 1.ayda, 3.ayda ve 6.ayda ön korneadaki net astigmatizma miktarı arttıkça total korneada da net astigmatizma düzeyi istatistiksel anlamlı olarak artmaktaydı ($r=0,849$; $r=0,779$ ve $r=0,781$). Preopa göre 1.ay, 3.ay ve 6.ayda arka korneada meridyonel güçte meydana gelen değişim ile total korneada meridyonel güçte meydana gelen değişim arasında Bonferroni Düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı korelasyon saptanmadı ($p>0,0083$). Preopa göre 1.ay, 3.ay ve 6.ayda arka korneada torsiyonel güçte meydana gelen değişim ile total korneada torsiyonel güçte meydana gelen değişim arasında Bonferroni Düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı korelasyon saptanmadı ($p>0,0083$). Preopa göre 1.ay, 3.ay ve 6.ayda arka korneada net astigmatizmada meydana gelen değişim ile total korneada net astigmatizmada meydana gelen değişim arasında Bonferroni Düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı korelasyon saptanmadı ($p>0,0083$) (bkz Tablo 7).

Tablo 7. Ön ve arka korneada preopa göre 1.ay, 3.ay ve 6.ayda meridyonel güç, torsiyonel güç ve net astigmatizma düzeylerinde meydana gelen değişim miktarları ile total korneada meydana gelen değişim miktarları arasındaki korelasyon katsayıları ve önemlilik düzeyleri

	Ön - Total		Arka - Total	
	Korelasyon katsayısı	p-değeri †	Korelasyon katsayısı	p-değeri †
Post-op 1.ay - pre-op				
Meridyonel güç	0,005	0,970	0,082	0,506
Torsiyonel güç	-0,034	0,782	0,103	0,404
Net astigmatizma	0,849	<0,001	0,048	0,700
Post-op 3.ay - pre-op				
Meridyonel güç	-0,007	0,958	-0,085	0,492
Torsiyonel güç	0,047	0,701	0,074	0,549
Net astigmatizma	0,779	<0,001	0,174	0,155
Post-op 6.ay - pre-op				
Meridyonel güç	-0,117	0,343	-0,136	0,270
Torsiyonel güç	0,167	0,173	0,034	0,783
Net astigmatizma	0,781	<0,001	0,130	0,290

† Spearman'ın sıra sayıları korelasyon testi, Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0,0083$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Preopa göre 1.ayın sonunda total korneada meridyonel güçteki değişimi tahmin etmede sırasıyla; ön kornea ve arka kornea ölçümlerinin istatistiksel olarak anlamlı bir belirleyiciliğinin olmadığı görüldü ($p=0,783$ ve $p=0,765$) (bkz Tablo 8).

Preopa göre 1.ayın sonunda total korneada torsiyonel güçteki değişimi tahmin etmede sırasıyla; ön kornea ve arka kornea ölçümlerinin istatistiksel olarak anlamlı bir belirleyiciliğinin olmadığı görüldü ($p=0,098$ ve $p=0,173$) (bkz Tablo 8).

Preopa göre 1.ayın sonunda total korneadaki net astigmatizmadaki değişimi tahmin etmede ön korneadaki net astigmatizma değişiminin istatistiksel olarak anlamlı bir belirleyiciliğinin olduğu görülmüştür (B=0,944; %95 Güven Aralığı: 0,832-1,056 ve $p<0,001$), buna karşın arka korneadaki net astigmatizma değişiminin total korneada net astigmatizmadaki değişimi tahmin etmede istatistiksel olarak herhangi bir anlamlı belirleyiciliğinin olmadığı görüldü ($p=0,193$) (bkz Tablo 8).

Preopa göre 3.ayın sonunda total korneada meridyonel güçteki değişimi tahmin etmede sırasıyla; ön kornea ve arka kornea ölçümlerinin istatistiksel olarak anlamlı bir belirleyiciliğinin olmadığı görüldü ($p=0,321$ ve $p=0,467$) (bkz Tablo 8).

Preopa göre 3.ayın sonunda total korneada torsiyonel güçteki değişimi tahmin etmede sırasıyla; ön kornea ve arka kornea ölçümlerinin istatistiksel olarak anlamlı bir belirleyiciliğinin olmadığı görüldü ($p=0,993$ ve $p=0,320$) (bkz Tablo 8).

Preopa göre 3.ayın sonunda total korneadaki net astigmatizmadaki değişimi tahmin etmede ön korneadaki net astigmatizma değişiminin istatistiksel olarak anlamlı bir belirleyiciliğinin olduğu görülmüştür (B=0,937; %95 Güven Aralığı: 0,775-1,099 ve $p<0,001$), buna karşın arka korneadaki net astigmatizma değişiminin total korneada net astigmatizmadaki değişimi tahmin etmede istatistiksel olarak herhangi bir anlamlı belirleyiciliğinin olmadığı görüldü ($p=0,235$) (bkz Tablo 8).

Preopa göre 6.ayın sonunda total korneada meridyonel güçteki değişimi tahmin etmede sırasıyla; ön kornea ve arka kornea ölçümlerinin istatistiksel

olarak anlamlı bir belirleyiciliğinin olmadığı görüldü ($p=0,072$ ve $p=0,696$) (bkz Tablo 8).

Preopa göre 6.ayın sonunda total korneada torsiyonel güçteki değişimi tahmin etmede sırasıyla; ön kornea ve arka kornea ölçümlerinin Bonferroni Düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı bir belirleyiciliğinin olmadığı görüldü ($p=0,013$ ve $p=0,891$) (bkz Tablo 8).

Preopa göre 6.ayın sonunda total korneadaki net astigmatizmadaki değişimi tahmin etmede ön korneadaki net astigmatizma değişiminin istatistiksel olarak anlamlı bir belirleyiciliğinin olduğu görülmüştür ($B=0,810$; %95 Güven Aralığı: $0,436-1,185$ ve $p<0,001$), buna karşın arka korneadaki net astigmatizma değişiminin total korneada net astigmatizmadaki değişimi tahmin etmede istatistiksel olarak herhangi bir anlamlı belirleyiciliğinin olmadığı görüldü ($p=0,303$) (bkz Tablo 8).

Tablo 8. Preopa göre 1.ay, 3.ay ve 6.ayda total korneada - meridyonel güç, torsiyonel güç ve net astigmatima ölçümlerinde - meydana gelen değişimi tahmin etmede ön ve arka korneada meydana gelen değişimlerin etkilerinin tek değişkenli doğrusal regresyon analiziyle incelenmesi

	Post-op 1.ay - pre-op			Post-op 3.ay - pre-op			Post-op 6.ay - pre-op		
	B	%95 GA	p- değeri †	B	%95 GA	p- değeri †	B	%95 GA	p- değeri †
Meridyonel									
ÖKG	-	-	0,783	-	-	0,321	-	-	0,072
	0,04	0,39		0,15	0,45		0,25	0,53	
	8	5		2	6		6	6	
		0,29			0,15			0,02	
		9			2			4	
AKG	0,14	-	0,765	0,35	-	0,467	-	-	0,696
	5	0,82		3	0,61		0,15	0,92	
		0			0		2	4	
		1,11			1,31			0,62	
		0			6			0	
Torsiyonel									
ÖKG	0,17	-	0,098	-	-	0,993	0,29	0,06	0,013
	6	0,03		0,00	0,24		2	3	
		3		1	9			0,52	
		0,38			0,24			1	
		4			7				
AKG	0,43	-	0,173	0,35	-	0,320	-	-	0,891
	6	0,19		4	0,35		0,04	0,75	
		6			2		8	0	
		1,06			1,06			0,65	
		7			1			3	
Net astigmatizm									
ÖKA	0,94	0,83	<0,00	0,93	0,77	<0,00	0,81	0,43	<0,00
	4	2	1	7	5	1	0	6	1
		1,05			1,09			1,18	
		6			9			5	
AKA	0,63	-	0,193	0,51	-	0,235	0,68	-	0,303
	9	0,33		8	0,34		7	0,63	
		0			4			4	
		1,60			1,38			2,00	
		8			0			7	

B: Regresyon katsayısı, GA: Güven aralığı, † Bonferroni Düzeltmesine göre p<0,0083 için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Ön korneadaki astigmatizma türlerinin dağılımları yönünden izlem zamanlarının birbirleri arasında Bonferroni Düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmedi ($p>0,003$). Arka korneadaki astigmatizma türlerinin dağılımları yönünden izlem zamanlarının birbirleri arasında Bonferroni Düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmedi ($p>0,003$). Total korneadaki astigmatizma türlerinin dağılımları yönünden izlem zamanlarının birbirleri arasında Bonferroni Düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmedi ($p>0,003$) (bkz Tablo 9).

Tablo 9. İzlem zamanlarına göre ön kornea, arka kornea ve total korneadaki astigmatizma tipleri yönünden gözlerin dağılımı

	Pre-op	1.ay	3.ay	6.ay
Ön				
<i>Kurala uygun</i>	20 (%29,4)	15 (%22,1)	21 (%30,9)	24 (%35,3)
<i>Kurala aykırı</i>	35 (%51,5)	29 (%42,6)	33 (%48,5)	29 (%42,6)
<i>Oblik</i>	13 (%19,1)	24 (%35,3)	14 (%20,6)	15 (%22,1)
Arka				
<i>Kurala uygun</i>	57 (%83,8)	49 (%72,1)	54 (%79,4)	50 (%73,5)
<i>Kurala aykırı</i>	2 (%2,9)	1 (%1,5)	0 (%0,0)	3 (%4,4)
<i>Oblik</i>	9 (%13,2)	18 (%26,4)	14 (%20,6)	15 (%22,1)
Total				
<i>Kurala uygun</i>	24 (%35,3)	25 (%36,8)	27 (%39,7)	30 (%44,1)
<i>Kurala aykırı</i>	30 (%44,1)	17 (%25,0)	19 (%27,9)	19 (%27,9)
<i>Oblik</i>	14 (%20,6)	26 (%38,2)	22 (%32,4)	19 (%27,9)

Preop ve postop 6. ayda cerrahi olarak indüklenmiş (SİA) değerleri Tablo 10' da gösterilmiştir.

Tablo 10. Cerrahi olarak indüklenmiş astigmatizma

	Pre-op	6.ay	SİA
Meridyonel güç	0,13±1,00	-0,15±1,27	-0,28±1,49
Torsiyonel güç	0,00±0,93	-0,22±1,13	-0,22±1,31

5. TARTIŞMA

Santral kornea kalınlığı katarakt cerrahisi sonrası korneal rijiditeyi değerlendirmede major faktördür ve in vivo olarak kolayca ölçülebilen bir parametredir. Salvi ve arkadaşlarının komplikasyonsuz katarakt cerrahisi sonrası SKK'yı değerlendirdikleri bir çalışmada 1.saat ve 1. günde SKK'da preop döneme göre bir artış olduğunu ve bu artışın postop 1. haftaya kadar azalarak devam ettiğini göstermişlerdir (74). Katarakt cerrahisi sonrası optik parametrelerin bakıldığı başka bir çalışmada SKK'nın postop 1. günde ortalama 37µm artmış olduğunu, ortalama 27 hafta içerisinde SKK'nın preop değerine döndüğü gösterilmiştir (75). Hager ve ark.'nın katarakt cerrahisi sonrasında korneal histeresisini değerlendirdikleri çalışmalarında preop SKK $556.82 \pm 32.5 \mu\text{m}$, postop 1. gün SKK $580.26 \pm 32.5 \mu\text{m}$ bulunmuştur ve bir süre sonra normale dönen bu artış korneal ödeme bağlanmıştır (76). Horoz ve ark.'nın fako zamanının kornea kalınlığına etkisine baktıkları çalışmada SKK'da postop erken dönemde artış olduğu ve 3 ay içerisinde SKK'nın preop değerine döndüğünü bildirmişlerdir (77). Ventura ve ark.'nın fakoemülsifikasyon sonrası korneal kalınlığı araştırdıkları çalışmada, SKK preop ortalama 537 µm tespit edilmiş ve postop 1 gün sonra ortalama 621 µm'ye yükselmiştir. 3. ay ya da 1. yıl takipte SKK'nın ameliyat öncesi değerlere geri döndüğü izlenmiştir (78). Özyol ve arkadaşlarının mikro koaksiyel katarakt ameliyatı sonrası SKK'yı değerlendirdikleri çalışmalarında 1. haftada kalınlık artışının en fazla olduğunu ve 4-8 hafta arasında SKK değerlerinin preop değerlerine geri döndüğünü saptamışlardır. Özellikle ince korneal kalınlığa sahip hastalarda (SKK:450-500µm) SKK artışının daha fazla olduğu ve stabilizasyonun daha geç olduğunu göstermişlerdir (79). Bizim çalışmamızda da preoperatif ve postoperatif 1., 3. ve 6. ayda SKK'daki değişime bakılmıştır ve postop 1. ayda SKK'da preop döneme göre anlamlı bir artış olduğu postop 3. ve 6. ayda değerlerin preop değere benzer olduğu bulunmuştur. Her ne kadar postop erken dönemde SKK değerlendirilmesiyse de sonucumuzun diğer çalışmalarla benzer olduğunu düşünmekteyiz. Ameliyat sonrası erken dönemde göz içi basıncı ölçümünde SKK'daki bu artış dikkate alınmalıdır.

Keirkhah ve ark'nın pterijum cerrahisi sonrasında preop ve postop 1. 3. ve 6. ayda topografi ile ön ve arka korneal keratometri değerlerini inceledikleri çalışmalarında ön korneal Km düzeyinin preoperatif $42.73 \pm 2.21D$ 'den postop 1. ayda $44.45 \pm 2.05D$ 'ye arttığı ve postop 3. ayda $44.32 \pm 2.07D$ 6.ayda $44.19 \pm 2.10D$ 'ye düştüğü gözlenmiş ve bu değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Arka korneal Km düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı değişim gözlenmemiştir. Ön yüzeydeki bu değişim pterijum boyutuna ve morfolojisine bağlanmıştır (80). Katarakt cerrahisi sonrasında erken dönemdeki korneal değişiklikleri incelendiği başka bir çalışmada postop dönemde ön korneal keratometri değerlerindeki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamış ve küçük yara yerinden kaynaklandığı düşünülmüştür (81). Tekin ve ark.'larının 27G mikroinsizyon vitrektomi cerrahisi öncesi ve postop 1. hafta, 1. ay ve 3. ay topografiyle değerlendirdikleri kornea ön yüzey K1,K2 ve Kort değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı değişiklik saptamamışlar ve mikroinvaziv cerrahinin minimal korneal yüzey değişikliği yaptığını ve hızlı görsel rehabilitasyon sağladığını göstermişlerdir (82). Bizim çalışmamızda kornea ön yüzey keratometri değerlerinde preop ve postop anlamlı değişiklik izlenmemiştir. Buna rağmen kornea arka yüzeyinde postop 1. ayda K1,K2,Kort değerlerinde preopa göre artış gözlendi. Bu değişiklik postop 3. ve 6. ayda preop değerine döndü. Total korneal güç açısından K1 ve Kort değerinde postop 1. ayda preopa göre azalma gözlendi.(K1 değeri istatistiksel olarak anlamlı idi.) Ön korneal krvatürde değişiklik olmayıp arka korneal yüzdeki krvatür değişikliğinin sebebi endotel kaynaklı olabilir, SKK'daki 1. aydaki artışın nedeninin endotel fonksiyon bozukluğuna bağlı gelişen subklinik ödem olduğu düşünülmüştür. Mikroinsizyonel vitrektomi cerrahisinde olduğu gibi katarakt cerrahisinde de küçük insizyonlar postop dönemde ön korneal yüzde minimal krvatür değişikliği yapmakta ve erken görsel rehabilitasyon sağlamaktadır (81, 82). Bizim çalışmamızda da bu çalışmalar ile benzer sonuçlar bulundu.

Korneal astigmatizma korneanın en sık görülen optik aberrasyonudur. Sıklıkla postoperatif 1D'den fazla düzeltilmemiş astigmatizma düşük düzeltilmemiş görme keskinliği ile ilişkilidir (83). Günümüzde FAKO yöntemi, kapsüloreksis ve kapsül içi implantasyonun kullanılmasıyla iol tilti 1.3° ile 2.3° arasında

raporlanmıştır ve bu minimal astigmatizma hatası indüklemektedir (84, 85). Ayrıca korneal insizyonun astigmatizmayı azaltmak için vertikal meridyendeki dik akstan yapılması minimal korneal astigmatizma ile sonuçlanmaktadır (86, 87). Keratometrik astigmatizma en sık kullanılan methoddur ve sadece ön kornea krvatür ölçümüne dayanır. Bu yüzden keratometrik astigmatizma gücü total korneal gücü göstermez (88, 89). Hem ön hem de arka korneal yüzey total astigmatizmayla ilişkilidir. Arka korneal yüzeyin ihmal edilmesi cerrahide gerçek korneal gücün heaplanmasında anlamlı bir deviasyona neden olur (4,90-92). Zhang ve ark. torik İOL hesaplanmasında total astigmatizma ölçümünün postoperatif keratometri ilişkili astigmatizmayı anlamlı ölçüde azalttığını göstermişlerdir (93).

Astigmatik datayı analiz etmek zordur (94). Net astigmatizm ($M@α$) M diyoptri cinsinden astigmatizma magnitudü ve $α$ derece cinsinden astigmatizma aksı olarak ifade edilir. Net astigmatizm vektör değildir ve bu yüzden hesaplamalarda kullanılamaz. Hesaplamalarda net astigmatizm diyoptrik vektörlere çevrilir (95). Astigmatizma aksı aynı değerine $180°$ eklendiğinde ulaşır. Normal geometri ve trigonometride bu değer $360°$ 'dir bu yüzden vektör analizi yapılırken $0°$ ve $180°$ eşitliği için astigmatizma aksı iki katına çıkartılır (94). Polar değer sistemi 2 adet double-angled komponent içeren astigmatizmayı daha gerçekçi değerlendiren vektör analiz sistemidir (95, 69). Meridyonel güç astigmatizmadaki fazla veya az düzeltmeyi (düzleşme veya dikleşme), torsiyonel güç silindir meridyenindeki rotasyonu (saat yönü veya saat yönünün tersine) gösterir. Hem meridyonel hem de torsiyonel güç diyoptri ünitesine sahiptir ve diyoptrik vektör alanında vektör koordinatları olarak ifade edilirler. Bu değerler refraktif prosedür özelliklerini tamamiyle gösterir ve analizler için bu iki değer ortalama, standart sapma, güven aralığı şeklinde karakterize edilebilir (95, 96). Biz de çalışmamızda ön, arka ve total korneal astigmatizma için meridyonel ve torsiyonel güçlerin ortalamasını aldık ve preop, postop 1. 3. ve 6. aydaki değerleri birbiriyle kıyasladık. Meridyonel güçte anlamlı bir değişiklik saptamadık. Torsiyonel güç için ön kornea yüzeyinde preop döneme göre postop 3. ve 6. aydaki ortalama değer daha yüksek bulundu. Bu da ön yüzeyde astigmat aksındaki tork etkisini göstermektedir. Net astigmatizma yönünden preop ve postop dönemde ön

yüzey ve total astigmatizma yönünden anlamlı değişik izlenmese de arka yüzeyde postop 1. ve 6. ayda istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardı.

Arka yüzeyin refraktif gücü korneal stroma ve aköz hümör arasındaki küçük refraktif indeksten dolayı ön yüzeyden daha küçüktür. Bu yüzden arka yüzey genellikle ihmal edilir (97). Ön segment OCT ile torik olmayan İOL implantasyonu sonrasında arka korneal yüzeyin astigmatizmaya olan etkisine bakılan bir çalışmada preop İOL hesabında arka korneal yüzeyle birlikte total korneal astigmatizma hesabı yapılan gözlerde postop astigmatizma gücünün 0 D'ye yakın olduğu gösterilmiştir (98). Yapılan başka bir çalışmada arka korneal astigmatizmanın (>0.50D) total korneal astigmatizmayı anlamlı olarak etkilediği ve gücü ve oryantasyonu ön korneal astigmatizmaya göre ilerleyen yaşla birlikte daha stabil olduğu gösterilmiştir (99).

Kamiya ve ark.'nın keratokonuslu hastalarda ön, arka ve total astigmatizmayı değerlendirdikleri çalışmasında ortalama ön ve arka korneal astigmatizma gücünü 4D ve 1D , ön yüzeyin %65'ini KU, arka yüzeyin %85'ini KA astigmatizma olarak bulmuşlardır. Normal gözlerde küçük değerinden dolayı ihmal edilen arka yüzey keratokonuslu hastalarda yaklaşık 1 D'lik fark yarattığından dolayı İOL hesabı yapılırken önemli olduğu belirtilmiştir (91).

Bizim çalışmamızda polar vektör değerleri ile yapılan analizlerde ön ve arka yüzeyde meydana gelen değişimler ile total korneal yüzeyde meydana gelen değişimler arasında anlamlı bir korelasyon saptanmamıştır. Net astigmatizma yönünden bakıldığında preop döneme göre postop 1.,3.,6. ayda ön korneadaki astigmatik değişim arttıkça total korneadaki astigmatik değişiminde istatistiksel olarak arttığı fakat arka korneadaki astigmatizma değişiminin total korneal astigmatizma değişimini anlamlı olarak etkilemediği görüldü. Dunne ve ark.'ları ön ve arka torisite oranının vertikal yönde horizontal yönden anlamlı olarak daha düşük olduğunu bulmuşlardır. Bu arka korneal yüzeyin bazı meridyenlerde ön korneal yüzeyden daha fazla torisiteyi uyardığını göstermektedir. Bu yüzden arka korneal astigmatizma bazı meridyenlerde daha fazla yüksek olabilir (99, 100). Goggin ve ark'ları cerrahi yapılmadan gözlenen ölçüm değişikliklerinin keratometrik ölçümlerdeki değişikliklerden kaynaklanabileceğini ve bunun arka

korneal cerrahi olarak indüklenmiş astigmatizmadaki gibi düşük değerde indüklenmiş astigmatizma değişimi (0.50D) olan çalışmalarda göz önünde bulundurulması gerektiğine dikkat çekmiştir (101).

Arka korneal yüzey genellikle KA paternindedir (97). Bu yüzden KU astigmatizmalı gözlerde keratometrik astigmatizma total astigmatizmadan daha fazla, KA astigmatizmalı gözlerde daha düşük ölçülür (74, 97, 102, 103). Ön ve total astigmatizma için KU astigmatizma yaşla KA astigmatizma arka yüzey astigmatizma için KA astigmatizma yaşla KU astigmatizma haline gelmektedir ve arka korneal astigmatizmanın yaşla birlikte ön korneal astigmatizmayı kompanse edici etkisi azalmaktadır (71, 103).

Miyake ve ark.'nın ön korneal astigmatizmaya göre arka korneal astigmatizmayı değerlendirdikleri çalışmalarında ortalama ön ve arka korneal astigmatizmayı 1.14 ± 0.76 D, 0.37 ± 0.19 D olarak ve bu magnitüdüler arasında anlamlı korelasyon bulmuşlardır. Ön astigmatizmanın %68 KU, arka astigmatizmanın %42.9 KA astigmatizma olarak bulunmuştur (71). Bizim çalışmamızda preop ve postop dönemde ön ve arka korneada meydana gelen astigmatizma değerleri arasında anlamlı korelasyon izlenmedi. Preop dönemde olgularımızın %51.5 ön yüzeyde KA, %83.8 arka yüzeyde KU, %44.1'i KA total korneal astigmatizmaya sahipti. Karunaratne (104) , Ahmed (105) ve ark.'ları %51 gözde preop KU astigmatizmanın postop KA'ya değiştiğini ve %34.1 gözün preop KA'dan postop KU'ya değiştiğini göstermişlerdir. Bizim çalışmamızda ön, arka yüzey ve total korneal astigmatizmada anlamlı aks değişimi izlenmedi.

Refraktif lens değişimi cerrahisinde arka korneal astigmatizmanın değerlendirildiği bir çalışmada ön korneal yüzey Kort 48.18 ± 1.69 D ve astigmatik güç 0.83 ± 0.54 D, arka korneal yüzey -6.05 ± 2.52 D ve astigmatik güç -0.26 ± 0.15 D, total korneal güç 42.47 ± 2.89 D ve astigmatik güç 0.72 ± 0.48 D olarak bulunmuş. Ön korneal Kort total korneal Kort'a göre 0.65 ± 0.17 D daha yüksek bulunmuş. Net astigmatizm ve aksları ön yüzeyde 0.41 D@ 79.7° , arka yüzeyde -0.23 D@ 93.2° , total astigmatizma 0.23 D@ 68.0° olarak bulunmuştur. Bu ön yüzey KU, arka yüzey KA astigmatizması olan hastalardaki total astigmatizmanın düşük hesaplandığını göstermektedir. Ön yüzeydeki

indüklenen KP(0) -0.18 ± 0.43 , KP(45) $+0.01 \pm 0.26$, arka yüzeyde KP(0) -0.05 ± 0.17 , KP(45) $+0.00 \pm 0.09$, total kornea yüzeyi KP(0) -0.14 ± 0.48 , KP(45) $+0.02 \pm 0.28$ olarak bulunmuştur. İndüklenen astigmatizma miktarı 0.5D ve altında ve ihmal edilebilir düzeyde tork etkisi bulunmuştur (3). Bizim çalışmamızda ön korneal yüzey Kort 43.7D astigmatik güç 1.03 ± 0.79 , arka korneal yüzey Kort $-6.3D$ ve astigmatik güç $-0.35 \pm 0.20D$, total korneal güç 43.4D ve astigmatik güç $1.10 \pm 0.8D$ olarak bulundu. Ön astigmatizma KU ve arka asigmatizma KA idi. Önceki çalışmada olduğu gibi bu yüzden bizde de ön korneal güç totalden daha fazla ölçüldü. Ön yüzeydeki indüklenen KP(0) -0.01 , KP(45) 0.49 , arka yüzeyde KP(0) 0.09 , KP(45) 0.07 , total korneada KP(0) -0.28 KP(45) -0.22 olarak bulunmuştur. Bizim çalışmamızda da indüklenen astigmatizma miktarı 0.5D ve altında ve ihmal edilebilir düzeyde tork etkisi bulunmuştur.

Saydam korneal insizyon (CCI) en sık kullanılan ve daha az zaman alıcı koterizasyon ya da sütür gerektirmeyen insizyon tipidir (106, 107). Lokasyonu postop astigmatizmayı etkiler. Üst, oblik ya da temporal lokasyonda olabilir (108). Temporal insizyonların daha az astigmatizma indüklediği gösterilmiştir. Fakat üsttemporal veya üstnazal insizyonlar saat 12 hizasında çalışan ve sağ elini kullanan cerrahlar için manipüle edilmesi daha kolay insizyonlardır. Yara yeri stabilizasyonu için insizyon 3.0-3.5mm genişliğinde olmalıdır (109,110). Paskvalin, Jacobs ve ark.'nın yaptıkları çalışmalarda üstoblik CCI'lerin postop oblik astigmatizmayı indüklediğini ve postop astigmatizma değişiminin preopa göre minimal olduğunu göstermişlerdir (111). Bizim olgularımız 3.2mm'lik üst oblik CCI ile yapılmıştır ve postop astigmatizma değişimi -0.28 ± 1.49 olarak bulunmuştur.

Pozitif SIA değeri (KP(0)) cerrahi meridyende dikleşmeyi, insizyonla ilişkili, kurala aykırı değişimi, negatif SIA değeri ise cerrahi meridyende düzleşmeyi, insizyona aykırı, kurala uygun değişimi göstermektedir. Pozitif ve negatif $\Delta KP(45)$ değeri astigmatizma aksında saat yönünün tersine ve saat yönündeki torsiyon etkisini göstermektedir (112). Bizim çalışmamızda ön korneal yüzeyde minimal düzleşme, saat yönünün tersine torsiyon, total korneal yüzeyde düzleşme ve saat yönünde torsiyon etkisi görüldü.

Cheng ve ark.'nın biplanar 2.75mm'lik insizyon ve tek radyal sütur ile Fako yapılan hastalarla ilgili çalışmalarında arka korneal yüzeyin ihmal edilmesinin total korneal SA hesaplanmasında anlamlı olarak hataya yol açabileceğini göstermişlerdir. Sadece n korneal yüzeyin ölçüldüğü gözlerde bulanık görmeye neden olan $>0.50D$ astigmatizma farkı olduğu ve intraoperatif astigmatizma düzeltilmesinde suboptimal sonuçlara neden olabileceği gösterilmiştir. Ayrıca bu çalışmada sadece n yüzey ile hem n hem de arka yüzey kaynaklı SA lm arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuşlar ve bu farklılık KP(135) (torsiyonel g) kaynaklı bulunmuş. KP(180)(meridyonel g) için anlamlı farklılık gözlenmemiş. Çalışmadaki bütün insizyonlar 135° ve yakınından yapılmakta olup çeşitli derinlik ve gerginlikte olmasının bu farklılığa neden olmuş olabileceğini ve KP(180) 135° lik kesi yerinden uzak olmasının n ve arka yüzey SA 'yı daha az etkilemiş olabileceğini düşünmüşlerdir. Arka kornea n korneaya göre daha küçük kurvatür yarıçapına sahiptir. Bu yüzden kurvatür yarıçapındaki değişikliklerin arka kornea yüzeyinde daha fazla değişiklik indkleyeceğini ek olarak arka yüzeydeki daha santraldeki kesinin arka yüzey değişimini n yüzeydeki periferal kesinin n yüzeyde yaptığı değişime göre daha fazla değişiklik indkleyeceğini düşünmüşlerdir (4). Park ve ark.'nın yaptığı çalışmada total astigmatik KP(0) değerinde 1. ve 2. ay kontrollerinde azalma tespit edilmiş. KP(45)'te ise 2. ay kontrolünde anlamlı değişiklik bulunmuş. Preop ve postop 1. Ve 2. ay TCA'da istatistiksel olarak anlamlı değişiklik saptanmış. n korneal astigmatizma değerı $<0.55D$ KU olan ve arka korneal astigmatizma değerı $>0.35D$ KU olan hastalarda postop rezidüel astigmatizmada anlamlı artış ve dik aksta anlamlı torsiyonel etki saptanmıştır (113). Skleral, biplanar ve uniplanar korneal kesi ile yapılan Fako cerrahisinde arka korneal yüzeyin cerrahi olarak indüklenmiş astigmatizmadaki değerini araştıran bir çalışmada astigmatik değişim için n yüzey KP(0) -0.27 ± 0.49 KP(45) 0.00 ± 0.41 , arka yüzey KP(0) -0.02 ± 0.15 KP(45) -0.01 ± 0.15 olarak bulunmuştur. n yüzeydeki düzleşme anlamlı bulunurken herhangi bir tork etkisinin olmadığı arka yüzeyde anlamlı bir düzleşme ve tork etkisi olmadığı gözlenmiş. Bu çalışmada arka yüzeydeki astigmatik değişimin minimal olduğu ve cerrahi olarak indüklenmiş astigmatizma hesabında ihmal

edilebilir olduğu gözlenmiştir (114). Bizim çalışmamızda arka yüzeydeki astigmatizma değişimi 0.09D olarak izlendi ve preop-postop arka korneal astigmatizmanın total astigmatizmaya etkisi bulunmadı.

2.5mm, 3.0mm ve 3.5mm CCI ile yapılan Fako cerrahisi sonrası 3 . hafta, 3-6-12-24 ve 36. ayda indüklenmiş astigmatizma değerlerinin incelendiği bir çalışmada 3 hafta sonrasında KP(0) SIA değeri için astigmatik değişim her 3 grupta da istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 3.0mm'lik grupta bu değişim zamanla azaldı. Bütün gruplarda 3. haftada KP(45)SIA değerinde saat yönü tersine tork etkisi izlenmiştir. 12. ayda 3.0mm'lik grupta bu tork etkisi azalırken diğer gruplarda bu etki artış göstermiştir. 3.0mm'lik insizyonun en az SIA ile ilişkisi olduğu gösterilmiştir (112). Bizde sadece 3.2mm'lik kesi yapılan hastalar çalışmaya alındı ve total yüzeyde indüklenen astigmatizma miktarı -0.28 ± 1.49 olarak bulundu.

Total korneal güç (TKG) ray tracing yöntemiyle hesaplanan korneal güçtür. Santral kornea kalınlığı ön ve arka yüzey krvatürleri ile gerçek RI ile hesaplanır. Biz çalışmamızda santral 3.0mm'lik zondaki TKG değerini hesapladık ve cerrahi olarak indüklenmiş astigmatizma değerine de baktık. SMİLE cerrahisi uygulanan hastalarda preop ve postop 6. ayda TKG Km ve SIA değerlerinin bakıldığı çalışmada Km değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı azalma saptanmıştır. Ön korneal yüzeyde ki Km değeri TKG Km değerinden istatistiksel olarak yüksek bulunmuştur. Bizde de ön korneal güç totalden daha fazla ölçüldü. Vektör analiziyle bakılan Δ TKG değeri postop refraktif ve korneal astigmatizmayla uyumlu bulunmuştur. Sonucunda TKG'nin SMİLE cerrahisinde korneal güç ve astigmatizm değerlendirilmesinde en doğru method olduğu gösterilmiştir (115).

2.2mm'lik CCI ile yapılan FAKO cerrahisi öncesinde ve sonrasında ön ve arka yüzey SIA'nın değerlendirildiği çalışmada preop ön yüzey astigmatizmada 16 (%23.5) göz KU, 32 göz KA (%47.1), 20 göz oblik (%29.4)astigmatizmaya, arka yüzeyde 2 (%2.9) KA, 62 (%91.2) KU, 4 (%5.9) oblik astigmatizmaya sahip bulunmuştur. Preop ve postop ön ve arka korneal yüzeyde astigmatizma açısından anlamlı değişiklik izlenmemiştir. Arka korneal yüzey astigmatizma

aksında postop 6. ayda bir değişiklik izlenmemiştir (116). Bizim alışmamızda da preop dönemde n yüzeyde 35 (%51.5) göz KA, 20 (%29.4) göz KU, 13 (%19.1) göz oblik astigmatizmaya, arka yüzeyde 57 (%83.8) göz KU, 2 (%2.9) göz KA, 9 (%13.2) göz oblik astigmatizmaya, total korneal yüzeyde 30 (%44.1) göz KA, 24 (%35.3) göz KU, 14 (%20.6) göz oblik astigmatizmaya sahiptir. Preop ve postop 1. 3. ve 6. ayda ön, arka ve total korneal astigmatizma açısı açısından bizim çalışmamızda anlamlı değişiklik izlenmedi. Her ne kadar cerrahi olarak indüklenmiş total astigmatizma da saat yönünde tork etkisi gözlenirse de aks değişimi açısından anlamlı farklılık gözlenmedi.

Çalışmanın limitasyonları: Biz sadece arka korneal astigmatizmanın postop total astigmatizma üzerine etkisini non-torik psdofakik hastalarda simüle ettik. Bu yüzden prospektif çalışmalara ihtiyaç vardır.Preoperatif korneal astigmatizma magnitüdü bizim grubumuzda azdı. Büyük korneal astigmatizması olan ve torik İOL implantasyonu yapılan araştırmalar korneal astigmatizmayla daha fazla ilişkilidir.Sadece scheimpflug sistem kullandık araştırma başka methodlarla da desteklenebilir. Korneal kesi yerimiz oblik idi standart temporal kesi değildi.Bu konuda daha geniş gruplarda kontrollü çalışmalara ihtiyaç vardır.

6. SONUÇ

Postop 1. ayda SKK'da preop döneme göre anlamlı bir artış mevcuttu. Kornea arka yüzeyinde postop 1. ayda K1,K2,Km değerlerinde preopa göre artış gözlemlendi. Net astigmatizma yönünden arka yüzeyde postop 1. ve 6. ayda istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardı ve preop döneme göre postop 1.,3.,6. ayda ön korneadaki astigmatik değişim arttıkça total korneadaki astigmatizma değişiminin istatistiksel olarak arttığı fakat arka korneadaki astigmatizma değişiminin total korneal astigmatizma değişimini anlamlı olarak etkilemediği görüldü. Ön, arka yüzey ve total korneal astigmatizmada anlamlı aks değişimi izlenmedi. Ön korneal yüzeyde minimal düzleşme, saat yönünün tersine torsiyon, total korneal yüzeyde düzleşme ve saat yönünde torsiyon etkisi görüldü.

7. KAYNAKLAR

- 1) Ramkissoon Y, Cunningham C. Cataract surgery, Chapter 6. In: Jackson TL. Moorfields manual of ophthalmology. Philadelphia: Mosby Elsevier, 2008: 222-74.
 - 2) Weikert MP. Update on bimanual microincision cataract surgery. Curr Opin Ophthalmol 2006; 17: 62-67.
 - 3) Rydström E, Westin O, Koskela T, Behndig A. Posterior corneal astigmatism in refractive lens exchange surgery. Acta Ophthalmol 2016; 94: 295-300
 - 4) Cheng LS , Tsai CY, Tsai RJ, Liou SW, Ho JD. Estimation accuracy of surgically induced astigmatism on the cornea when neglecting the posterior corneal surface measurement. Acta Ophthalmol. 2011 Aug;89(5):417-22
 - 5) Karel F, Lens ve hastalıkları, Bölüm 9, Temel Göz Hastalıkları, 1.baskı, Prof Aydın P, Prof Akova A, eds, Ankara, Güneş Tıp Kitabevleri, 2001, 191-93.
 - 6) Lens ve Katarakt Temel ve Klinik Bilimler Kursu Cilt 11, 1.basım, Bölüm 4 Editör Prof. O'Dwyer PA. Güneş Tıp Kitabevi, Ankara, 2008-2009:25-28.
 - 7) Lens ve Katarakt Temel ve Klinik Bilimler Kursu Cilt 11, 1.basım, Bölüm 4 Editör Prof. O'Dwyer PA. Güneş Tıp Kitabevi, Ankara, 2008-2009:25-30.
 - 8) Beebe DC. The Lens. In: Kaufman PL, Alm A. Adler's Physiology of The Eye. 10th ed. St. Louis: Mosby 2003:117-158.
 - 9) Özçetin H. Cerrahi lens. Tamçelik N. Ed. Fakoemülsifikasyon. TOD Eğitim Yayınları. Bursa, 2004; 1-10.
 - 10) Blumenthal, M.: Reducing the Nucleus Size During Manuel ECCE. T.O.D.XXVIII. Ulusal Kongre Bülteni, Antalya, 1994.
 - 11) James B, Bron A. Ophthalmology Lecture Notes. 2011.
- Kuzsak JR, Clark JI, Cooper KE, Rae JL. Biology of the lens: Lens transparency as a function of embryology, anatomy and physiology. In: Albert DM, Miller JW, Azar DT, Blodi BA. Principles and practice of ophthalmology, 3th ed. Philadelphia: Saunders Company, 2008: 1291-1339.

- 13) Khurana AK. Diseases of the Lens, Chapter 8. In: Comprehensive Ophthalmology, 4th ed. New Delhi: New Age International Publishers, 2007: 167-204.
- 14) Hetmancik JF, Piatigorsky J. Lens proteins and their molecular biology, Chapter 104. In: Albert DM, Miller JW, Azar DT, Blodi BA. Principles and practice of ophthalmology, 3th ed. Philadelphia: Saunders Company, 2008: 1341-64.
- 15) Rosenfeld SI, Blecher MH, Bobrow JC, Bradford CA, Glasser D, Berestka JS. Biochemistry. Chapter 2. In: American academy of ophthalmology basic and clinical science course 2007-2008: Lens and cataract. Singapore: The foundation of AAO, 2007: 11-6.
- 16) Boulton ME, Rozanowska M, Wride M. Biophysics and age changes of the crystalline lens, Chapter 106. In: Albert DM, Miller JW, Azar DT, Blodi BA. Principles and practice of ophthalmology, 3th ed. Philadelphia: Saunders Company, 2008: 1365-73.
- 17) Glasser A, Kaufman PL. Accommodation and presbyopia. In: Kaufman PL, Alm A. Adler's Physiology of the Eye: Clinical Application, 10th ed. St Louis: Mosby, 2003: 197- 233.
- 18) Rosenfeld SI, Blecher MH, Bobrow JC, Bradford CA, Glasser D, Berestka JS. Physiology, Chapter 3. In: American academy of ophthalmology basic and clinical science course 2007-2008: Lens and cataract. Singapore: The foundation of AAO, 2007: 19-23.
- 19) Malbran ES, Maibran EJ, Negri I. Lens guide suture for transport and fixation after intracapsular extraction. Int. Ophthalmology 1986; 9: 151-60.(369)
- 20) Keklikçi U. Doğumsal kataraktlarda cerrahi tedavi endikasyonları ve optik rehabilitasyon. Dicle Tıp Dergisi 2005; 32 (1): 47-51.
- 21) Phelps CD. Examination and functional evaluation of crystalline lens. In: Duane TD, Jaeger EA, editors. Clinical Ophthalmology. Philadelphia: Harper and Row Publishers, 1986; 1-23.

- 22) World Health Organization: Programme For the Prevention of Blindness and Deafness, Global Initiative For the Elimination of Avoidable Blindness. WHO/PBL/97.61 1998:1-2.
- 23) Wong TY, Hyman L. Population-based Studies in Ophthalmology. American Journal of Ophthalmology 2008; 146:656-63.
- 24) The Eye M.D Association. American Academy of Ophthalmology. In: O'Dwyer PA, editor. Lens ve katarakt. Ankara: Güneş kitabevi, 2008-2009; 11: 25-42.
- 25) Takmaz T. Kataraktın etiyolojisi ve epidemiyolojisi. 29. Ulusal Oftalmoloji Kursu 2009; 29-42.
- 26) Yanoff M, Duker JS. Rosen ES (Çev. Önal S, İncili B, Özcan EB) Lens, Bölüm 4. Oftalmoloji, 2. Baskı (Bavbek T, Çev.). Hayat Tıp Kitapçılık, 2007: 241-336.
- 27) Kanski JJ, Bowling B. Lens, Chapter 9. Clinical Ophthalmology: a systematic approach, 7th ed. United Kingdom: Elsevier Saunders, 2011: 270-310.
- 28) Daviel, J.: Sur une nouvelle methode de guerir la cataracte par l' extraction du cristallin. Mem. Acad. Roy. Chir. (Paris), 2:337-354, 1753.
- 29) Pape, L.C., Balazs E.A. The use of sodium hyaluronate (Healon)'in human anterior segment surgery. Ophthalmology., 87:699-705, 1980.
- 30) Martin RG, Sanders DR, Miller JD, Cox CC, Ballew C. Effect of cataract wound incision size on acute change in corneal topography. J Cataract Refractive Surg. 1993;19 (Suppl.):170-7.
- 31) Nielsen, P.J. Prospective evaluation of surgically induced astigmatism and astigmatic keratotomy effects of various self-sealing small incisions. J. Cataract Refract Surg. 1995;21:43-8.
- 32) Nordan LT, Lusby FW. Refractive aspects of Cataract Surgery. Curr Opin Ophthalmol. 1995;6:36-40.

- 33) Mohrman R. The keratometer in Cilinical Ophthalmology, volume 1 (ed Duane TD). Harper&Row, Viriginia.1980; 60:1-5.
- 34)Oubraham, H. Evoluation au long cours de l'astigmatisme post-Operatoire et de la fonction visuelle apres la chirurgie de la cataracte. Opthhalmologie, 9:29-32,1995.
- 35) Ersöz, T.R, Özdemir, N., Soylu, M. Türk Oftalmoloji Yayınları İndeksi, Adana,Çukurova Üniversitesi Basım evi,,: 277-282,1993.
- 36)Pleger T, Skorpik C, Menapace R, Scholz U, Weghaupt H, Zehetmayer M. Long- term course of induced astigmatism after clear comeal incision cataract surgery. J Cataract Refractive Surg. 1996; 22: 72-7.
- 37) Maguire LJ. Keratometry, photokeratoskopy and computer assisted topographic analysis in Comea volume 1 (eds Krachmer JH, Mannis MJ, Holland EJ).Mosby Year Book ine, St Louis, 1997; 223-235.
- 38) Jaffe NS. Cataract Surgery and It's Complication. St. Louis C.VE.Mosby, 3.ed, 1981, 15-31.
- 39) Fine BS, Yanoff M. Ocular Histology; 2nd ed. Hagersstown: Harper Row Publisher Inc. 1979;163-168.
- 40) Pandey SK, Milverton EJ, Maloof AJ. A tribute to Charles David Kelman MD: ophthalmologist, inventor and pioneer of phacoemulsification surgery. Clin and Experiment Ophthalmol 2004; 32:529–533.
- 41) Altan C, Bayraktar S, Altan T. Anterior chamber depht, iridocorneal angle width and intraocular pressure changes after uneventful phacoemulsification in eyes without glaucoma and with open iridocorneal angles. J Cataract Refract Surg 2004; 30:832–838.
- 42) Pohjalainen T, Vesti E, Uusitalo RJ. Intraocular pressure after phacoemülsification and intraocular lens implantation in nonglaucomatous eyes with and without exfoliation. J Cataract Refract Surg 2001; 27:426–431.

- 43) Rabsilber TM, Khoramnia R, Auffarth GU. Anterior chamber measurements using Pentacam rotating Scheimflug camera. *J Cataract Refract Surg* 2006; 32: 456–459.
- 44) Konstantopoulos A, Hossain P, Anderson DF. Recent advances in ophthalmic anterior segment imaging: a new era for ophthalmic diagnosis? *Br J Ophthalmol* 2007; 91: 551–557.
- 45) Bourchard CS, Cameron JD, Schultz GS. Pathologic responses of the cornea, sclera and ocular adnexia: Ocular immune responses, corneal reaction to injury, modulation of corneal wound healing. In: Krachamer JH, Mannis MJ, Holland EJ (eds). *Cornea*, St. Louis: Mosby-Year Book, Inc. 1997:68-128.
- 46) Kanski JJ. *Klinik Oftalmoloji: 4. Baskı*. Istanbul Nobel Tıp Kitabevi. 2001:96-97.
- 47) Edelhauser HF, Ubels JL. The Cornea and The Sclera. In: Kaufman PL, Alm A. *Adler's Physiology of The Eye*. Tenth edition. St.Louis: Mosby 2003:47- 114.
- 48) Hogan MJ, Zimmermann LE. *Ophthalmic Pathology*. Philadelphia: WB Saunders.1962.
- 49) Kim T, Palay DA. Developmental abnormalities of the cornea: developmental corneal anomalies of size and shape. In: Krachmer JH, Mannis MJ, Holland EJ (eds). *Cornea*, St. Louis: Mosby-Year Book. 1997:871-888.
- 50) Apple DJ, Rabb MF. *Ocular Pathology*, 4th. St Louis: Mosby-Year Book. 1991.
- 51) Bourne WM, Nelson LR, Hodge DO. Central corneal endothelial cell changes over a ten year period. *Invest Ophthalmol Vis Sci*.1997; 38:779-782.
- 52) Mcdermott ML, Atluri HKS. Corneal endothelium. Janoff M, Dukers JS. *Ophthalmology* 2nd edition, 4th. St Louis: Mosby-Year Book. 2004; 423.(224)

- 53) Wilson SA, Last A. Management of corneal abrasions. Am Fam Physician. 2004;70(1):124.
- 54) Nishida T. Basic Science: Cornea, sclera and ocular adnexia anatomy, biochemistry, physiology and biomechanics. In: Krachmer JH, Mannis MJ, Holland EJ (eds). Cornea, St. Louis: Mosby-Year Book. 1997; 3-28.
- 55) Turner SJ, Lee EJK, Hu V. Scheimflug imaging to determine intraocular lens power in vivo. J Cataract Refract Surg 2007; 33:1041-1044.
- 56) Pascucci SE. Comprehensive analysis, clinical benefits. Surgical screening and planning using the Pentacam. Suppl to Cataract Refract Surg 2007 summer 3-5.
- 57) Koch DD, Haft EA, Gay C. Computerized videokeratographic analysis of corneal topographic changes induced by sutured and unsutured 4mm scleral pocket incision. J Cataract Refract Surg. 1993;19 (Suppl.): 166-9.
- 58) Rij, Wang, G. Changes in corneal curvature induced by sutures and incisions. American J. Ophthalmol., 98: 773-783, 1984.
- 59) Swinger, C.A. Postoperative Astigmatism, Survey of Ophthalmol. Vol 31 (4): 219- 248, 1987.
- 60) Güler C, Gözün Klinik Optik, Bölüm 12, Temel Göz Hastalıkları, 2. Baskı, Aydın P, Akova YA eds, Ankara, Güneş Kitabevi, 2010 ,110-112(369)
- 61) Klinik Optik Cilt 3, 1.basım, Bölüm 3 Editör Prof. O'Dwyer PA. Güneş Tıp Kitabevi, Ankara, 2007-2008:116-8.
- 62) Butterworth-Heinemann. Dictionary of Optometry and Visual Science, 7th edition.
- 63) Bengisu Ü. Göz hastalıkları, 4. baskı. Ankara. Palme Yayıncılık. 1998;1-23, 69-89, 123-137.
- 64) Jaffe NS, Jaffe MS, Jaffe GF. Postoperative corneal astigmatism. In: Cataract surgery and its complications. Craven L ed. 6th ed. St. Louis. Mosby. 1997; 132-47.

- 65) Bennett AG. A new approach to the statistical analysis of ocular astigmatism and astigmatic prescriptions. . Vol 2. In: The Frontiers of Optometry: First international Congress. Bennett AG. Ed. London. British College of Ophthalmic Technicians 1984; 35-42.
- 66) Holladay JT, Moran JR, Kezirian GM. T1- Analysis of aggregate surgically induced refractive change, prediction error and intraocular astigmatism. J Cataract Refract Surg 2001; 27: 61-79
- 67) Kaye S.B, Patterson A. Analyzing refractive changes after anterior segment surgery. J Cataract and Refract Surg 2001; 27: 50-60.
- 68) Naeser K, Hjortdal J. Polar value analysis of refractive data. J Cataract and Refract Surg 2001; 27: 86-94.
- 69) Harris WF Analysis of astigmatism in anterior segment surgery. J Cataract and Refract Surg 2001; 27: 107-128.
- 70) Naeser K, Behrens JK. Correlation between polar values and vector analysis. J Cataract and Refract Surg 1997; 23: 76-81.
- 71) Miyake T, Shimizu K, Kamiya K. Distribution of posterior corneal astigmatism according to axis orientation of anterior corneal astigmatism. PLoS One. 2015 Jan 27;10(1):e0117194
- 72) Savini G, Næser K, Schiano-Lomoriello D, Mularoni A. Influence of Posterior Corneal Astigmatism on Total Corneal Astigmatism in Eyes With Keratoconus. Cornea. 2016 Nov;35(11):1427-1433.
- 73) 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.
- 74) Salvi SM, Soong TK, Kumar BV, Hawksworth NR. Central corneal thickness changes after phacoemulsification cataract surgery. J Cataract Refract Surg. 2007 Aug;33(8):1426-8.

- 75) Falkenberg B, Kutschan A, Wiegand W. Analysis of optical parameters after cataract surgery and implantation of foldable lens. *Ophthalmologie*. 2005 Jun;102(6):587-91
- 76) Hager A, Loge K, Füllhas MO, Schroeder B, Grossherr M, Wiegand W. Changes in corneal hysteresis after clear corneal cataract surgery. *Am J Ophthalmol*. 2007 Sep;144(3):341-6. Epub 2007 Jul 13
- 77) Horoz H, Erbil HH, Bozkır H. Fakoemülsifikasyonda fako zamanının postoperatif santral korneal kalınlığına etkisi. *Tjo*. 2005;3:222-6.
- 78) Ventura AC, Walti R, Böhnke M. Corneal thickness and endothelial density before and after cataract surgery. *Br J Ophthalmol*. 2001;85:18-20
- 79) Özyol E, Özyol P, Can E, Duman R, Duman Re. Mikro-Koaksiyel Katarakt Ameliyatı Sonrası Santral Kornea Kalınlığının Ultrasonik Pakimetri ile Değerlendirilmesi. *Turk J Ophthalmol* 2013; 43: 145-148
- 80) Kheirkhah A, Safi H, Nazari R, Kaghazkanani R, Hashemi H, Behrouz MJ. Effects of pterygium surgery on front and back corneal surfaces and anterior segment parameters. *Int Ophthalmol* 32 (3), 251-257. 2012 Apr 07.
- 81) Hayashi K, Nakao F, Hayashi F. Topographic analysis of early changes in corneal astigmatism after cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 1993; 19: 43-7.
- 82) Tekin K, Sonmez K, Inanc M, Ozdemir K, Goker YS, Yilmazbas P. Evaluation of corneal topographic changes and surgically induced astigmatism after transconjunctival 27-gauge microincision vitrectomy surgery. *Int Ophthalmol*. 2017 Mar 30. doi: 10.1007/s10792-017-0507-5.
- 83) Mashige KP, Jaggernath J, Ramson P, Martin C, Chinanayi FS, Naidoo KS. Prevalence of refractive errors in the INK Area, Durban, South Africa. *Optom Vis Sci*. 2016 Mar;93(3):243-50
- 84) Hayashi K, Harada M, Hayashi H, Nakao F, Hayashi F. Decentration and tilt of polymethyl methacrylate, silicone, and acrylic soft intraocular lenses. *Ophthalmology*. 1997 May;104(5):793-8.

- 85) Baumeister M, Neidhardt B, Strobel J, Kohnen T. Tilt and decentration of three-piece foldable high-refractive silicone and hydrophobic acrylic intraocular lenses with 6-mm optics in an intraindividual comparison. *Am J Ophthalmol*. 2005 Dec;140(6):1051-8.
- 86) Tejedor J, Pérez-Rodríguez JA. Astigmatic change induced by 2.8-mm corneal incisions for cataract surgery. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2009 Mar;50(3):989-94.
- 87) Tejedor J, Murube J. Choosing the location of corneal incision based on preexisting astigmatism in phacoemulsification. *Am J Ophthalmol*. 2005 May;139(5):767-76.
- 88) Lam AK, Douthwaite WA. A pilot study on the measurement of central posterior corneal radius in Hong Kong Chinese using Purkinje image technique. *Ophthalmic Physiol Opt*. 1997 Jan;17(1):68-74.
- 89) Leyland M. Validation of Orbscan II posterior corneal curvature measurement for intraocular lens power calculation. *Eye (Lond)*. 2004 Apr;18(4):357-60.
- 90) Wang L, Tang M, Huang D, Weikert MP, Koch DD. Comparison of newer intraocular lens power calculation methods for eyes after corneal refractive surgery. *Ophthalmology*. 2015 Dec;122(12):2443-9.
- 91) Kamiya K, Shimizu K, Igarashi A, Miyake T. Assessment of anterior, posterior, and total central corneal astigmatism in eyes with keratoconus. *Am J Ophthalmol*. 2015 Nov;160(5):851-857
- 92) Ho JD, Tsai CY, Liou SW. Accuracy of corneal astigmatism estimation by neglecting the posterior corneal surface measurement. *Am J Ophthalmol*. 2009 May;147(5):788-95, 795.e1-2.
- 93) Zhang B, Ma JX, Liu DY, Guo CR, Du YH, Guo XJ, Cui YX. Effects of posterior corneal astigmatism on the accuracy of AcrySof toric intraocular lens astigmatism correction. *Int J Ophthalmol*. 2016 Sep 18;9(9):1276-82

- 94) Holladay JT, Moran JR, Kezirian GM. Analysis of aggregate surgically induced refractive change, prediction error, and intraocular astigmatism. *J Cataract Refract Surg.* 2001 Jan;27(1):61-79.
- 95) Naeser K. Surgically induced astigmatism: distinguishing between dioptric vectors and non-vectors. *J Refract Surg.* 2015 May;31(5):349-50
- 96) Alpíns NA. Vector analysis of astigmatism changes by flattening, steepening, and torque. *J Cataract Refract Surg.* 1997 Dec;23(10):1503-14.
- 97) Ueno Y, Hiraoka T, Beheregaray S, Miyazaki M, Ito M, Oshika T. Age related changes in anterior, posterior, and total corneal astigmatism. *J Refract Surg.* 2014 Mar;30(3):192-7
- 98) 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 Ophthalmol.* 2016 Dec 1;16(1):212.
- 99) Nemeth G, Berta A, Lipecz A, Hassan Z, Szalai E, Modis L Jr. Evaluation of posterior astigmatism measured with Scheimpflug imaging. *Cornea.* 2014 Nov;33(11):1214-8.
- 100) Dunne MC, Royston JM, Barnes DA. Posterior corneal surface toricity and total corneal astigmatism. *Optom Vis Sci.* 1991 Sep;68(9):708-10.
- 101) Goggin M, Patel I, Billing K, Esterman A. Variation in surgically induced astigmatism estimation due to test-to-test variations in keratometry. *J Cataract Refract Surg.* 2010 Oct;36(10):1792-3.
- 102) Koch DD, Ali SF, Weikert MP, Shirayama M, Jenkins R, Wang L. Contribution of posterior corneal astigmatism to total corneal astigmatism. *J Cataract Refract Surg.* 2012 Dec;38(12):2080-7
- 103) Ho JD, Liou SW, Tsai RJ, Tsai CY. Effects of aging on anterior and posterior corneal astigmatism. *Cornea.* 2010 Jun;29(6):632-7.

- 104) Karunaratne N. Comparison of the Pentacam equivalent keratometry reading and IOL Master keratometry measurement in intraocular lens power calculations. *Clin Exp Ophthalmol*. 2013 Dec;41(9):825-34.
- 105) Ahmed II, Rocha G, Slomovic AR, Climenhaga H, Gohill J, Grégoire A, Ma J; Canadian Toric Study Group. Visual function and patient experience after bilateral implantation of toric intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg*. 2010 Apr;36(4):609-16.
- 106) 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. *J Cataract Refract Surg*. 1999 Aug;25(8):1121-6.
- 107) Mandić Z, Petric I, Bencić G, Vatauvuk Z, Bojić L. Postoperative outcomes after implantation of intraocular lenses in eyes with cataract and uveitis. *Coll Antropol*. 2005;29 Suppl 1:9-12.
- 108) Ermiş SS, Inan UU, Oztürk F. Surgically induced astigmatism after superotemporal and superonasal clear corneal incisions in phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg*. 2004 Jun;30(6):1316-9.
- 109) Lavery KT, McDermott ML, Ernest PH, Edelhauser HF, Kiessling LA, Holley G. Endothelial cell loss after 4 mm cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*. 1995 May;21(3):305-8.
- 110) Ernest PH, Fenzl R, Lavery KT, Sensoli A. Relative stability of clear corneal incisions in a cadaver eye model. *J Cataract Refract Surg*. 1995 Jan;21(1):39-42.
- 111) Masnec-Paskvalin S, Cima I, Iveković R, Matejčić A, Novak-Laus K, Mandić Z. Comparison of preoperative and postoperative astigmatism after superotemporal or superonasal clear corneal incision in phacoemulsification. *Coll Antropol*. 2007 Mar;31(1):199-202.
- 112) Moon SC, Mohamed T, Fine IH. Comparison of surgically induced astigmatism after clear corneal incisions of different sizes. *Korean J Ophthalmol*. 2007 Mar;21(1):1-5.

113) Park Y, Kim HS. Torsional and flattening effect on corneal astigmatism after cataract surgery: a retrospective analysis. BMC Ophthalmol. 2017 Feb 8;17(1):10.

114) Klijn S, van der Sommen CM, Sicam VA, Reus NJ. Value of posterior keratometry in the assessment of surgically induced astigmatic change in cataract surgery. Acta Ophthalmol. 2016 Aug;94(5):494-8

115) Qian Y, Liu Y, Zhou X, Naidu RK. Comparison of Corneal Power and Astigmatism between Simulated Keratometry, True Net Power, and Total Corneal Refractive Power before and after SMILE Surgery. J Ophthalmol. 2017;2017:9659481.

116) Kim YJ, Knorz MC, Auffarth GU, Choi CY. Change in anterior and posterior curvature after cataract surgery. J Refract Surg. 2016 Nov 1;32(11):754-759.

UFUK ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMA
DEĞERLENDİRME KOMİSYONU ONAY FORMU

BAŞVURU BİLGİLERİ	PROJE BAŞVURU TARİH /SAYI▶	02022017-1
	ARAŞTIRMANIN ADI	Fakoemülsiyon Yöntemi ile Katarakt Cerrahisi Geçiren Hastalarda Preoperatif ve Postoperatif Korneal Astigmatizma Değerlerinin Topografik Olarak İncelenmesi
DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	SORUMLU ARAŞTIRMACI ÜNVANI/ADI	Yard. Doç. Dr. Sertaç ÖZTÜRK
	ARAŞTIRMANIN YERİ	X
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	X
	GÖNÜLLÜ BİLGİLENDİRME VE ONAM FORMU	X
	OLGU RAPOR FORMU	
	ARAŞTIRMANIN BÜTÇESİ	
KARAR BİLGİLERİ	ARAŞTIRICI BROŞÜRÜ (varsa)	
	Değerlendirme amacıyla Fakültemiz Göz Hastalıkları Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Yard. Doç. Dr. Sertaç ÖZTÜRK sorumluluğunda Dr. Yasemin TOPALAK'ın uzmanlık tezi olarak tasarlanan ve yukarıda başvuru bilgileri verilen araştırma başvuru dosyası ve ilgili belgeler 02/02/2017 tarihinde Ufuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırma Değerlendirme Komisyonu'nda çalışma esasları doğrultusunda ve araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş araştırma etiğine uygun tasarlanmış olmasından dolayı onay verilmesine karar verilmiştir.	

KOMİSYON BİLGİLERİ

ÜYELER

Unvanı / Adı / Soyadı	Uzmanlık Dalı	Kurumu	E/K	İlişki*	Katılım**	İmza
Prof.Dr. Dikmen ARIBAL	Genel Cerrahi	UFUK ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ	E	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H	
Prof. Dr. Ferit PEHLİVAN	Biyofizik	UFUK ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ	E	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H	
Prof.Dr. Halil DEĞERTEKİN	İç Hastalıkları	UFUK ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ	E	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H	
Prof. Dr. Recai PABUÇCU	Kadın Hastalıkları ve Doğum	UFUK ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ	E	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H	
Prof.Dr. Selda DEMİRTAŞ	Biyokimya	UFUK ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ	K	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H	
Doç. Dr. Arzu PAMPAL	Çocuk Cerrahisi	UFUK ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ	K	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H	
Doç.Dr. Berrin YÜKSEL	Tıbbi Genetik	UFUK ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ	K	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H	
Yrd. Doç.Dr. Handan DOĞAN	Patoloji	UFUK ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ	K	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	
Yrd.Doç.Dr. Şahika GÜNER	Tıbbi Farmakoloji	UFUK ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ	K	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H	
Ecz. Nilgün SÜER	Eczacı	UFUK ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ	K	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H	

E/K: Cinsiyeti; *Araştırmayla ilişki; ** Toplantıda bulunma