



TC

BEZMİALEM VAKIF ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

**Katarakt Cerrahisinde Preoperatif Ön Kamara  
Parametreleri ile Postoperatif Refraktif Sapma  
Arasındaki İlişki**

UZMANLIK TEZİ

Dr. BETÜL ŞAHAN

DANIŞMAN: Prof. Dr. M. HAKAN ÖZDEMİR

İSTANBUL 2016



**T.C.  
BEZMİÂLEM VAKIF ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ**

**GÖZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI**

**Katarakt Cerrahisinde Preoperatif Ön Kamara Parametreleri ile  
Postoperatif Refraktif Sapma Arasındaki İlişki**

**Dr. BETÜL ŞAHAN  
Göz Hastalıkları Anabilim Dalı**

**DANIŞMAN  
Prof. Dr. M. HAKAN ÖZDEMİR**

**İSTANBUL**

**2016**

## Teşekkür

Bilimsel bir ortamda uzmanlık eğitimi almamızı sağlayan, cerrahi bilgi ve akademik birikimlerini bizlerle paylaşan saygıdeğer Anabilim Dalı Başkanımız ve tez hazırlığım boyunca her zaman ve her konuda benden desteğini esirgemeyen değerli danışman hocam Prof. Dr. M.Hakan Özdemir'e,

İhtisas eğitimim boyunca mesleki ve akademik alanda yetişmemde emeği geçen, saygıdeğer hocalarım Prof.Dr.Cengiz Aras, Prof.Dr.Kemal Tuncer, Doç.Dr.İ.Arif Koytak, Doç.Dr. H.Özgür Artunay, Doç.Dr.Betül Tuğcu, Doç.Dr.Mustafa Özsütçü'ye, Uzm.Dr.Jülide C.Umurhan Akkan, Uzm.Dr.Emre Ayıntab ve Uzm.Dr.Ahmet Elbay'a,

Cerrahi eğitimim süresince mesleğimin zorluklarını ve keyfini beraber paylaştığım asistan arkadaşlarıma,

Bugünlere gelmemde büyük emeği olan, bana her zaman destek olan annem, babam kardeşlerim ve dostlarıma,

Ayrıca; çalışmalarım sırasında sabır gösterip benimle birlikte her zorluğa göğüs geren sevgili eşim Dr. Ahmet Şahan'a ve sevgisiyle beni kuşatan kızım Elifnur'a

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım...

Haziran 2016

Dr. Betül ŞAHAN

# İÇİNDEKİLER

Teşekkür.....	I
İÇİNDEKİLER .....	II
RESİMLER DİZİNİ.....	IV
TÜRKÇE ÖZET .....	1
İNGİLİZCE ÖZET .....	3
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ .....	5
1. GİRİŞ ve AMAÇ .....	6
2. GENEL BİLGİLER .....	8
2.1. Göz Ön Segment Yapılarının Anatomi, Histoloji ve Fizyolojisi.....	8
2.1.1. Kornea .....	8
2.1.2. Lens.....	9
2.1.3. Ön kamara açısı.....	10
2.1.3.1. Schwalbe hattı.....	11
2.1.3.2. Trabeküler ağ .....	11
2.1.3.3. Schlemm kanalı.....	12
2.1.3.4. Sklera mahmuzu.....	12
2.1.3.5. Siliyer cisim .....	12
2.1.3.6. İris kökü .....	13
2.2. Ön Segment Görüntüleme Teknikleri .....	13
2.2.1. Scheimpflug görüntüleme: Pentacam-Scheimpflug .....	13
2.2.2. Ultrason biyomikroskopi .....	17
2.2.3. Optik koherens tomografi.....	18
2.2.4. Orbscan tarayıcı-slit topografi .....	19
2.2.5. Tarayıcı periferik ön kamara derinlik analizörü .....	19
2.2.6. İOL Master .....	20
2.3. Katarakt .....	20
2.3.1. Sınıflandırma.....	20
2.3.2. Katarakt cerrahisi .....	21
2.3.2.1. Tarihçe.....	21
2.3.2.2. Fakoemülsifikasyon prensipleri .....	22
2.3.2.3. İOL gücü hesaplamada kullanılan parametreler .....	24
2.3.2.4. İOL gücü hesaplama formülleri.....	26
3. HASTA ve YÖNTEM .....	31

<b>4. BULGULAR</b> .....	34
<b>5. TARTIŞMA</b> .....	42
<b>6. SONUÇ ve ÖNERİLER</b> .....	53
<b>KAYNAKLAR</b> .....	55



## RESİMLER DİZİNİ

Resim 1: Ön kamara açısı anatomisi

Resim 2: Pentacam görüntüleme sistemi

Resim 3: Normal kamera ve Scheimpflug kamera

Resim 4: Pentacam rapor örneği

Resim 5: Preoperatif -postoperatif ön kamara açısı

Resim 6: Preoperatif -postoperatif ön kamara hacmi

Resim 7: Preoperatif -postoperatif ön kamara derinliği

Resim 8: Preoperatif -postoperatif ön kamara hacmi korelasyonu

Resim 9: Postoperatif refraksiyon değerleri

## **TABLolar DİZİNİ**

Tablo 1: Tanımlayıcı istatistikler

Tablo 2: Preoperatif-postoperatif ön kamara parametreleri farklılık analizi

Tablo 3: Postoperatif refraksiyon değerleri

Tablo 4: Preoperatif ön kamara parametrelerinin postoperatif refraksiyon ile korelasyonu





## TÜRKÇE ÖZET

### Katarakt Cerrahisinde Preoperatif Ön Kamara Parametreleri ile Postoperatif Refraktif Sapma Arasındaki İlişki

#### Amaç

Katarakt cerrahisindeki gelişmelerle birlikte postoperatif refraksiyon çok önemli hale gelmiştir. Bu çalışmada amacımız fakoemülsifikasyon-intraoküler lens (İOL) implantasyonu cerrahisinin Pentacam ile ölçülen ön kamara açısı (ÖKA), ön kamara hacmi (ÖKH) ve ön kamara derinliğine (ÖKD) olan etkisini araştırmak, bu parametreler ve İOL Master ile ölçülen aksiyel uzunluk (AL) ile postoperatif refraktif sapma arasındaki ilişkiyi araştırmaktır.

#### Hasta ve Yöntem

Ocak 2012-Haziran 2014 tarihleri arasında kliniğimizde fakoemülsifikasyon-İOL implantasyonu uygulanan 231 hastanın (105 erkek, 126 kadın) verileri retrospektif olarak değerlendirildi. Çalışmaya dahil edilen hastaların dosyalarından yaşları, cinsiyetleri, biyomikroskopik muayene ile tespit edilen katarakt tipleri, Pentacam-Scheimpflug ile ölçülmüş preoperatif ve postoperatif 3. ay ÖKA, ÖKH, ÖKD değerleri, İOL Master ile ölçülmüş preoperatif AL değeri, ameliyat öncesinde hedeflenen refraktif değerleri, SRK-T formülü ile hesaplanan İOL gücü ve postoperatif 3. ayda otorefraktometre ile ölçülmüş refraksiyonların sferik eşdeğeri (sferik değer + silindirik değer/2) kaydedildi. Postoperatif refraktif sapma, Mean Error (ME = postoperatif refraksiyon - hedef refraksiyon) ve Mean Absolute Error (MAE = Mean error'un mutlak değeri) olarak hesaplanıp kaydedildi.

#### Bulgular

Katarakt cerrahisi uygulanan hastaların preoperatif ÖKA  $30.2 \pm 12.1$ , ÖKH  $130.7 \pm 41.2$  ve ÖKD  $2.6 \pm 0.4$  iken katarakt cerrahisi sonrası ÖKA  $42.7 \pm 5.8$ , ÖKH  $172.1 \pm 28.2$  ve ÖKD  $4.1 \pm 0.7$  olarak ölçülüp istatistiki anlamlı olarak artmıştır (p:0.001). Hastaların ME ile ÖKA, ÖKD, ÖKH ve AL arasında istatistiki anlamlı korelasyon saptanmamıştır. Ayrıca MAE ile ÖKA, ÖKD, ÖKH arasında istatistiki anlamlı korelasyon saptanmamıştır. MAE ile AL arasında düşük veya önemsiz korelasyon hesaplanmıştır.

## **Sonuç**

Fakoemülsifikasyon cerrahisi sonrasında ölçülen KA, KH, KD preoperatif değerlere göre anlamlı olarak artmaktadır. Preoperatif KA, KH, KD ve AL ile postoperatif refraktif sapma arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon saptanmamıştır.

Anahtar kelimeler: Fakoemülsifikasyon, Pentacam, İOL Master, refraktif sapma



## İNGİLİZCE ÖZET

### **Aim**

Postoperative refraction after cataract surgery has become more important after development of surgical technics. This study was designed to investigate the effect of facoemulsification-Intraocular lens (IOL) implantation surgery to anterior chamber angle (ACA), anterior chamber volume (ACV) and anterior chamber depth (ACD) and to compare the anterior segment parameters such as ACA, ACV, ACD measured by Pentacam and axial length (AL) measured by IOL Master with postoperative refractive error.

### **Patient and method**

Data of the patients that performed facoemulsification-IOL implantation surgery in our clinic between january 2012 and june 2014 was evaluated retrospectively. In this clinical study a total of 231 participants (105 male, 126 female) were recruited. Age, sex, type of the cataract (cortical, nuclear, posterior subcapsular etc.) determined by biomicroscopic examination, preoperative and postoperative third month ACA, ACV, ACD measured by Pentacam-Scheimpflug, preoperative AL measured by IOL-Master, target refraction, IOL power calculated by SRK-T formula, spheric equivalent of postoperative third month refraction measured by otorefractometry were recorded. Postoperative refractive error calculated as mean error (ME =postoperative refraction-target refraction) and mean absolute error (MAE =absolute of ME) was also recorded.

### **Results**

Preoperative ACA, ACV, ACD of the patients performed facoemulsification-IOL implantation surgery were  $30,2 \pm 12,1$ ,  $130,7 \pm 41,2$ ,  $2,6 \pm 0,4$  respectively. Postoperative ACA, ACV, ACD were measured  $42,7 \pm 5,8$ ,  $172,1 \pm 28,2$ ,  $4,1 \pm 0,7$  respectively. Anterior chamber parameters were increased after facoemulsification-IOL implantation, it was statistically significant ( $p:0.001$ ). Significant correlation wasn't found between ME and ACA, ACV, ACD, AL. Significant correlation wasn't also found between MAE and ACA, ACV, ACD. Only a little correlation was found between MAE and AL.

## **Conclusion**

Anterior chamber parameters like ACA, ACV, ACD measured after phacoemulsification-IOL implantation surgery are increased significantly according to the parameters measured preoperatively. There is no significant correlation between preoperative ACA, ACV, ACD, AL and postoperative refractive error.

**Key words:** Phacoemulsification, Pentacam, IOL Master, refractive error



## **SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ**

İOL: İntroaküler lens

ÖKA: Ön kamara açısı

ÖKH: Ön kamara hacmi

ÖKD: Ön kamara derinliği

AL: Aksiyel uzunluk

ME: Mean error

MAE: Mean absolute error

D: Diyoptri

mm: Milimetre

µm : Mikrometre

mg: Miligram

UBM: Ultrason biyomikroskopi

ÖS-OCT: Ön segment optik koherens tomografi

SL-OCT: Slit lamp optik koherens tomografi

TPÖKDA: Tarayıcı periferik ön kamara derinlik analizörü

GİB: Göz içi basıncı

MKK: Merkezi kornea kalınlığı

ASA: Açık sonlanma alanı

AAM: Açık açıklığı mesafesi

PAKG: Primer açık kapanması glokumu

SNR: Sinyal-gürültü oranı

EKKE: Ekstrakapsüler katarakt ekstraksiyonu

İKKE: İntroakapsüler katarakt ekstraksiyonu

ELP: Efektif lens pozisyonu

K: Keratometri

ODKR: Optik düşük koherens reflektometri

PMMA: Polimetilmetakrilat



## 1. GİRİŞ ve AMAÇ

Katarakt cerrahisindeki gelişmeler sonucunda küçük korneal insizyonlarla fakoemülsifikasyon-İOL implantasyonu cerrahisinin yaygın olarak kullanılmasıyla birlikte büyük korneal insizyonlara bağlı oluşan postoperatif yüksek astigmatizmaya bağlı az görmenin üstesinden gelinmiştir (1). Bununla birlikte hastaların katarakt cerrahisinden beklentileri artmış, operasyon sonrası hızla iyileşerek emetropiye ulaşip yakın gözlük ihtiyacı dışında tam vizyon talep edilmeye başlanmıştır. Bu durumda katarakt cerrahlarının karşılaştığı en büyük problemlerden biri postoperatif refraktif neticeyi öngörebilmek ve her hastaya ideal güçte İOL implante edebilmek olmuştur. Bu yüzden İOL etiketlenmesi, İOL gücü hesaplanması, doğru hastaya doğru İOL'ün implante edilmesi konusunda cerrahla birlikte tüm personelin çok dikkatli olması gerekmektedir. Postoperatif refraktif neticeyi oluşturan pek çok değişken olmakla birlikte anlamlı sapmayı oluşturan ölçümler aksiyel uzunluk (AL), keratometri (K), ön kamara hacmi (ÖKH), ön kamara açısı (ÖKA) ve ön kamara derinliği (ÖKD) gibi biyometrik parametreler ile seçilen İOL gücü hesaplama formülü ve İOL'ün özelliğidir (2).

Ön segment parametrelerinin analizi oftalmik muayenenin önemli bir parçasıdır. Ön segment parametreleri pek çok yöntemle ölçülebilmektedir. Birçok araştırmacı çeşitli yöntemlerle standart fakoemülsifikasyon cerrahisi sonrası farklı ön kamara parametrelerindeki değişimi araştırmıştır (3-6). Klinik araştırmalar katarakt ekstraksiyonunun ÖKD'de artışa, iridokorneal açıda genişlemeye ve göz içi basıncında (GİB) düşmeye neden olduğunu göstermiştir (4, 5) .

Bu retrospektif çalışmada amacımız standart fakoemülsifikasyon cerrahisinin Pentacam ile ölçülen ÖKH, ÖKA, ve ÖKD'ye olan etkisini incelemek, bu parametreler ve İOL Master ile ölçülen AL ile postoperatif refraktif sapma arasındaki ilişkiyi araştırmaktır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Göz Ön Segment Yapılarının Anatomi, Histoloji ve Fizyolojisi

Önde korneanın posterior yüzeyi, arkada lensin pupiller parçası ile irisin anterioru, periferde trabeküler ağ, skleral mahmuz, siliyer cisim ve iris kökü arasında kalan alan, ön kamarayı oluşturur. Ön kamaranın en büyük çapı 11,3 ile 12,4 mm veya yaklaşık olarak kornea çapı kadardır. Ön kamara, arka kamaradaki siliyer epitelden salgılanan, yaklaşık 250 µl hüme aköz ile doludur. Ön kamaranın iris kökü ve kornea arasında kalan bölgesinde ÖKA bulunur. ÖKD'yi etkileyen başlıca faktörler; kırma kusurları, ırk, cinsiyet, yaş ve genetikdir (7). Ön kamara, hipermetroplara göre miyoplarda daha derindir. Hipermetroplarda ÖKD 3-3,5 mm, emetroplarda 3,1-3,6 mm iken; miyoplarda 3-3,8 mm'dir. ÖKD, genellikle lensin kalınlaşmasına bağlı olarak yaşla birlikte azalır (8). Erkeklerde ön kamara daha derindir (7).

#### 2.1.1. Kornea

Kornea, dış yüzünün vertikal çapı ortalama 11.0 mm, horizontal çapı ortalama 12.6 mm olan horizontal oval bir şekle sahip damardan yoksun, şeffaf bir dokudur (4, 9). Refraktif indeksi 1.376 olmasına karşın keratometre kalibrasyonlarında 1.3375 olarak alınmaktadır. Kornea iç yüzü ise daha yuvarlaktır ve iç yüzde horizontal ve vertikal çaplar hemen hemen eşit olup ortalama 11.6 mm'dir.

Korneanın santralinden periferde gidildikçe kırıcılık azalır. Erişkinde korneanın santral kalınlığı 0.52 mm, periferde ise 0.70 mm'dir (10). Korneanın santral 1/3' ü sferik bir yapıda olup optik zon olarak bilinir ve ortalama eğrilik yarıçapı 7.8 mm'dir (6.7-9.4 mm). Gözün toplam kırma gücü olan 58.6 diyoptrinin (D) % 74'ü kornea tarafından oluşturulmaktadır (43.25 D).

Kornea beslenmesi, aköz hümeörden glukozun difüzyonu yolu ile olmaktadır. Korneanın oksijen ihtiyacı ise, gözyaşından difüzyonla ve limbal damarlardan karşılanır. Kornea vücuttaki en fazla sinir sonlanmasına sahip dokudur ve konjonktivadan yüz kat daha fazla duyuya sahiptir. Duyu sinirleri uzun siliyer sinirlerden ve subepitelyal sinir pleksuslarından gelmektedir.



## 2.1.2. Lens

Göze gelen ışığı pupillayı geçerken kırarak retinada odaklayan lens, iris ve pupillanın arkasına yerleşmiş yaklaşık 9 mm çapında ve 5 mm kalınlığında olan; sinir lifleri, kan ve lenfatik dolaşımı olmayan transparan bikonveks bir yapıdır. Aköz humör metabolik ihtiyaçlarını karşılayan tek kaynaktır. Kapsül, lens epiteli, korteks ve nükleustan oluşur. Lensin fonksiyonları; kendi şeffaflığını korumak, ışığı kırmak ve akomodasyondur.

Lens ön yüzü arka yüzüne göre daha düzdür. Lensin ön ve arka yüzlerinin eğrilikleri küresel değil, paraboliktir. Ön yüzün eğrilik yarıçapı 10 mm, arka yüzün eğrilik yarıçapı 6 mm'dir. Lens arka yüzünün meydana getirdiği 0.5 D kurala aykırı astigmatizma, korneanın 0.5 D kurala uygun fizyolojik astigmatizması ile yok edilir. Lens yaklaşık +20 D'lik kırma gücüyle, korneadan sonra gözün ikinci önemli kırma gücünü oluşturur.

Lens en çok protein içeren dokulardan biridir. Potasyum diğer dokulara göre lenste daha fazla bulunmaktadır. Lensin protein ve glutatyon konsantrasyonu yüksek, kalsiyum konsantrasyonu ise düşüktür. Yaşlandıkça lensteki su içeriği azalır, kalsiyum içeriği artar, glutatyon konsantrasyonu azalır ve lensin saydamlığını kaybetmesi, sertleşmesi ve katarakt oluşumu gözlenir. Ön yüzde en tepe noktaya ön kutup, arka yüzde en tepe noktaya ise arka kutup denir. Lensin ön ve arka yüzünün birleşim yerine ekvator denir. Kutup aksıyla ekvator aksı birbirine diktir. Lensin ön yüzü iris ve pupilla ile, arka yüzü ise vitreus ile komşudur. Lens 'zonül' adı verilen mikrofibrillerle yerinde tutulur. Siliyer epitelin nonpigmente tabakasından köken alan bu fibriller, vücutta pek çok bağ dokusunda bulunan elastik liflerin de bileşeni olan fibrillin proteini içerirler (11-13). Siliyer cisimden köken alan ekvatoryal zonül fibrilleri lens ekvatoruna, pars planadan köken alan ön ve arka zonül fibrilleri ise lens ekvatorunun 1–2 mm ön ve arkasına, lensin içine 2 µm girerek yapışırlar. Ekvatoryal zonüller akomodasyon, ön ve arka zonüller ise destek görevinden sorumludur.

Lens kapsülü, lensin yapısal elemanları olan epitel hücreler ile fibrilleri saran ve koruyan dıştaki elastik, şeffaf zarıdır. Lens kapsülü, yumuşak, homojen, asellüler bir yapıdadır. Kapsül kalınlığı lensin farklı bölgelerinde değişiklik gösterir: Ön kutupta 14 µm, ön periferde 21 µm, ekvatorunda 17 µm, arka periferde 23 µm ve arka kutupta 4 µm kalınlıktadır. Lens kapsülü başta tip IV kollajen, daha az oranda tip I ve tip III kollajenden oluşmaktadır. Anterior lens kapsülü, vücudun en kalın bazal membranı olup, anterior lens epitelinin bazal membranıdır. Anterior lens kapsülünün insan vücudunda bulunan diğer bazal membranlardan farkı, devamlı olarak

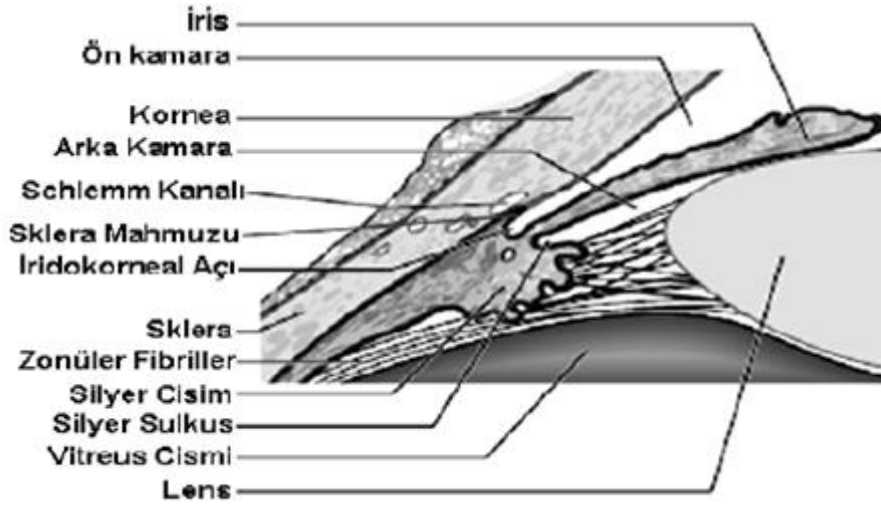
kalınlaşmasıdır. Doğumda 8 µm olan ön kapsül, erişkinde 14 µm'e kadar kalınlaşır. Lens periferi merkezine göre daha kalındır.

Lensin ön kapsülünün hemen arkasında tek sıra halinde küboid epitel hücreleri bulunmaktadır. Bu hücreler metabolik olarak aktif hücrelerdir; DNA, RNA, ATP, protein ve lipid sentezi görevleri vardır. Erişkin insan lensinde, lens lifi hücreleri ve lens epitel hücrelerinin büyük çoğunluğu bölünmezler. Ancak germinatif zon adı verilen ekvator yakınında bulunan lens epitel hücrelerinde yavaş bir proliferasyon mevcuttur. Bu bölgede mitozla meydana gelen hücrelerin büyük çoğunluğu lensin arka kısmına göç ederler, lens ekvatorunda lens lifi hücrelerine farklılaşırlar (14). Lens sütürleri hücre çıkıntılarının birleşmesiyle oluşmaktadır. Zıt kutuplardan uzayan lens lifi hücrelerinin apikal ve bazal uçları arasında "sütür" adı verilen birleşme bölgeleri oluşur. Hücrelerin apikal çıkıntılarının birleşmesi ile "ön Y sütürü", bazal uzantılarının birleşmesiyle ise "arka Y sütürü" oluşur. Lens lifi hücreleri sütürlere ulaştıklarında uzamaları durur ve bazal uçları kapsülden ayrılır. Sonrasında nükleus, mitokondri, ribozom ve endoplazmik retikulum dâhil membran bağımlı tüm organellerini kaybederler (15). Bu organellerin yok olması optik açıdan avantajdır çünkü ışık bu yapılar tarafından daha fazla emilmez veya saçılmaz, böylelikle lensin içinde rahat bir şekilde ilerlemesi sağlanır (16). Fakat diğer organellerle birlikte mitokondri kaybına bağlı olarak lens lifi hücreleri enerji üretimi için glikoliz yolunu kullanmak zorundadır. Yüzeyde yeni lens lifleri oluşmasıyla matür lens lifi hücreleri daha derine gömülür. Bundan dolayı lensin büyüklüğü ve hücre sayısı yaşam boyunca artar. Doğumda 65 mg olan lens ağırlığı yaşam süresince giderek artarak 220 mg'a kadar ulaşır (17).

Zamanla sertleşen embriyonik ve fetal nükleusa klinik pratikte 'nükleus', etrafındaki yumuşak olan infantil ve erişkin nükleusa ise epinükleus denir (12). Biyomikroskopide görülen çoklu optik zonlar hayat boyunca değişik optik dansitesi olan epitel hücrelerinin demarkasyonunun oluşturduğu zonlardır. Korteks ve nükleus arasında belirgin bir morfolojik fark yoktur ve aralarındaki geçiş kademelidir (18).

### **2.1.3. Ön kamara açısı**

Kornea ile irisin birleşme yerinde bulunan ÖKA, trabeküler ağ yapısını içeren ve aközün dışa akımından sorumlu bir bölgedir (Resim 1). Önde korneanın posterior yüzeyi, arkada lensin pupiller parçası ile irisin anterioru, periferde trabeküler ağ, sklera mahmuzu, siliyer cisim ve iris kökü bulunur. Ön kamaranın en dar bölgesini açığı oluşturur.



Resim 1: Ön kamara açısı anatomisi

Ön kamara açısı şu yapıları içerir (Resim 1);

### 2.1.3.1. Schwalbe hattı

Korneadaki desme membranının sonlandığı kabarık, gri-beyaz çıkıntıdır. Kornea ve trabeküler endotel hücreleri arasında geçiş bölgesidir.

### 2.1.3.2. Trabeküler ağ

Sklera mahmuzu ile Schwalbe hattı arasında yer alan üçgen şeklinde bir bağ dokusudur. Aköz dışı akımının yaklaşık %90'ı trabeküler ağdan gerçekleşir. Arka kamarada pigmentsiz siliyer cisim epitelinde üretilen aköz hümör, pupiller aralıktan ön kamaraya geçerek asıl olarak trabeküler ağ ve Schlemm kanalı yoluyla gözü terk eder. Ultrason biyomikroskopi (UBM) ve A-mod ultrason ile yapılan ölçümlerde ortalama genişliği 0.58 (0.40-0.80) mm'dir (19). Üç kısımdan oluşur:

Uveal ağ: İris kökünden Schwalbe hattına kadar uzanan, geniş boşluklar (25-75  $\mu$ ) ile birbirinden ayrılan, endotel ile örtülü kollajen içciklerinden oluşmuş, en içteki kısımdır (20).

Trabeküller arasında yer alan boşluklar nisbeten geniş olup, aközün geçişine fazla direnç göstermezler.

Korneoskleral ağ: Sklera mahmuzundan, skleral sulkusun ön duvarına kadar uzanan orta kısımdır. 5-50 µm çapında eliptik delikleri olan tabakalar içerir. Uveal ağ gibi aköz dışı akımına belirgin bir direnç göstermezler.

Endotelyal (Jukstakanaliküler) ağ: Korneoskleral ağ Schlemm kanalının iç duvarında yer alan endotele bağlayan, trabekülumun dışarıdaki en dar kısmıdır. Jukstakanaliküler doku, normal şartlarda aközün dışı akışına karşı koyan direncin en büyük kısmını teşkil ettiğinden, oldukça önemli bir bölgedir.

### **2.1.3.3. Schlemm kanalı**

Trabeküler dokunun arkasında skleral sulkusa yerleşmiş lenfatik bir kanal görünümünde olup, aköz sıvısını toplayıcı kanallar aracılığıyla episkleral venöz şebekeye iletir.

### **2.1.3.4. Sklera mahmuzu**

Skleral sulkusun arka duvarını oluşturan fibriller limbusa paralel uzanır ve içe doğru sklera mahmuzunu oluşturur. Anteromediyal tabanında korneoskleral ağ bulunurken, iç yüzeyini uzun siliyer kasın anterior tendonları döşer. Sklera mahmuzu %75-80 kollajen, %5 elastik dokudan oluşur ve siliyer kasın Schlemm kanalını kollabe etmesini önler (21).

### **2.1.3.5. Siliyer cisim**

İris ve koroid arasında kalan, uzunluğu 6-7 mm, üçgen şeklinde bir uveal dokudur. Tabanında iris, tavanında ise ora serrata ile bağlantılıdır. ÖKA'nın apeksinde uzanır ve açının posterior sınırını oluşturur. Gonyoskopide koyu bir bant olarak izlenir ve iris kökünün hemen önünde konumlanmıştır. Yüksek oranda özelleşmiş bir yapıdır; akomodasyon, akım regülasyonu ve aköz hümör yapımından sorumludur. Siliyer cisim yapısal ve anatomik olarak iki kısma ayrılır: Yapısal olarak skleraya komşu olan uveal kısım (siliyer kasları, damarları ve bağ dokusunu içerir) ve daha iç kısımda yer alan epitelyal kısım (pars plana ve pars plikata). Anatomik olarak ise anterior ve posterior bölümlerden oluşur. Anterior bölüm pars plikatada, posterior bölüm pars planada sonlanır. Siliyer cisim stroması kollajen lifler, fibriller,

fibroblastlar ve kapiller ağdan oluşur. Siliyer cismin damarsal yapılarını ön siliyer ve arka uzun siliyer arterler oluşturur.

### **2.1.3.6. İris kökü**

Korneoskleral bileşkenin yaklaşık olarak 1.5 mm gerisinde konumlanmıştır. Periferdeki posterior iris eğriliği, açığı girintisini oluşturur. Genellikle sklera mahmuzunun ardında, siliyer cisim yüzeyinin değişik kısımlarına insersiyoyu yapar.

## **2.2. Ön Segment Görüntüleme Teknikleri**

Bindokuzyüz seksen yılından itibaren elektronik görüntüleme sistemlerinin gündeme gelmesiyle ön kamaranın dijital ortamda daha detaylı değerlendirilebilmesi mümkün kılınmıştır. Scheimpflug görüntüleme (Pentacam, Oculus Inc, Lynnwood, WA, USA), UBM, ön segment optik koherens tomografi (ÖS-OCT: Visante OCT, Carl Zeiss Meditec Inc, Dublin, CA, USA) ve Slit lamp optik koherens tomografi (SL-OCT: Heidelberg Engineering GmbH, Heidelberg, Germany), Orbscan tarayıcı-slit topografi, tarayıcı periferik ön kamara derinlik analizörü (TPÖKDA) ve IOL Master (Carl Zeiss Meditec, Germany) günümüzde klinik kullanımda olan sistemlerdendir. Bu sistemler; kornea, ön kamara, iris, ÖKA ve lens hakkında kantitatif bilgi ve kalitatif görüntüleme imkanı sunarlar. Non-kontakt prensiple çalışan bu cihazlar lokal anestezi gerektirmemeleri ve korneal erozyona neden olmamaları açısından avantajlıdır.

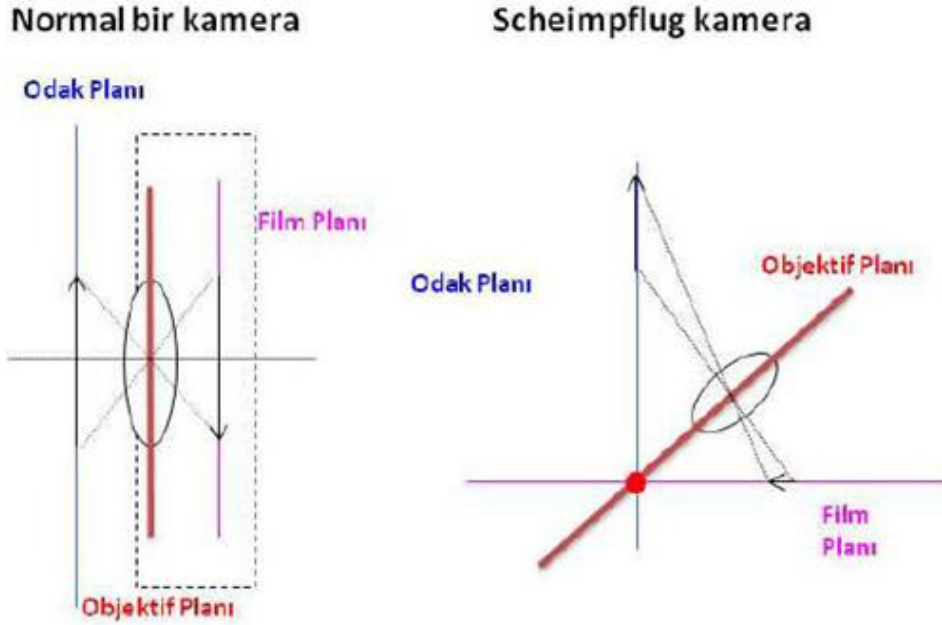
### **2.2.1. Scheimpflug görüntüleme: Pentacam-Scheimpflug**

İlk kez 1904'te Yüzbaşı Theodore Scheimpflug tarafından askeri amaçlı kullanım için geliştirilmiş fotoğrafik bir tekniktir. 1970'lerde Hockwin ve arkadaşları tarafından katarakt yoğunluğunu değerlendirebilmek amacıyla Scheimpflug kamera olarak göz muayenesinde kullanılmaya başlanmıştır (22).



Resim 2: Pentacam görüntüleme sistemi; sol: schleimpflug fotoğrafı; sağ: Pentacam

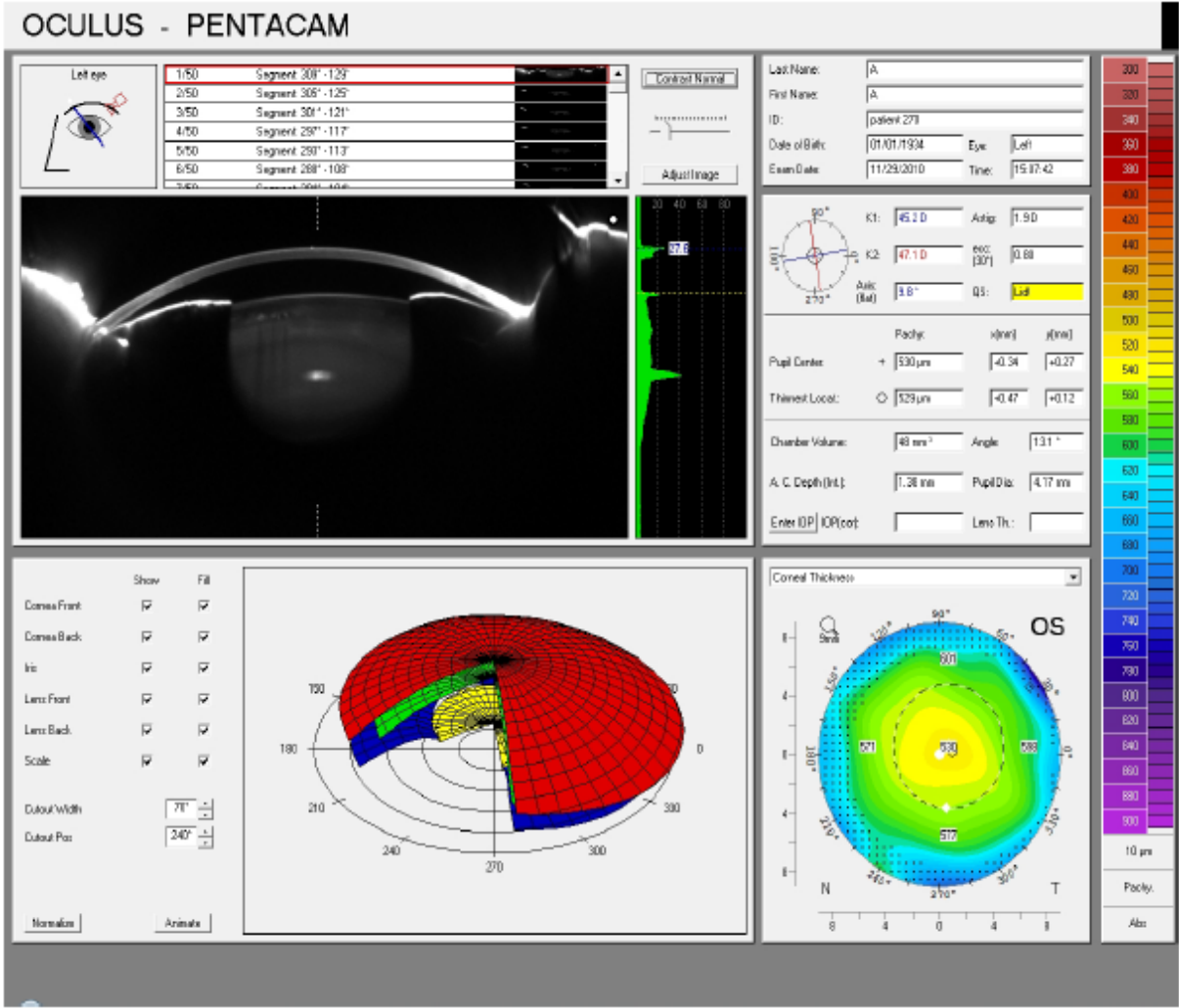
Pentacam-Scheimpflug cihazı ön segmenti görüntülemek için Scheimpflug prensibini kullanır. Scheimpflug prensibi, kameranın filmine paralel olmayan nesnelerin fotoğraflarının optik özelliklerini tarifler. Slit halindeki ışını içeren plan ile görüntü planının tek noktada karşılaşması ve karşılaşan açılarının eşit olması gerekmektedir (Resim 3).



Resim 3: Normal kamera ve Scheimpflug kamera (Dicle Ali, Primer Açık Açılı Glokom Olgularında Pentacam ve Gonyoskopi ile Elde Edilen Açı Değerlerinin Karşılaştırılması. Uzmanlık Tezi, İstanbul Okmeydanı Eğitim ve Araştırma Hastanesi, 2009)

Sistem dönen bir Scheimpflug kamera ve monokromatik slit ışık kaynağından (mavi LED-475 nm) oluşmaktadır. Gözün optik aksı etrafında 180 derece dönerek görüntü alır. Pentacam-Scheimpflug cihazı spesifik olarak ön segment yapılarının değerlendirilmesi için tasarlanmış non-kontakt bir sistemdir. Dönen Scheimpflug kamerası ile 2 saniye içerisinde 50 ön segment slit görüntüsü ve 500 ölçüm alınabilir. Toplanan bu slit görüntülerle üç boyutlu görüntü oluşturulur. İkinci bir kamera ise göz hareketlerini yakalar ve uygun düzeltmeler yapar. Görüntü alındıktan sonra cihaz bu görüntüleri 'akıllı haritalar' olarak adlandırılan haritalar şeklinde sunar. Bu haritalar ile aşağıdaki analizler yapılabilmektedir (Resim 4).

- Kornea ön ve arka yüz yarıçap eğriliği ve topografisi ile ön ve arka yüz kırıcı gücü
- Kristalin lenste katarakt yoğunluğu ve lensin ön arka kalınlığı
- Santral ve periferik pakimetrik değerler ve buna bağlı GİB düzeltici dört formül ile düzeltilmiş GİB değerleri
- Keratokonus değerlendirme ve sınıflaması, Zernicke polinomu
- Ön ve arka kamaraya uyarlanmış İOL'ün görüntülenmesi
- ÖKH, ÖKA, ÖKD
- Pupilla çapı, santral ve periferik kornea kalınlıkları



Resim 4: Pentacam® rapor örneği

Eğitim ve bilgi dökümantasyonu açısından önemli diğer bir özellik ise görüntü üzerinde korneal skar lokalizasyonunun görülebilmesidir. Bu cihaz içinde 5 değerlendirme modülü bulunmaktadır:

1. Scheimpflug tomografi
2. Üç boyutlu ön segment analizi (derinlik, açı ve hacim)
3. Pakimetri
4. Lens dansitometrisi
5. Korneal topografi

Dansitometri sistemi ile lens katarakt yoğunluğunu değerlendirmek ya da lensteki bir opasitenin zaman içinde progresyonunu takip etmek mümkündür.



Keratokonus yazılımı oldukça hassastır ve özellikle tüm korneal yapı değerlendirildiği için geçirilmiş korneal cerrahi hakkında bilgi verir. Ayrıca geliştirilen yeni modülünde bulunan “Pentacam Zernike” polinomu kullanılarak, kornea ön ve arka yüzeyinden korneal ‘Wavefront verisi’ alınmakta ve korneal sferik aberasyonlar doğru şekilde bilindiği için İOL’ü seçmek mümkün olmaktadır.

Pentacam ile fakik İOL yerleştirilmesi öncesi değerlendirme de yapılabilmektedir. Bu cerrahide ÖKD, glokomlu ve diğer ön kamarası sığ olan hastalarda önemli bir parametre olduğundan Pentacam ile elde edilen bilgiler cerraha yol göstermektedir. Pentacam ile ayrıca fakik İOL yazılımı ile İOL’ün tahmini yerini göstermek de mümkündür.

Pentacam ile elde edilen 3 boyutlu ön segment görüntüleri ve hesaplanan kantitatif değerler glokom hastalığının tanısı ve takibinde çok faydalı olmaktadır. Pentacam ile ÖKA, ÖKD, ÖKH ve merkezi korneal kalınlık (MKK) değerleri etkili bir biçimde hesaplanmakta, kullanıcıya kolaylıklar sağlayan haritalar ve grafikler oluşturulmaktadır. Cihazda bulunan Ehlers, Shah, Dresden ve Orssengo/Pye formülleri ile Goldmann aplanasyon tonometresi ile ölçülen GİB, MKK ile birlikte değerlendirilir ve düzeltilmiş GİB elde edilebilir. Pentacam-Scheimpflug cihazı ile görüntü alınması oldukça kolaydır, bu nedenle tecrübe gerekmez. Hasta korneasında hedef ve fokus sağlandıktan sonra otomatik olarak görüntü alınabilmektedir.

### **2.2.2. Ultrason biyomikroskopi**

UBM teknolojisi, yüksek frekans transdüser kullanarak ön segment yapılarını, klasik B-mod ultrasonlara göre daha detaylı değerlendirmemize olanak vermektedir. Yüksek frekans transdüserlerin kullanılması; doku penetrasyonunu 5 mm’ye kadar düşürürken, görüntülenen yapıların çözünürlüğünü arttırmakta (yaklaşık 50 µm lateral, 25 µm aksiyel) ve ön segment yapılarının daha detaylı ölçümüne olanak vermektedir (23). Açı yapılarının UBM ölçümünü etkileyen faktörler ise görüntü alımı, görüntü analizi ve fizyolojik değişkenliklerdir. Hizalamadaki uyumsuzluk, akomodasyonu kontrol edememe ve oda aydınlatması UBM kullanırken bulguları etkileyebilir.

ÖS-OCT’ye en önemli üstünlüğü; iris arkasındaki yapıları da görüntüleyebilmesidir (24). UBM; kornea, ön kamara görüntüleri yanında; siliyer cisim, lens zonülleri, ön koroid gibi arka kamara yapılarının da gerçek zamanlı görüntülerini vermektedir. UBM çok yararlı bir yöntem olmasına rağmen; pahalı olması, muayene işleminin zor olması ve göz banyosu gerektirmesinden dolayı sadece bir araştırma malzemesi olarak kalmıştır.

### 2.2.3. Optik koherens tomografi

Günümüzde kullanılan ÖS-OCT ve SL-OCT olmak üzere iki çeşit ön segment OCT cihazı vardır:

**ÖS-OCT:** Pentacam-Scheimpflug cihazına benzer şekilde non-kontakt optik bir sistemdir. Saniyede 2048'e kadar A-tarama görüntüsü alarak ön segment görüntülemesi yapar. Ayrıca ÖKD, ÖKH ve ÖKA değerlendirmede de kullanılır. 18 µm'ye kadar optik aksiyel çözünürlüğe ve 60 µm optik transvers çözünürlüğe sahiptir. Opak bir korneadan da görüntü alabilir ve minimal deneyim gerektirir (25).

**SL-OCT:** Modifiye bir slit-lamp biyomikroskop olup klinik uygulamada zaman ve yer açısından kolaylık sağlar. Kurulumu ve kullanımı slit-lamp biyomikroskoba benzerdir. Bununla beraber ışının manuel olarak rotasyonu gerekmektedir. Optik aksiyel çözünürlüğü 25 µm'den küçüktür ve transvers optik çözünürlüğü 20-100 µm arasındadır. Yazılımı sayesinde MKK, merkezi ÖKD ve ÖKH'yi otomatik olarak hesaplar. Ayrıca ÖKA parametreleri hakkında da bilgi verir. ÖS-OCT ile karşılaştırıldığında daha fazla uygulayıcı becerisi gerektirmesi yanında ona göre daha otomatize bir yazılıma sahiptir (26).

ÖS-OCT'nin avantajları (27);

- Görüntü elde edilmesi kolay ve hızlıdır. Çok az bir bilgilendirme ile bir teknisyen tarafından kolayca uygulanabilir.
- Ön segment eş zamanlı olarak 4 meridyen boyunca (totalde 8 açı) görüntülenebilir ve tek bir çekim sadece 0.5 saniyedir.
- Görüntü alınması sırasında göze temas gerekmemesi, istenmeden yapılabilecek görüntü bozulmalarının oluşmasını önler.
- Aynı ve farklı gözlemciler arasındaki tekrarlanabilirliği yüksektir.
- Muayene sırasında göze temas gerekmemesi nedeniyle preoperatif ya da erken postoperatif dönemde, infeksiyon ya da korneal abrazyon endişesi taşımaksızın hastalar rahatlıkla görüntülenebilmektedir.
- Hızlı ve güvenli olması nedeniyle açı kapanması riski olan olgularda tarama amacıyla kullanılabilir.
- Yüksek hızda görüntüleme, oküler dokular arasındaki dinamik ilişkiyi gösterecek şekilde, gerçek zamanlı in vivo görüntülemeye olanak vermektedir.

- Eklenmiş olan otomatize yazılım sayesinde MKK, ÖKD, ÖKA, Açık Sonlanma Alanı (ASA), Açık Açıklığı Mesafesi (AAM) gibi değişik parametreler, hızlı ve objektif olarak ölçülebilir.

ÖS-OCT'nin bazı dezavantajları bulunmaktadır. ÖS-OCT; ışık dalgalarının irisin posterior pigment epiteli tarafından emilmesinden dolayı irisin gerisinde bulunan daha derindeki oküler yapıları görüntüleyememektedir. Dolayısıyla pupil kaynaklı olmayan primer açık kapanması glokomu (PAKG) ya da siklodyaliz gibi patolojiler değerlendirilememektedir. Ayrıca üst kadranda açığı değerlendirmek için çoğu hastada üst kapağın el veya spekulum ile kaldırılması gerekmekte ve bu da açıda görüntü bozulmalarına yol açabilmektedir. ÖS-OCT'nin diğer bir dezavantajı, başta kapalı açılı olgularda olmak üzere özellikle üst ve alt açılarda sklera mahmuzunun yerinin belirlenmesinin zor olmasıdır (27).

#### **2.2.4. Orbscan tarayıcı-slit topografi**

Orbscan tarayıcı-slit topografi, non-kontakt bir optik sistemdir. Slit ışını kornea üzerine projekte edilen kısmının boyutunu ölçer. Son donanımı Orbscan IIz Shack-Hartmann aberometre ile gözün total aberasyonları ölçülebilir. Kornea yüzeyinin tamamını tarar ve saniyede 9000'den fazla veri toplar. Kornea ön ve arka yüzey çapları, lens ön yüzeyi ve iris değerlendirilebilir. İrisin kornea arka yüzeyi ile beraber haritalanması, iridokorneal açının da değerlendirilmesini mümkün kılar. Görüntü kalitesi uygulayıcı deneyiminden bağımsızdır (28).

#### **2.2.5. Tarayıcı periferik ön kamara derinlik analizörü**

TPÖKDA, gözün optik aksından limbusa kadar ardışık olarak yarıklı lamba görüntülerini alır ve bu görüntüler bilgisayar tarafından otomatik olarak değerlendirilir. 0.4 mm'lik aralıklarla toplam 21 ÖKD ölçümü elde edilerek normal veriler ile kıyaslamak için sayısal ve kategorisel derecelere çevrilir (23, 27). Bu cihazı kullanmak için fazla deneyim gerekmemektedir ve ölçümler göze temas gereksizdir hızlı bir şekilde elde edilir. Bu cihaz açığı direkt olarak görüntülediğinden, açı anatomisi hakkında detaylı bilgi verememektedir. TPÖKDA, ÖKD'yi gözün sadece temporal tarafında ölçebilmektedir ve periferik korneal opasite varlığında ölçüm yapmak zorlaşmaktadır. ÖKD'yi daha kesin ölçebilmek için farklı noktalarda korneal kalınlığı ve korneal eğimin yarıçapını hesaplayabilir. Görülebilir ışık kullandığından pupilde miyozisi uyararak açının olduğundan geniş görünmesine yol açabilmesi önemli bir

dezavantajdır (23, 27). TPÖKDA'nın ÖKD ölçümünde doğruluk ve tekrarlanabilirliğinin iyi olduğu ve glokom taramalarında kullanılabileceği bildirilmiştir (29). Bir çalışmada ön kamara konfigürasyon ölçümlerinde TPÖKDA ile klasik metodlar (Shaffer sistemi, Van Herick yöntemi ve UBM) arasındaki korelasyonunun iyi olduğu bildirilmişse de (30), diğer çalışmalarda dar açılarının tesbitinde düşük özgünlüğe sahip olduğu ve bunun tarama amaçlı kullanılmasını kısıtladığı bildirilmiştir (31).

## **2.2.6. İOL Master**

Göz aksiyel uzunluğu için parsiyel koherens interferometre prensibi ile çalışan İOL Master, 780 nm dalga boyunda diyot lazeri kullanır. Kornea epitelinden lens ön yüzüne kadar olan mesafeyi ÖKD olarak değerlendirir. ÖKD'nin yanı sıra korneal eğrilik ve ön kamara genişliğini de ölçer. Beş ölçüm yapar ve bu 5 ölçümün ortalamasını alarak değerleri verir. Yapılan ölçümlerin doğruluğunu sorgulamak amacıyla sistem tarafından sinyal-gürültü oranı (SNR) olarak isimlendirilen bir parametre geliştirilmiştir. Bu değer 2'nin üzerinde olması ölçümün geçerli olduğu, 1.6'nın altında olması ise güvenilir olmadığı anlamına gelir. Görme aksındaki yoğun opasiteler, hasta fiksasyonunun iyi olmaması, nistagmus gibi durumlar ölçümün güvenilirliğini azaltır. Görsel akstan yapılan ölçümlerde hastadan cihaz üzerindeki sarı ışık kaynağına bakması istenir. Diyot lazerin göze zarar vereceği düşüncesiyle günde 20'den fazla ölçümün alınmaması önerilmektedir (32).

## **2.3. Katarakt**

Katarakt anatomik olarak lenste meydana gelen opaklaşmaya, fonksiyonel olarak ise görmeyi engelleyen lens opaklaşmalarına verilen addır. Katarakt tüm dünyada körlük ve görme keskinliği azalmasının en önemli nedenidir (33). Bununla birlikte katarakt ekstraksiyonu sonrasında İOL implantasyonu dünyada en etkin kabul edilebilecek cerrahi tedavi yöntemidir. Katarakt olgularının büyük kısmını yaşa bağlı kataraktlar oluşturmaktadır (33).

### **2.3.1. Sınıflandırma**

Kataraktlar opasitenin yerleşim yeri göz önüne alınarak morfolojik olarak ya da etiyolojilerine göre sınıflandırılabilirler:

### *Anatomik lokalizasyonuna göre*

- Kortikal
- Nükleer
- Ön / Arka Subkapsüler
- Miks
- Diğer

### *Etiyolojiye göre*

- Konjenital kataraktlar
- Gelişimsel ve juvenil kataraktlar
- Senil kataraktlar
- Patolojik kataraktlar
- Travmatik kataraktlar
- Komplike kataraktlar
- Sekonder kataraktlar

## **2.3.2. Katarakt cerrahisi**

### **2.3.2.1. Tarihçe**

Katarakt cerrahisi günümüzde dünya üzerinde en çok uygulanan cerrahi işlemlerdendir. Tarihte kataraktın belgelenen ilk tedavisi mil çekmedir (Fransızca coucher “yatağa yatırmak” eyleminden). Mil çekme göz anatomisinin kısıtlı olarak bilinmesinin bir sonucudur ve genellikle matür kataraktlı hastalara uygulanmıştır (16). Bu yöntemde, skleradan keskin bir bıçakla girilir ve küt bir aletle lens vitreus içine itilirdi. İbni Sina da bu yöntemi uygulamıştır.

Jacques Daviel (1696-1762) tarafından tarif edilen katarakt ekstraksiyonu yönteminde alt korneal kadrandan kesi ile kornea kaldırılıp, lens kapsülü çizilip, nükleus basıyla çıkartılıp, korteks küretajla uzaklaştırılıyordu (16). Daviel’in ekstrakapsüler katarakt ekstraksiyonu (EKKE) mil çekme yöntemine göre önemli bir ilerlemeydi fakat yara iyileşmesi, üvea, retina ve vitreus prolapsusu ile oluşan ciddi inflamasyondan dolayı Daviel bu yöntemi % 50 başarılı olarak tarif etmiştir (16). Sonrasında ilk olarak Samuel Sharp 1753’de başparmağı basısı ile kapsülü sağlam bırakarak kataraktlı lense limbal kesiden çıkararak ilk başarılı intrakapsüler katarakt ekstraksiyonunu (İKKE) yapmıştır. İngiliz cerrah Harold Ridley 1949 yılında ilk İOL’ü implante etmiştir (16). İlk defa fakoemülsifikasyon yöntemini 1967’de Charles Kelman

tanıtmıştır (16). Kelman 1965 yılında günümüzdeki fakoemülsifikasyon cihazının temelini oluşturan irrigasyon aspirasyon ünitesini geliştirmiştir. 1967 yılında ise, enükleasyon planlanan ağırlı ve görmeyen bir gözde ilk fakoemülsifikasyon işlemini uygulamıştır (34). 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 (35). Konvansiyonel fakoemülsifikasyon yöntemi 3 mm'lik bir kesiden ön kamaraya girilerek ultrasonik enerji ile lens nükleusunun parçalanması ve bütün lens materyalinin otomatik irrigasyon-aspirasyon sistemi ile göz dışına çıkartılmasıdır (36). Ancak İOL yerleştirilebilmesi için kesinin genişletilmek zorunda kalınmasından dolayı fakoemülsifikasyon yöntemi 1980'li yıllara kadar geniş kabul görmemiştir (36).

1984 yılında Mozocco'nun katlanabilir İOL'ü tanıtması, 1984-1985 yıllarında Gimbel ve Neuhan tarafından kapsüloreksisin geliştirilmesi, dikişsiz uygulanan "self-sealing" korneal ve skleral tünel insizyonların geliştirilmesi, fakoemülsifikasyon yönteminde endotel travmasını azaltan viskoelastiklerin geliştirilmesi, hidrodiseksiyon ve hidrodelineasyonun tanımlanması, tekniğin ilerlemesine önemli katkıda bulunarak fakoemülsifikasyonu bugünkü popülaritesine ulaştırmıştır (37).

### **2.3.2.2. Fakoemülsifikasyon prensipleri**

Fakoemülsifikasyon ultrason enerjisi kullanarak katarakt nükleusunun parçalara ayrılıp bu parçaların emülsifiye edilerek temizlenmesini içeren cerrahidir. Fakoemülsifikasyon aygıtlarında temel olarak üç ana sistem vardır. Bunlardan ilki ultrason enerjisidir. Ultrason enerjisi kataraktlı lense 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 askılı şişe sistemidir. Bu sistem sayesinde ultrason etkisiyle oluşan parçacıklar emilirken ÖKD korunmuş olur. Üçüncü sistem ise aspirasyon sistemidir ki bu sistem ultrason enerjisinin itme etkisiyle parçalara ayrılmış olan nükleus içeriğinin fako elciğinin ucundan ayrılmasını önler (38). Bu üç sistem ayak pedalı ile kontrol edilir. Fakoemülsifikasyon yönteminde küçük kesi ile kapalı bir sistem oluşturulur ve bu sayede giren-çıkan sıvı dengesi sağlanarak ÖKD korunmuş olur (38).

Fakoemülsifikasyon cihazının irrigasyon, aspirasyon ve parçalama özellikleri bulunmaktadır.

İrrigasyon: Ultrasonik ucun çevresinde sağlanan sürekli irrigasyon ile hem ÖKD sağlanabilmekte , hem de irrigasyon sıvısının soğutucu etkisi ile fakoemülsifikasyon sırasında ortaya çıkan ısının çevre dokulara hasar vermesi önlenmektedir.

Aspirasyon: Fakoemülsifikasyon cihazının aspirasyon sistemi pompa özelliğine bağlı olarak değişmektedir. Üç çeşit aspirasyon pompası vardır. Bunlar:

1) Peristaltik pompa: Bükülebilen tüp boyunca hareket ederek sıvıyı tüp boyunca ilerleten ve fako ucunda aspirasyon kısmında vakum yaratan bir set silindirden oluşur. Vakum cevap zamanı bu pompada nispeten hızlı olup, silindirlerin hızı arttıkça lineer kontrol sağlanır.

2) Ventüri pompası: Ventüri prensibine bağlı olarak vakum oluşturur. Bir uçtan sıvı veya gaz akışı gazın akış hızı ile doğru orantılı olarak vakum yaratır. Bu sistem vakumda hızlı ve lineer bir artış üretir ve uçtan akımı durdurarak ortama hemen çıkış yapmaya izin verir.

3)Diyafram pompası: İç ve dış kısmında tek taraflı kapakçıkları bulunan sıvı kamarası ve üstünde bükülebilen diyaframdan oluşur. Diyafram çıkış kapakçığını kapatan boşlukta kısmi vakum yaratır, sıvının boşlukta akmasını sağlar. Diyafram içeri hareket ettiğinde kamaradaki basıncı artırır ve çıkış kapakçığını açarken giriş kapakçığını kapatır. Bu tip pompa sistemi vakumda daha yavaş bir artış sağlar. Aspirasyon çıkışının devamlı tıkanması ile vakum giderek artan bir şekilde yükselmeye devam eder (38).

Bütün pompalardaki sistem oklüzyonun oluşmasına bağlıdır. Aspirasyon yolu tıkanmadığı sürece emme etkisi oluşmayacaktır. Genel olarak bu pompaların hepsi etkilidir. Vakum yükselme zamanı değişik pompa tiplerinde farklıdır. Vakum yükselme zamanı aspirasyon akış hızı ile ters orantılıdır. Akış hızı arttıkça yükselme zamanı kısalmaktadır. Karşıt olarak, aspirasyon akış hızı yarıya indiğinde vakum yükseliş zamanı iki katına çıkar (38).

Parçalama: Cihazın elciğindeki piezoelektrik kristali ile elektrik enerjisi, yüksek frekanslı bir titreşim yaratır ve bu titanyum uca uzunlamasına iletilir. Elde edilen mekanik enerji lens materyalinin emülsifikasyonunu sağlar. Fakoemülsifikasyon gücünün dağıtılması; kavitasyon, şok dalgaları, kesme kuvveti ve uçtaki ısı oluşumu nukleus parçalanmasını kolaylaştırır. Ancak prob ucunun uzunlamasına darbesi nukleus parçalarını, aspirasyon çekse de, uzaklaştırma eğilimindedir. Devamlı fakomekanik emülsifikasyon süresiz kavitasyondan enerji olarak daha az verimlidir. Fakoemülsifikasyon gücünün dağıtılmasından dolayı ısı oluşumu kesi yerinde yanıklar oluşturabilir. Elde edilen mekanik enerji lens materyalinin emülsifikasyonunu sağlar. Fakoemülsifikasyon gücünün daha verimli bir şekilde dağıtılması amacıyla pulse (kesintili) ve burst (patlama) gibi modlar geliştirilmiştir. Çeşitli açılarda fakoemülsifikasyon uçları kullanılabilir (38).

Fakoemülsifikasyonun avantajları şunlardır (38) :

- Derin bir ön kamara sağlandığından elciğin endotele, arka kapsüle ve irise teması engellenmektedir.
- Korteks aspirasyonu çok daha hızlı ve tam olarak yapılabilir.
- İOL daha küçük bir kesiden implante edilebilir.
- Kapsüloreksis sayesinde İOL santralizasyonu sağlanabilir.
- Cerrahi sırasında GİB normal sınırlarda tutulduğundan arka kapsül yırtılması riski azalmaktadır.
- Küçük kesi nedeniyle postoperatif astigmatizma daha az olmakta ve daha hızlı görsel iyileşme gerçekleşebilir.
- Büyük kesiye ait komplikasyonlar (sızdırma, hipotoni, iris prolapsusu vb.) azalmıştır.

Bütün bu avantajlarının yanı sıra, fakoemülsifikasyon yöntemi belirgin bir öğrenme süreci gerektirmekte ve bu süreçte birtakım intraoperatif komplikasyonlar sık görülebilmektedir. Özellikle geniş kesili katarakt cerrahisi uygulayanların tamamen yeni bir yaklaşım olan fakoemülsifikasyon yöntemine geçişleri sırasında görülebilen komplikasyonlar, cerrahın deneyim kazanmasıyla giderek azalmaktadır. Ameliyatın başlıca basamakları; pupilla dilatasyonu ve anesteziyi takiben saydam korneal kesi yapılması, ön kamaraya viskoelastik madde verilmesi, sirküler kapsüloreksis, hidrodiseksiyon, fakoemülsifikasyon, korteks temizliği ve kapsül içine İOL yerleştirilmesidir.

### **2.3.2.3. İOL gücü hesaplamada kullanılan parametreler**

Fakoemülsifikasyon cerrahisinde implante edilecek İOL gücünün hesaplanması için geliştirilen formüllerde çeşitli parametreler kullanılır. AL ölçümü İOL gücü hesaplamalarında kullanılan en önemli parametrelerden biridir ve doğru olarak ölçülmesi çok önemlidir. Korneanın, lensin ön ve arka yüzeyi ile retinanın maksimum ekojenite verdiği nokta ölçülür. Korneanın tepesi ile vitreoretinal ara yüzey arasındaki mesafe AL olarak ölçülür (39). Postoperatif refraktif hataların %54-68'nin hatalı AL ölçümünden kaynaklandığı bilinmektedir (40). AL ölçümünde 1 mm'lik hata postoperatif refraksiyona 2.7 D olarak yansır (41). AL ölçümü çeşitli cihazlar kullanılarak kontakt ve non-kontakt yöntemle yapılabilir. Kontakt yöntemle pratikte en sık karşılaşılan hata, korneaya bası yapılmasıdır. Non-kontakt ölçüm tekniğine göre kontakt teknikte aksiyel uzunluk 0.24 mm kısa çıkmaktadır. Bunun



sonucunda 0.6 D'lik refraksiyon hatası ortaya çıkmaktadır (42). Ölçüm hatalarının bir diğer nedeni ise aletten kaynaklanan kalibrasyon hatalarıdır. Aletin düzenli kalibrasyonunun yapılması bu hataları azaltacaktır (43). Günümüzde AL ölçümünde en sık kullanılan kontakt yöntem ultrasonografi iken, non-kontakt yöntem parsiyel koherens interferometri yöntemidir.

İOL gücü hesaplama formüllerinde kullanılan parametrelerden diğeri korneanın keratometrik değeridir. Keratometrik ölçümde yapılan 1 D'lik ölçüm hatası, ameliyat sonrası dönemde refraksiyonu yaklaşık 1 D etkilemektedir (44). Yapılan çalışmalarda ölçüm hatalarının yaklaşık %25'inin kornea kırıcılık hesaplamalarından kaynaklandığı bildirilmiştir (40, 45).

İOL gücü hesaplamalarında tahmini ÖKD de kullanılmaktadır. ÖKD, kornea tepesi ile İOL'ün ön yüzü arasındaki uzaklıktır. Her lens için öngörülen bir ÖKD değeri vardır. ÖKD yerine efektif lens pozisyonu (ELP) terimi de kullanılabilir. Operasyon öncesi bu değeri ölçmek mümkün değildir. Üretici firma tarafından lens tipine ve cerrahi tekniğe göre bu değerler bildirilir. Lens tasarımına, yerleşim yerine ve AL'ye bağlı olarak postoperatif ÖKD değişiklik gösterir. Sabit bir ÖKD kullanıldığında, uzun gözlerde ÖKD daha az olacağından postoperatif hipermetropik hataya, kısa gözlerde ise ÖKD daha çok olacağından postoperatif miyopik hataya neden olur (46). Cerrahi teknik ÖKD'yi etkileyen faktörler arasında sayılabilir. ÖKD kapsüloreksis büyüklüğü ile ilişkilidir. Büyük kapsüloreksiste İOL'ün öne doğru eğimi artacak ve ÖKD azalacaktır. Lensin kapsül içi veya sulkusa yerleşimi de ÖKD'yi etkileyecektir. İOL'ün öne doğru yerleştirilmesi operasyon sonrası refraksiyona miyopik yönde, arkaya doğru yerleştirilmesi ise hipermetropik yönde katkıda bulunacaktır. Arka kamara İOL'de tahmini ÖKD 4.0-5.3 mm arasında değişmektedir. Tahmini ÖKD ön kamara lenslerinde 2.8-3.3 mm, iris fixasyonlu lenslerde 3.3-3.5 mm'dir (39). İOL kalınlığı, konveksite şekli, optik haptik açısı ÖKD'yi etkileyen faktörlerdendir (47). Tahmini ÖKD'de 1 mm'lik hata miyopik gözde 1.00 D, emetropik gözde 1.5 D, hipermetropik gözde 2.5 D refraksiyon hatasına yol açabilmektedir (46). Hata doğrudan implante edilen lensin gücü ile orantılıdır. 0.5 mm yanlış yerleştirilen 20 D gücünde bir lens postoperatif refraksiyonda 1.00 D hataya yol açarken, aynı mesafede hata ile yerleştirilen 30 D gücündeki lens 1.5 D hataya yol açmaktadır (48). Hataları engellemek için ölçümlerin deneyimli kişilerce yapılması ve ölçüm yapılan aletlerin kalibrasyonunun düzenli aralıklarla yapılması gerekmektedir. Eğer AL 22 mm'den kısa ya da 25 mm'den uzunsa, ortalama korneal güç 40 D'den küçük ya da 47 D'den büyükse, her iki göz arasında korneal güç farkı 1.00 D'den fazlaysa, aksiyel uzunluk farkı 0.3 mm'den fazlaysa veya hesaplanan lens gücü standart değerden 3.00 D ve üstü farklı ise ölçümlerin tekrarlanarak kontrolünün yapılması

önemlidir. Ölçüm sırasında probun optik aksla çakışması ve her bir lens tipi ve cerrah için kişiselleştirilmiş A sabiti değerinin ve tahmini ÖKD'nin kullanılması gerekmektedir.

#### 2.3.2.4. İOL gücü hesaplama formülleri

Fakoemülsifikasyon cerrahisinde implante edilecek İOL gücünün doğru tahmini, biyometrik ölçümün yanı sıra uygun formül seçimi ile de ilişkilidir. Katarakt cerrahisi sonrasında İOL implantasyonu yapılmaya başlandığından beri çeşitli İOL gücü hesaplama formülleri kullanılmış olup bunların bir kısmı zamanla terk edilmiştir. İOL gücü hesaplama formülleri teorik ve regresyon formülleri olarak sınıflandırılmaktadır. Teorik formüller (fiziksel, gerçek, kuramsal) geometrik optik prensiplere dayanırken, regresyon formülleri (deneysel, ampirik) hasta verilerinin retrospektif olarak incelenmesi ile elde edilmiştir. Daha sonraki dönemde ikinci, üçüncü ve dördüncü kuşak formüller geliştirilmiştir.

**1. Teorik Formüller:** Gauss, 19. yy ortalarında gözün optik sistemini Gauss optiği olarak tanımlamıştır ve bu formül günümüze kadar değişmemiştir. Gauss optiğini 1967'de İOL'lere ilk uygulayan Fyodorov olmuştur. Farklı araştırmacılar, farklı şekillerde teorik formüller önermesine rağmen, bu formüllerde yalnız retina kalınlığı, kornea indeksi veya kornea başlangıç noktası gibi önemsiz varyasyonlar görülür.

Fyodorov formülünde 6 değişken vardır;

$$\underline{\text{IOL}} = \frac{1336}{Alo - ELPo} - \frac{1336}{\frac{1336}{\frac{1000}{DpostRx} - V} + Ko} - ELPo$$

- Ko: optik net kornea gücü,
- Alo: optik aksiyel uzunluk,
- İOL: İOL efektif pozisyonu,
- DpostRx: tasarlanmış refraksiyon,
- V: Tasarlanmış refraksiyon için verteks uzaklığı.
- ELPo: efektif lens pozisyonu,

Teorik formüller temel olarak gözün optik modelini kullanır. Uzaktan gelen ışınların retina üzerinde odaklanması esasına dayanır. Kornea refraktif indeksi, aköz refraktif indeksi, ÖKD, AL ve diğer faktörler değişik tahminler yapılmasına olanak sağlar. Bu formüllerde emetropik İOL hesabı için AL, K ve ameliyat sonrası ÖKD'ye ihtiyaç vardır. Esas olarak tüm araştırmacıların formülleri, pupil alanında bulunan merceğin verjans etkisinden korneanın pupilla alanında oluşturduğu verjans etkisinin çıkarılmasına dayanır. Teorik formüller, düzeltme faktörleri dışında aynıdır ve matematiksel olarak aşağıda gösterilmiştir:

$$P = \frac{n}{L - \text{ÖKD}} - n \cdot \frac{k}{n - k \cdot \text{ÖKD}}$$

- P: emetropi için lens gücü,
- n: aköz ve vitreus refraktif indeksi,
- L: Aksiyel uzunluk,
- k: kornea kırıcılığı,
- ÖKD: ameliyat sonrası tahmini ön kamara derinliği.

**2. Regresyon Formülleri:** Komplikasyonsuz İOL implantasyonu yapılmış gözlerin, ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası verilerinin retrospektif analizlerinden çıkarılmışlardır. Ameliyat sonrası sonuçları AL, K ve emetrop İOL gücü ile karşılaştırılmasıyla en uygun denklem bulunmaya çalışılmıştır. Emetropi için formül şu eşitliğe dayanır:

$$P = A - B.L - C.K$$

- P: Emetropi için güç,
- L: Aksiyel uzunluk,
- K: Kornea kırıcılığı,
- A,B,C: Sabit.

Bunlardan en popülerleri Retzlaff, Sanders ve Kraff tarafından 1980'de tanımlanan SRK formülüdür. A kişisel A sabiti, B: 2.5, C: 0.9 olarak alınmıştır.

$$P = A - 2.5AL - 0.9K$$

- P: İOL gücü
- AL: Aksiyel uzunluk
- K: Korneal güç

A sabiti her lens ve firma için farklı olup İOL retinaya yaklaştıkça artar. S-SRK kısa gözler için geliştirilen SRK formülüdür:

$$S - SRK = A - 2.5L - 0.9K + 1.4 - 1.45R$$

L-SRK uzun gözler için geliştirilen SRK formülüdür:

$$L - SRK = A - 2.5L - 0.9K - 1.69R - 1.69$$

SRK-T ise teorik bir formüldür, daha ziyade uzun gözler için geliştirilmiştir. SRK-II, SRK formülünün modifikasyonudur ve tüm dünyada en çok kullanılan İOL hesaplama formüllerinden biridir (49). Teorik ve regresyon formülleri, çoğunu normal gözlerin oluşturduğu hesaplamalar ile oluşturulmuştur ve 22-24.5 mm arasındaki gözlerde refraktif hataların az olduğu kabul edilir. Fakat teorik formüller kısa gözlerde istenenden daha yüksek, uzun gözlerde istenenden daha düşük İOL gücü verir. Böylece kısa gözlerde miyopiye, uzun gözlerde ise hipermetropiye yol açar. Regresyon formüllerinde ise bunun tam tersi olur. Kısa gözlerde hipermetropi, uzun gözlerde miyopiye sebep olurlar (50, 51). Bu nedenle ameliyat sonrası refraksiyon hatasını azaltmak için ikinci kuşak formüller geliştirilmiştir.

### 3. İkinci kuşak formüller:

a) **Teorik:** SRK-T, Holladay, Hoffer, Shammaş.

b) **Regresyon:** SRK-II, Donziz-Kastl-Gordon, Gills, Thompson-Maumenee.

Bu formüller 22.0-24.5 mm arasındaki gözlerde iyi sonuç vermesine rağmen, uzun ve kısa gözlerde güvenilirlikleri düşüktür. Bu anormal gözlerdeki hatayı azaltmak için, 1988'de lineer regresyon formülü olarak SRK-II, 1990'da ise teorik formül olarak SRK-T geliştirilmiştir. İkinci kuşak formüller olarak bilinen bu formüllerde; Binkhorst, Hoffer, Olsen ve Holladay

formüllerinde ameliyat sonrası ÖKD, Shammas formülünde ise kısa ve uzun gözler için AL düzeltme faktörü bulunmaktadır (52).

#### **4. Üçüncü kuşak formüller:**

- SRK-T
- Holladay I
- Hoffer Q

Birçok oftalmolog tarafından halen en sık kullanılan formüllerdir. Bu formüller sadece AL ve korneal kurvatür değerlerini kullanarak, İOL pozisyonu tahmini yaparlar. Wolfgang Haigis tarafından geliştirilen iki değişkenli Haigis formülü, AL ve preoperatif anterior korneadan lens ön yüzüne kadar olan mesafeyi kapsayan ÖKD değerini kullanarak özellikle kısa gözlerde daha doğru sonuçlar vermektedir. Doğrulukları ÖKD tahmininin daha isabetli olmasına bağlanmaktadır.

#### **5. Dördüncü kuşak formüller:**

- Holladay II
- Olsen formülü

Bu formüller üçüncü kuşak formüllerden farklı olarak iki değişken yerine dört değişken kullanırlar; AL, korneal kurvatür, ÖKD ve lens kalınlığı. Optik düşük koherens reflektometri (ODKR) yönteminden önce lens kalınlığını hesaplamamanın tek yolu, immersiyon veya kontakt biyometri yöntemi ile bu formülleri kullanmaktan geçmekteydi. Sadece optik biyometri kullanan veya lens kalınlığını ölçme imkanı olmayan cerrahlar tarafından kullanılmayan bu formüller, ODKR'nin lens kalınlığını ölçebilme özelliği sayesinde daha çok kullanılmaya başlanmıştır.

İOL ölçümü için geliştirilen formüllerin hangisinin daha üstün olduğu konusunda kesin bir görüş birliği yoktur. Günümüzde sık kullanılan İOL gücü hesaplama formülleri SRK-T, SRK-II, Hoffer Q, Haigis, Holladay formülleri olmakla birlikte tüm dünyada en sık kullanılan İOL gücü hesaplama formülü SRK-T'dir. Hoffer, yaptığı çalışmalarda Hoffer Q formülünün 22 mm'den kısa gözlerde daha doğru sonuç verdiğini, SRK-T formülünün ise 26 mm'den uzun gözlerde daha doğru sonuç verdiğini göstermiştir. 24.5-26 mm arasında AL'ye sahip gözlerde ise Holladay I formülü daha iyi sonuçlar vermektedir. 22-24.5 mm arasında AL'ye sahip gözlerde bu üç formülün de birbirine yakın sonuçlar verdiği belirtilmektedir (53). Hoffer Q kısa ve ortalama gözlerde mükemmel sonuçlar vermektedir. Holladay formülü ortalama ve orta

AL'ye sahip gözlerde iyi sonuç verirken, SRK-T çok uzun gözlerde iyi sonuçlar vermektedir (54, 55).



### 3. HASTA ve YÖNTEM

Ocak 2012- Haziran 2014 tarihleri arasında Bezmialem Vakıf Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı'nda fakoemülsifikasyon operasyonu uygulanan hastaların verileri retrospektif olarak değerlendirildi. Etik kurul onayı Bezmialem Vakıf Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu'na onaylanmıştır (Etik Kurul No: 71306642/050-01-04/130, 21.05.2014). Çalışma Helsinki bildirgesi ve iyi klinik uygulamalar klavuzuna uygunluk gözetilerek yürütüldü.

Dahil edilme kriterleri:

- > 40 yaş,
- Standart komplikasyonsuz fakoemülsifikasyon cerrahisi yapılan ve kapsül içine İOL yerleştirilen hastalar

Dışlanma kriterleri:

- Geçirilmiş göz cerrahisi veya travması olan hastalar,
- Korneal patoloji,
- Üveit,
- Glokom,
- Psödoeksfolyasyon sendromu,
- Arka segment patolojisi olan,
- Ön kamara parametrelerini ve GİB'i etkileyecek sistemik ya da topikal ilaç kullanan,
- Preoperatif -1,00 D'den fazla astigmatizması bulunan,
- Postoperatif -1,00 D'den fazla astigmatizması bulunan,
- Gebe hastalar,
- Aksiyel uzunluğu < 22 mm ve >24 mm olan hastalar,
- Ameliyat sırasında ya da sonrasında komplikasyon (kapsüloreksisin tamamlanamaması, iris prolapsusu, arka kapsül perforasyonu, kornea yanığı, zonül diyalizi, ameliyat sonrası fibrin reaksiyon ve korneal ödem) gelişen hastalar,
- Ön kamara parametrelerinden verileri eksik olan hastalar çalışma dışı bırakıldı.

Az görme şikayeti ile kliniğimize başvuran hastalardan katarakt tanısıyla operasyon endikasyonu verilenlere Pentacam Scheimpflug (Oculus, Wetzlar, Germany) cihazı ile ÖKD, ÖKH, ÖKA değerleri ölçümü, İOL Master 500 (Carl Zeiss Meditec, Jena, Germany) ile AL

ölçümü yapıldı. Hastaların tamamında standart fakoemülsifikasyon-İOL implantasyonu cerrahisi uygulandı. Ameliyatlar topikal anestezi altında birden fazla cerrah tarafından yapıldı. Fakoemülsifikasyon-İOL implantasyonu cerrahisinden 30 dakika önce gözlere %1 siklopentolat hidroklorid ve %1 tropikamid damla damlatılarak pupilla dilatasyonu sağlandı. Periorbital bölge ve göz kapakları %10 povidon-iyot solüsyonuyla dezenfekte edildi. Hastanın üzeri ameliyat örtüsü ile kirpikler örtü altında kalacak şekilde örtülerek kapak ekartörleri ile göz kapakları açıldı. Kornea ve konjonktivaya %0.5'lik proparakain hidroklorür damlası damlatılarak topikal anestezi sağlandı. %5 povidon-iyot solüsyonu ile kornea ve konjonktiva yıkandıktan sonra 3 dakika beklenerek salin solüsyonla irrije edildi. Keratometrik ölçümlere göre korneal kesi yeri (süperior veya temporal) belirlendikten sonra 2.4 mm genişliğinde üç planlı korneal kesi uygulandı. İntrakamaral %0.5'lik lidokain verilerek lokal anestezi sağlandı. 5,5–6 mm çapında kapsüloreksis yapıldı. Matür kataraktı olan olgularda ön kapsülün görülebilir hale getirilmesi için tripan mavisini boyası kullanıldı. Hidrodiseksiyonun ardından 'stop and chop' tekniği ile nükleus emülsifiye edilerek alındı. Bimanuel irrigasyon aspirasyon ile korteks temizliğinden sonra katlanabilir İOL kapsül içerisine yerleştirildi. 1 mg/ml 0.4 cc sefuroksim intrakamaral verildi. Ön kamaradan sızıntı şüphesi olan olgularda korneaya 1 adet 10/0 nylon sütür konuldu. Sütürler ameliyat sonrası 1. haftada alındı.

Ameliyat sonrası hastalara 4x1 antibiyotikli topikal damla ve 4x1 topikal steroid damla başlandı. Hastalar postoperatif 1. gün, 1. hafta ve 1. ay kontrollerine çağrıldı. Postoperatif kontrollerde otorefraktometre (Nidek ARK-530A) ile refraksiyon ölçümü, air puff tonometre ile GİB ölçümü yapıldı. Hastaların Snellen eşeli ile düzeltilmiş en iyi görme keskinliği tespit edilip kaydedildi. Hastaların kontrollerinde kornea, ön kamara ve fundusu içeren tam biyomikroskopik muayeneleri yapıldı. İkinci hafta kontrolünde muayenesi normal olan hastaların antibiyotik damlası kesildi, steroid damlası ise her hafta birer damla azaltılarak postoperatif 1. ay kontrolünde kesildi. Ayrıca hastalar postoperatif 3. ayda kontrole çağrılarak otorefraktometre ile refraksiyonları ve Pentacam ile ÖKD, ÖKH ve ÖKA ölçüldü.

Çalışmaya dahil edilen hastaların dosyalarından yaşları, cinsiyetleri, biyomikroskopik muayene ile tespit edilen katarakt tipleri (kortikal, nükleer, arka subkapsüler gibi), Pentacam-Scheimpflug ile ölçülmüş preoperatif ve postoperatif 3. ay ÖKD, ÖKH, ÖKA değerleri, İOL Master ile ölçülmüş preoperatif AL değerleri, ameliyat öncesinde hedeflenen refraktif değerleri, SRK-T formülü ile hesaplanan İOL gücü ve postoperatif 3. ayda otorefraktometre ile ölçülmüş refraksiyonların sferik eşdeğeri (sferik değer + silindirik değer/2) kaydedildi. Postoperatif refraktif sapma, Mean Error (ME =postoperatif refraksiyon-hedef refraksiyon) ve Mean Absolute Error (MAE =Mean errorun mutlak değeri) olarak hesaplanıp kaydedildi.



## **İstatistiksel Analiz**

İstatistiksel analizler SPSS versiyon 20 yazılımı kullanılarak yapıldı. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu görsel (histogra) ve analitik yöntemlerle (Kolmogorov –Smirrov testi) incelendi. Tanımlayıcı analizler normal dağılan değişkenler için ortalama ve standart sapmalar kullanılarak verildi. Pearson testi ile korelasyonlar hesaplandı. Değişkenler normal dağıldığından, korelasyon katsayıları ve istatistiksel anlamlılıklar p değerinin 0.05’den küçük olduğu değerler için istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar şeklinde değerlendirildi.



#### 4. BULGULAR

Çalışmada toplam 336 hastanın verileri retrospektif olarak değerlendirildi. Çalışmaya dahil edilme kriterlerini sağlayan 231 hastanın verileri analiz edildi. Hastaların 105'i (%45) erkek, 126'sı (%55) kadındı. 128 hastanın sağ, 103 hastanın sol gözüne yapılan fakoemülsifikasyon sonuçları değerlendirildi. Hastaların ortalama yaşı  $65,9 \pm 14,9$  idi.

Hastaların preoperatif ÖKH  $130,7 \pm 41,4$ , ÖKA  $30,2 \pm 12,2$ , ÖKD  $2,6 \pm 0,4$  iken, postoperatif ÖKH  $172,1 \pm 28,2$ , ÖKA  $42,7 \pm 5,8$ , ÖKD  $4,1 \pm 0,7$  idi.

Hastaların preoperatif refraksiyon değeri  $-2,1 \pm 4,7$  D, hedef refraksiyonu  $-0,2 \pm 0,3$  D iken, postoperatif refraksiyonu  $-0,23 \pm 0,74$  D olarak ölçüldü. Hastalara fakoemülsifikasyon-İOL implantasyonu operasyonunda implante edilen İOL gücü  $21,3 \pm 3,3$  D olarak kaydedildi. Hastaların İOL Master ile ölçülen AL değerleri ise  $23,3 \pm 2,5$  mm olarak saptandı (Tablo 1).

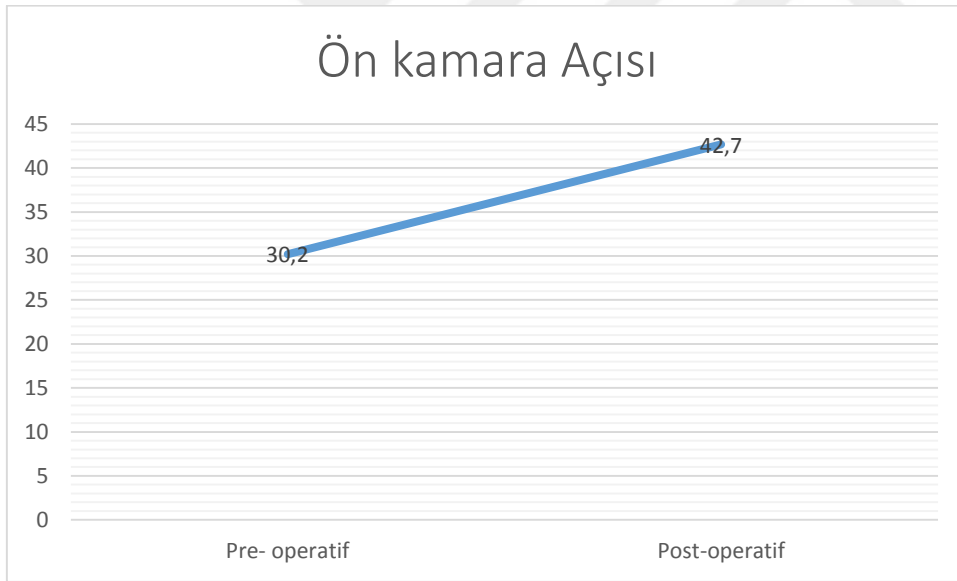
	Ortalama $\pm$ standart sapma
Cinsiyet (Erkek/Kadın)	105/126
Taraf (Sağ/ Sol)	128/103
Hasta yaşı	65,9 $\pm$ 14,9
Pre operatif ön kamara hacmi	130,7 $\pm$ 41,2
Pre operatif ön kamara derinliği	2,6 $\pm$ 0,4
Pre operatif ön kamara açısı	30,2 $\pm$ 12,1
Pre-operatif refraksiyon	-2,1 $\pm$ 4,7
Post-operatif ön kamara hacmi	172,1 $\pm$ 28,2
Post-operatif ön kamara derinliği	4,1 $\pm$ 0,7
Post operatif ön kamara açısı	42,7 $\pm$ 5,8
Post-operatif refraksiyon	-0,23 $\pm$ 0,74
Hedef refraksiyon	-0,2 $\pm$ 0,3
AL	23,3 $\pm$ 2,5
İOL gücü	21,3 $\pm$ 3,3

*Tablo 1: Tanımlayıcı istatistikler AL: Aksiyel uzunluk, İOL: İntraoküler lens*

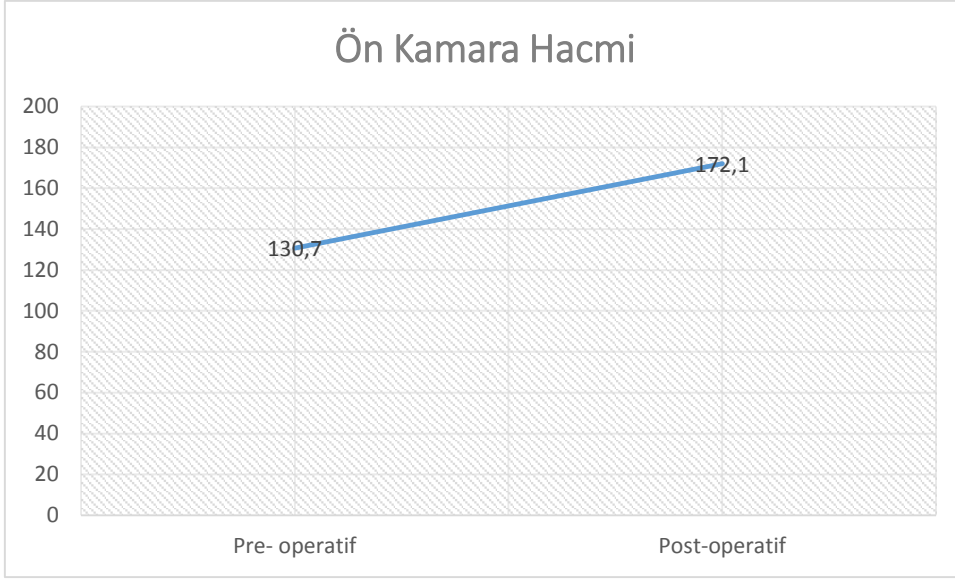
	<i>Pre- operatif</i>	<i>Post-operatif</i>	<i>P değeri</i>
<i>Ön kamara Açısı</i>	30,2 ± 12,1	42,7 ± 5,8	0,0001
<i>Ön Kamara Hacmi</i>	130,7 ± 41,2	172,1 ± 28,2	0,0001
<i>Ön kamara Derinliği</i>	2,6 ± 0,4	4,1 ± 0,7	0,0001

**Tablo 2: Preoperatif-postoperatif ön kamara parametreleri farklılık analizi**

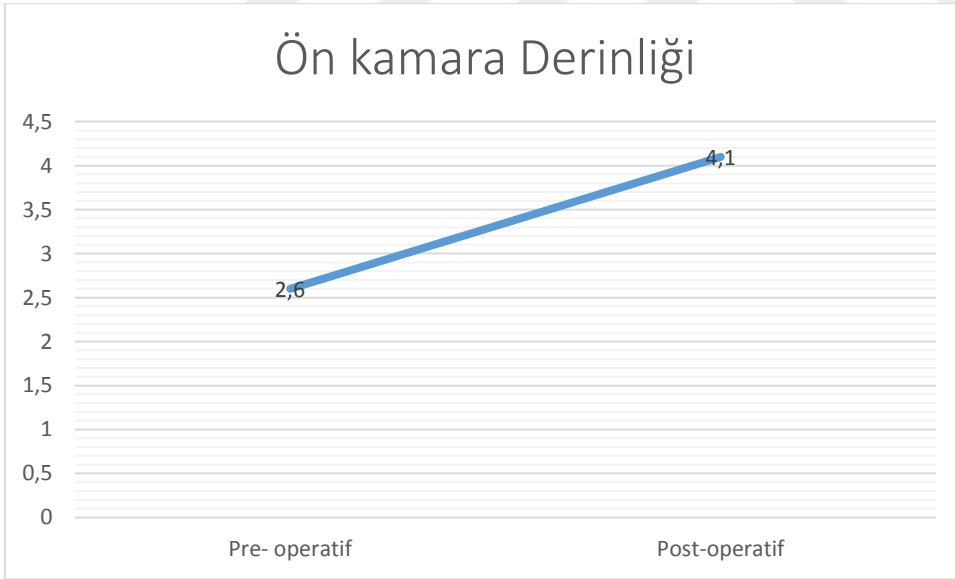
Hastaların postoperatif ÖKA, ÖKH ve ÖKD değerleri preoperatif değerlerine göre istatistiki anlamlı olarak artmıştır ( p:0.001) (Tablo 2) (Resim 5) (Resim 6) (Resim 7).



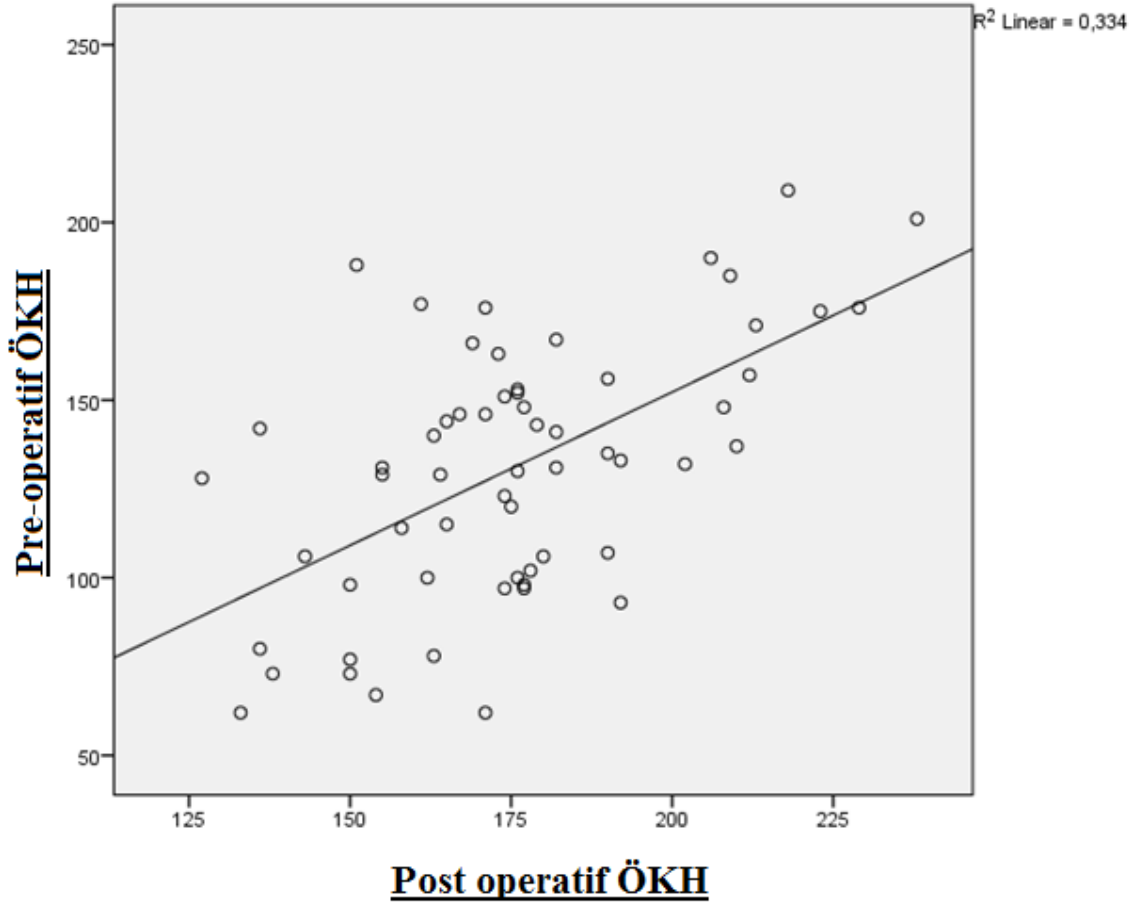
**Resim 5: Preoperatif -postoperatif ön kamara açısı**



*Resim 6: Preoperatif -postoperatif ön kamara hacmi*



*Resim 7: Preoperatif -postoperatif ön kamara derinliği*



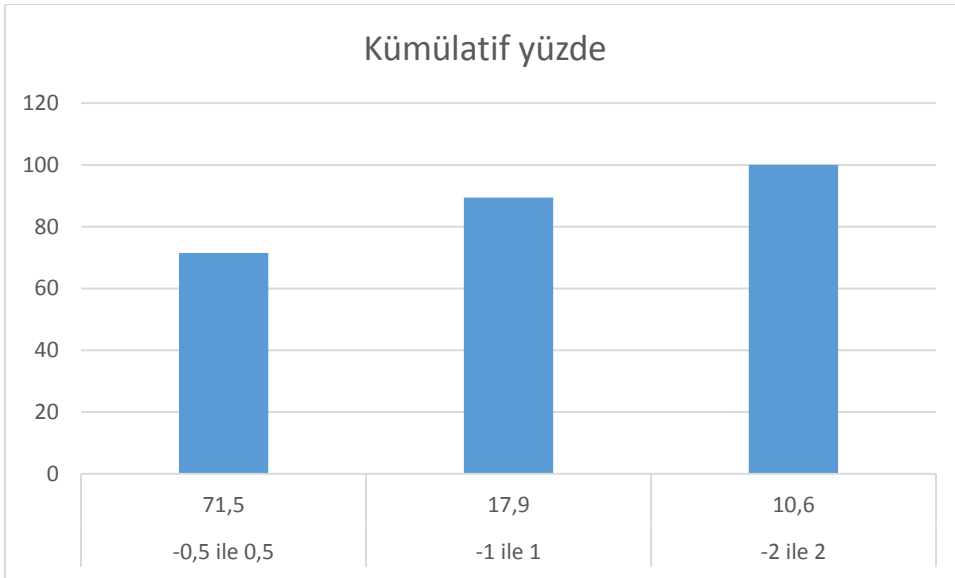
Resim 8: Preoperatif –postoperatif ön kamar hacmi korelasyonu

Preoperatif ÖKH ile postoperatif ÖKH arasında orta dereceli pozitif korelasyon saptanmıştır (Resim 8).

		Yüzde	Kümülatif yüzde
Postoperatif refraksiyon	-0,5 ile 0,5	71,5	71,5
	-1 ile 1	17,9	89,4
	-2 ile 2	10,6	100,0
	Total	100,0	

*Tablo 3: Postoperatif refraksiyon değerleri*

Hastaların %71,5'inde postoperatif refraksiyon değerleri -0,5 ile 0,5 D arasında, % 89,4'unda -1 ile 1 D arasında %100'ünde ise -2 ile 2 D arasında ölçülmüştür (Tablo 3) (Resim 9).



*Resim 9: Post operatif refraksiyon değerleri*

		ME	MAE	AL	pre- derin	pre-açı	pre- volm	pre-ref
ME	PC	1	<b>0,733**</b>	-0,173	-0,032	0,027	-0,083	-0,099
	Sig. (2-tailed)		<b>0,001</b>	0,077	0,725	0,769	0,365	0,342
MAE	PC	-0,733**	1	0,223*	0,080	-0,047	0,122	0,027
	Sig. (2-tailed)	<b>0,001</b>		<b>0,022</b>	0,381	0,610	0,180	0,791
AL	PC	-0,173	0,223*	1	0,149	0,057	0,112	0,321**
	Sig. (2-tailed)	0,077	<b>0,022</b>		0,101	0,531	0,218	<b>0,002</b>
pre-derin	PC	-0,032	0,080	0,149	1	0,290**	0,858**	-0,154
	Sig. (2-tailed)	0,725	0,381	0,101		<b>0,000</b>	<b>0,001</b>	0,061
pre-açı	PC	0,027	-0,047	0,057	0,290**	1	0,263**	-0,155
	Sig. (2-tailed)	0,769	0,610	0,531	<b>0,000</b>		<b>0,000</b>	0,057
pre-volm	PC	-0,083	0,122	0,112	0,858**	0,263**	1	-0,149
	Sig. (2-tailed)	0,365	0,180	0,218	<b>0,000</b>	<b>0,001</b>		0,070
pre-ref	PC	-0,099	0,027	0,321**	-0,154	-0,155	-0,149	1
	Sig. (2-tailed)	0,342	0,791	<b>0,002</b>	0,061	0,057	0,070	

*Tablo 4: Preoperatif ön kamara parametelerinin postoperatif refraksiyon ile korelasyonu*

PC: Pearson korelasyonu. Korelasyon anlamlılık değeri p: 0.01 (2-yönlü). Korelasyon anlamlılık değeri p: 0.05 (2-yönlü).



Katarakt cerrahisi uygulanan hastaların ME ile ÖKA, ÖKD, ÖKH ve AL arasında istatistiki anlamlı korelasyon saptanmamıştır ( $p>0.05$ ). MAE ile ÖKA, ÖKD ve ÖKH arasında da istatistiki anlamlı korelasyon saptanmamıştır. MAE ile AL arasında düşük veya önemsiz korelasyon hesaplanmıştır ( $p:0.02$  pearson korelasyon: 0.22) (Tablo 4).



## 5. TARTIŞMA

Önlenebilir körlük nedenleri arasında olan katarakt, hem az gelişmiş ülkelerde hem de gelişmiş ülkelerde körlüğün önemli nedenlerinden biridir. Tüm dünyada en fazla uygulanan cerrahi işlem katarakt cerrahisidir. 1967'de Kelman'la uygulanmaya başlanan fakoemülsifikasyon yöntemi katarakt cerrahisindeki en önemli gelişmelerden bir tanesi olarak kabul edilebilir. Sürekli geliştirilen yeni aletler ve formüllerle fakoemülsifikasyon cerrahisinde göze implante edilen İOL'ler de her geçen gün daha iyiye gitmektedir. Günümüzde gelişen teknolojiyle preoperatif dönemde yapılan çeşitli ölçümler ve hesaplamalar sonucunda her hastaya ideal güçte İOL implante edilerek postoperatif dönemde emetropiye ulaşmak hedeflenmektedir.

Bugüne kadar fakoemülsifikasyon cerrahisinin ön kamara parametrelerine olan etkisi ile katarakt cerrahisi sonrasında elde edilen refraktif başarı ve preoperatif doğru biyometri, ÖKD, AL ölçümü, farklı AL'ye sahip gözlerde İOL gücü hesaplama formülü seçimi, kullanılan farklı İOL çeşitleri, cerrahi indüklenen astigmatizma gibi postoperatif refraktif başarıya etki eden faktörlerle ilgili çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Fakat literatürde preoperatif ön kamara parametrelerinin katarakt cerrahisi sonrası refraktif sapmayla olan ilişkisini araştıran bir çalışma bulunmamaktadır.

Bu çalışmada kliniğimizde komplikasyonsuz standart fakoemülsifikasyon-İOL implantasyonu operasyonu yapılan 231 hastanın dosyaları retrospektif olarak değerlendirildi. Katarakt cerrahisi sonrası Pentacam ile ölçülen ÖKD, ÖKH ve ÖKA'nın preoperatif değerlere göre anlamlı olarak arttığı gösterildi. Ayrıca Pentacam ile ölçülen ön kamara parametreleri ve İOL Master ile ölçülen AL ile postoperatif refraktif sapma arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır.

Katarakt cerrahisi sonrası ÖKA, ÖKD ve ÖKH'de oluşan değişimi inceleyen Uçakhan ve arkadaşlarının 44 hastanın 44 gözüyle yaptığı çalışmada Pentacam ile ölçülen preoperatif ortalama ÖKA  $35.7 \pm 10.2$ , ÖKD  $3.0 \pm 0.8$ , ÖKH  $164.7 \pm 49.8$  bulunmuş olup postoperatif ÖKA, ÖKD ve ÖKH değerlerinde anlamlı artış saptanmıştır (55). Doğanay ve arkadaşlarının 34 hastanın 42 gözüyle yaptığı çalışmada Pentacam ile ön kamara parametreleri preoperatif, postoperatif 1. ay, 3. ay ve 6. ayda ölçülmüştür. Ortalama preoperatif ÖKA  $33 \pm 6$ , ÖKD  $2.79 \pm 0.42$ , ÖKH  $145 \pm 44$  bulunmuş olup ortalama postoperatif 3. ay ÖKA, ÖKD, ÖKH değerleri sırasıyla  $44 \pm 7$ ,  $4.63 \pm 0.57$ ,  $192 \pm 33$  olarak ölçülmüştür. Postoperatif ve preoperatif ön kamara parametreleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ve ön kamara

parametrelerinin postoperatif 1. aydan itibaren stabil kaldığı saptanmıştır (56). Kim ve arkadaşlarının 45 hastanın 45 gözüyle yaptığı çalışmada ön kamara parametreleri ÖS-OCT ile ölçülmüş olup ortalama preoperatif ÖKD 2.75 ±0.43, ortalama postoperatif ÖKD 4.14 ±0.31, ortalama preoperatif nazal ÖKA 23.21 ±6.70, postoperatif nazal ÖKA 35.16 ±4.65 ölçülmüş olup postoperatif ÖKD’de %50.5, postoperatif ÖKA’da %51.5 artış saptanmıştır, bu çalışmada postoperatif ÖKA ve ÖKD değerinin benzer çalışmalardan farklı olmasının sebebi ölçümlerin postoperatif 3.günde yapılması olarak açıklanabilir (57). Bizim çalışmamızda da literatüre uygun şekilde preoperatif ÖKA 30,2 ±12,1, ÖKH 130,7 ±41,2 ve ÖKD 2,6 ±0,4 iken katarakt cerrahisi sonrası 3. ayda ÖKA 42,7 ±5,8, ÖKH 172,1 ±28,2 ve ÖKD 4,1 ±0,7 olarak ölçülüp istatistiki anlamlı olarak artmıştır (p:0.001).

Kurimoto ve arkadaşlarının 20 hastanın 20 gözünde UBM ile preoperatif ve postoperatif ön kamara parametrelerini ölçüp karşılaştırdığı çalışmasında fakoemülsifikasyon-İOL implantasyonu cerrahisinden sonra ÖKD ve ÖKA’da preoperatif değerlere göre anlamlı artış saptanmıştır. Ayrıca preoperatif ÖKD ve ÖKA ile postoperatif değerlerde oluşan değişim arasında negatif korelasyon tespit edilmiştir. Yani preoperatif ÖKD daha küçük olan vakalarda postoperatif ÖKD’de artış daha fazla olmaktadır. Benzer şekilde preoperatif ÖKA daha dar olan vakalarda postoperatif ÖKA’daki genişleme daha fazla olmaktadır (58).

Yağcı ve arkadaşlarının 30 hastanın 39 gözüyle yaptığı çalışmasında da literatüre uyumlu bir şekilde postoperatif Pentacam ile ölçülen ÖKD, ÖKA ve ÖKH değerleri preoperatif değerlere göre istatistiki anlamlı artmış olarak bulunmuştur (59).

Kliniğimizde yapılan fakoemülsifikasyon-İOL implantasyonu cerrahisi sonrasında hedeflenen refraktif değere ulaşma başarısı incelendiğinde hastaların postoperatif refraksiyon değerleri %71,5 inde -0,5 ile 0,5 D, %89,4’unda -1 ile 1 D arasında, %100’ünde ise -2 ile 2 D arasında ölçülmüştür. Simon ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada 1275 fakoemülsifikasyon-İOL implantasyonu cerrahisi sonucu elde edilen hedef refraksiyona ulaşma başarısı ve hedef refraksiyondan sapmaya sebep olan faktörler araştırılmıştır. Postoperatif refraktif sapma 0.1 ±0.6D ortalama ile -4.5 D ile +2.5 D arasında değişmekte olup yapılan 1275 cerrahinin 1196 (94%) tanesinin hedef refraksiyondan sapması ±1.0 D iken, 867 (%67) tanesinin sapması ±0.5 D olarak hesaplanmıştır. Regresyon analizi ile yaş, cinsiyet, ırk, eşlik eden oküler patoloji varlığı, implante edilen lens tipi, intraoperatif komplikasyon varlığı değişkenlerinden hangilerinin postoperatif refraktif başarıyı daha fazla etkilediği araştırılmış ve sadece eşlik eden oküler patoloji varlığının postoperatif refraktif başarıyı etkilediği tespit edilmiştir. Çalışmaya alınan hastalarda eşlik eden oküler patolojilerin yaşa bağlı maküla dejenerasyonu, glom, psödoeksfolyasyon, yüksek astigmatizma, yoğun katarakt, rekürren HSV enfeksiyonu ve HIV

varlığı olduğu kaydedilmiştir. Eşlik eden oküler patolojisi olan hastalar çıkarıldıktan sonra geriye 765 (tamamının %60'ı) vaka kalmış olup bu alt gruptaki vakaların %98.8'inde (765) postoperatif refraksiyon ortalama  $0.1 \pm 0.6$  D olup -1.3 D ile +1.4 D arasında değişmektedir. Bu hastalar arasında tekrar regresyon analizi yapıldığında sadece yaş anlamlı bulunmuş olup eşlik eden oküler patolojisi olmayan hastalar arasında daha ileri yaştaki hastalarda postoperatif refraktif sapmanın daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Diğer bağımsız değişkenlerden hiçbirinin postoperatif refraktif başarıya ulaşmada anlamlı etkisinin olmadığı saptanmıştır (60). Bizim çalışmamızda baştan eşlik eden oküler patolojisi olan vakalar alınmadığı için postoperatif refraktif başarı daha yüksek çıkmıştır. Ayrıca yüksek postoperatif refraktif sapma oluşmasını önlemek için İOL etiketlenmesi, İOL gücü hesaplanması, doğru hastaya doğru İOL'ün implante edilmesi konusunda kliniğimizde çalışan tüm cerrah ve personelin çok dikkatli olması kliniğimizdeki yüksek refraktif başarıda etkili olan önemli faktörlerdendir.

Kugelberg ve arkadaşlarının 23244 vakayla yaptığı çok merkezli prospektif çalışmasında postoperatif refraktif sapmaya etki eden faktörler araştırılmıştır. Ortalama postoperatif refraktif sapma bayanlarda erkeklere göre anlamlı olarak yüksek bulunmuştur. Preoperatif düşük vizyonlu olan ve opere edilen gözde eşlik eden glokomu olan vakalarda postoperatif refraktif sapma anlamlı olarak daha fazla tespit edilmiştir. İkinci göz cerrahisinde hedef refraksiyona ulaşma başarısı birinci göz cerrahisinden daha yüksek çıkmamıştır. Bazı kliniklerin diğerlerine göre istatistiki anlamlı olarak daha yüksek postoperatif refraktif başarıya sahip olduğu tespit edilmiştir (61). Bu da her hastaya doğru İOL gücü hesaplama formülü seçilmesi, preoperatif ölçümlerin doğru aletlerle en doğru şekilde yapılması, doğru İOL etiketlenmesi, doğru hastaya doğru İOL'ün implante edilmesi konusunda cerrahların ve tüm göz kliniği çalışanlarının, ameliyathane personelinin çok dikkatli olması gerektiğini bir kez daha vurgulamaktadır.

Preoperatif AL değerinin postoperatif refraktif sapmayı etkilediği bilinmektedir. Juan ve arkadaşlarının 171 vakayla yaptığı çalışmada hastalar AL değerlerine göre  $< 22$  mm, 22-25 mm arası ve  $> 25$  mm olmak üzere üç gruba ayrılarak postoperatif refraktif sonuçlar incelenmiştir. 22-25 mm arasında AL'si olan grup en iyi postoperatif düzeltilmemiş görme keskinliğine sahip olarak bulunmuştur. AL'si 22 mm'nin altında olan hasta grubunda refraktif sonuç diğer gruplara göre daha kötü olarak saptanmıştır. Sonuç olarak AL'nin katarakt cerrahisi sonrası refraktif başarıyı ve düzeltilmemiş görme keskinliğini etkilediği tespit edilmiştir (62).

Norrbay ve arkadaşlarının çalışmasında İOL gücü hesaplamasında oluşan hata kaynakları araştırılmış olup; postoperatif İOL pozisyonunun preoperatif tahmini %35, postoperatif refraksiyon kararı %27, preoperatif AL ölçümü %17, pupil büyüklük farkları %8 oranda hatadan sorumlu bulunmuştur (63).

Ueda ve arkadaşlarının çalışmasında dilate edilmiş pupilden Pentacam ile ölçülen katarakt dansitesi ve İOL Master ile ölçülen postoperatif ve preoperatif AL değerleri arasındaki fark ile postoperatif refraktif sapma arasında korelasyon bulunmuştur. Yüksek dansiteli kataraktı olan vakalarda postoperatif refraktif sapmanın daha fazla olacağı göz önünde bulundurulmalıdır (64).

Guzowski ve arkadaşlarının 135 hastanın 198 gözüyle yaptığı çalışmada postoperatif refraktif sapma hastaların %44'ünde -0.50 D ile +0.50 D arasında, %74'ünde -1.00 D ile +1.00 D arasında olup postoperatif refraktif başarı bizim çalışmamızdan düşük saptanmıştır. Bu çalışmada bizimkinden farklı olarak elde edilen postoperatif refraktif sapma ile preoperatif refraksiyon arasındaki ilişkiye de bakılmıştır. Preoperatif emetropik gözlerin çoğu postoperatif emetrop veya emetropa yakın kalırken, preoperatif miyopik gözlerde daha çok hipermetropik değişim, preoperatif hipermetropik gözlerde ise postoperatif miyopik değişim görüldüğü raporlanmıştır (65).

Yapılan çalışmalara göre katarakt cerrahisi sonrası erken dönemde bakılan refraksiyonun son refraksiyona göre miyopik yönde farklılık gösterdiği bilinmektedir. Bunun sebebi postoperatif erken dönemde bazen korneanın tam saydam olmaması, pupillanın kısmi dilate olması ve İOL'ün son haline göre daha önde durması olabilir. Bununla birlikte preoperatif görme keskinliği daha yüksek olan, daha az yoğun kataraktı olan olgularda postoperatif erken dönemde bakılan refraksiyon daha doğru netice vermektedir. Bu da böyle hastaların biyometride daha iyi fikse olmasından kaynaklanıyor olabilir (66).

Modern katarakt cerrahisindeki gelişmelere rağmen yanlış biyometri ölçümleri nedeniyle istenmeyen refraktif sonuçlarla karşılaşmaktadır. Tam biyometri için doğru ÖKD ölçümü çok önemlidir. Doğru K ve AL ölçümleri de ideal İOL gücünün hesaplanması için şarttır. Son yıllarda geliştirilen biyometrik formüller (Haigis, Holladay II) ELP'yi tahmin etmek için preoperatif ÖKD ölçümünü kullanmaktadır (67). ÖKD ölçümündeki 0.1 mm hata, postoperatif refraksiyonda 0.1 D sapmaya neden olmaktadır. Bu nedenle postoperatif İOL pozisyonunu doğru tahmin edebilmek için doğru preoperatif ÖKD ölçümleri gerekmektedir (46). Bu sebeple preoperatif ölçümlerde kullanılan cihazlar da çok önemlidir. Pentacam'ın bilinen kolay kullanılabilen bir ön segment analizörü olması, yüksek güvenilirlik ve tekrar edilebilirliği ile kullanıcıdan bağımsız olması nedeniyle çalışmamızda ÖKD, ÖKA, ÖKH ölçümleri Pentacam ile yapılmıştır (68, 69). Subjektif refraksiyon, refraktif veri elde etmede altın standarttır fakat yoğun bir klinikte çok zaman harcayan ve zor bir işlemdir. Otofrefraktometrenin avantajı kolay, kısa sürede ve tıbbi olmayan personel tarafından yapılabilir olmasıdır. Genel olarak otofrefraktometre, özellikle psödo-fakik hastalarda akomodasyon bileşeni de olmadığından

refraktif durumu göstermede kabul gören bir yöntemdir (70, 71). Biz de çalışmamızda hastaların postoperatif refraksiyonunu tespit etmede otorefraktometre kullandık. Ayrıca doğru İOL gücü hesaplaması için doğru AL ölçümü de fazlasıyla önemlidir ki yapılan çalışmalarda AL ölçümünün, İOL gücü hesaplamada yapılan hatanın saptanabilen majör kaynağı olduğu bulunmuştur (40, 72).

İOL Master tek çekimle K değerleri, ÖKD ve AL ölçümünü veren non-kontakt bir metoddur. Bu daha fazla zaman harcayan, topikal anestezi gerektiren kontakt bir metod olan UBM ile kıyaslanınca önemli bir avantajdır. Yapılan çalışmalara göre İOL Master ile yapılan ölçümlerin doğruluğu UBM'e göre 10 kat daha iyidir (73, 74). İOL Master, AL ölçümünü optik akstan yapan UBM'den farklı olarak, görsel akstan AL ölçümü yapmaktadır. Bu da posterior stafilom gibi bazı durumların varlığında ölçümün daha doğru olmasını sağlamaktadır. Ayrıca hasta konforunun da daha yüksek olduğu İOL Master özellikle psödo-fakik gözlerin ve silikon yağ içeren vitrektomize gözlerin AL ölçümünde UBM'den daha doğru netice vermektedir. Tüm bu özelliklerinden dolayı İOL Master ile preoperatif AL ölçümü yapıldığında İOL gücü hesaplaması daha doğru olmaktadır (75). Bizim çalışmamızda da AL ölçümleri İOL Master ile yapılmıştır. Matür katarakt veya yoğun arka subkapsüler katarakt varlığında İOL Master ile ölçüm yapılamayan hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir.

Yapılan çalışmalar kısa AL'si olan gözlerde İOL gücü hesaplamada Hoffer Q formülünün en iyisi olduğunu göstermiştir (53, 76). Hoffer Q ve Haigis formüllerini karşılaştıran bir çalışmada kısa AL'si olan gözlerde Haigis formülü ile İOL gücü hesaplandığında en az refraktif sapma olduğu gösterilmiştir (77). Eom ve arkadaşlarının çalışmasında kısa AL'si olan gözlerde ÖKD azaldıkça Hoffer Q ve Haigis formülleri ile tahmin edilen refraktif sapma arasındaki farkın arttığı bulunmuştur. Kısa AL'si olan gözlerde İOL gücü hesaplama formüllerinin doğruluğunun araştırılmasında ÖKD'nin göz önünde bulundurulması gerektiği sonucu çıkarılmıştır. Kısa AL'si olan, ÖKD'si 2,40 mm'den az olan gözlerde Haigis formülü, veya daha hipermetropik bir düzeltme ile Hoffer Q formülü önerilmektedir (78). Biz ise çok kısa ve uzun AL'si olan gözleri çalışmamıza dahil etmeyip İOL gücü hesaplamasında SRK-T formülü kullandığımızdan ÖKD ile postoperatif refraktif sapma arasında ilişki bulunamamış olabilir. Belki preoperatif ÖKD ve diğer ön kamara parametrelerinin postoperatif refraktif sapmaya etkisi çok kısa gözlerde daha belirgin ve anlamlı olabilir.

SRK-T formülü, tüm dünyada katarakt cerrahisinde implante edilecek İOL gücü hesaplamada yaygın olarak kullanılan bir formül olduğundan, kliniğimizde de AL ve ÖKD değerleri popülasyona göre ortalama olan vakalarda standart olarak tercih edilen formül

olduğundan çalışmamızda hesaplamalar SRK-T formülüne göre yapılmıştır. İOL gücü hesaplamada kullanılan formülün postoperatif refraktif sapmanın miktarında büyük önemi olduğu bilinmektedir. Literatürde farklı AL ve ÖKD değerleri olan vakalarda farklı İOL gücü hesaplama formülleri kullanılarak neticelerin kıyaslandığı pekçok çalışma bulunmaktadır. Lagrasta ve arkadaşlarının AL'si 22.2 -24.5 mm arasında olan 33 gözle yaptığı çalışmada fakoemülsifikasyon-İOL implantasyonu cerrahisi sonrasında vakaların %55'inde postoperatif refraktif sapma  $\pm 0.50$  D arasında, %91'inde  $\pm 1.00$  D arasında saptanmış olup popülasyona göre ortalama AL'si olan vakalarda SRK-T formülü ile İOL gücü hesaplandığında tatminkar postoperatif refraktif sonuca ulaşıldığı bildirilmiştir (79). Sharma ve arkadaşlarının yaptığı AL'si 20.93 - 25.16 mm arasında olan 51 vakanın alındığı çalışmada SRK-T ve Haigis formüllerine göre postoperatif refraktif sapma değerleri karşılaştırılmış ve MAE Haigis formülü ile 0.56 D, SRK-T ile 0.75 D saptanmıştır. SRK-T ile karşılaştırıldığında Haigis formülünün İOL gücü hesaplamada daha doğru sonuç verdiği tespit edilmiştir (80).

Wang ve arkadaşlarının 200 gözle yaptığı bir çalışmada İOL Master ile preoperatif ölçülmüş farklı AL değerlerine sahip vakalarda Haigis, Hoffer Q, Holladay I ve SRK-T formülleri ile postoperatif refraktif sapma hesaplandığında Haigis formülünün tüm vakalarda en doğru sonuç verdiği saptanmıştır (81).

Abulafia ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada AL'si 26.00 mm'den fazla olan vakalar iki gruba ayrılarak incelenmiştir. İOL gücü 6.0 D'den az olan birinci grupta bazı yeni jenerasyon İOL formülleri (SRK-T, Hoffer Q, Haigis, Barret Universal II, Holladay II, Olsen) kullanıldığında postoperatif refraktif sapma %71 oranında  $\pm 0.5$  D, %93 oranında  $\pm 1.0$  D aralığında bulunmuştur. İOL gücü 6.0 D'den az olan ikinci grupta ise sadece Barret Universal II, Holladay I ve Haigis formülleri ile yapılan hesaplamalara göre birinci grupta elde edilen refraktif başarı elde edilmiştir. Sonuçta yüksek miyoplu vakalarda İOL gücü hesaplaması için uygun formüller kullanıldığında postoperatif refraktif başarı yüksek olmaktadır (82). Bu çalışmada elde edilen postoperatif refraktif başarı, bizim çalışmamızda elde edilen başarı ile çok benzemektedir.

El-Nafees ve arkadaşlarının 51 hastanın AL'si 25.5 -31.4 mm arasında olan 53 gözle yaptığı çalışmada Haigis, SRK-T ve Holladay I formülleri kullanılmış olup ortalama refraktif sapma SRK-T ile en düşük (+0.17 D), Haigis formülü ile daha yüksek (+0.21 D) ve Holladay formülü ile miyopik refraktif sapma (-0.20 D) elde edilmiştir. Fakat elde edilen refraktif sapma değerleri arasında istatistiki olarak anlamlı fark saptanmamıştır. Yüksek miyopik hastalarda

İOL gücü hesaplamada üçüncü ve dördüncü jenerasyon formüllerin kullanılması postoperatif refraktif sapmayı azaltmada yardımcı olmaktadır (83).

Ghanem ve arkadaşlarının 87 hastanın ortalama AL'si 31.71 mm (26.06 -37.11 mm) olan 127 gözüyle yaptığı çalışmada pozitif güçlü İOL implante edilen vakalarda SRK-T, Hoffer Q, Holladay II ve Haigis formülleri ile hesaplanan postoperatif refraktif sapma benzer saptanmıştır. Negatif güçlü İOL implante edilen vakalarda ise Haigis en doğru sonuç veren formül olarak tespit edilmiştir (84). Miyopik (AL >24.5 mm, 24.75 - 32.35 mm) 43 hastada SRK-II, SRK-T, Holladay I ve Hoffer Q formüllerini karşılaştıran başka bir çalışmada Holladay I, Hoffer Q ve SRK-T formülleri sırasıyla +0.24 D, +0.58 D ve +0.92 D postoperatif refraktif sapma ile hafif hipermetropiye eğilim göstermiştir. Holladay I formülü, miyopik hastalarda katarakt cerrahisi sonrası refraktif durumu en iyi tahmin eden formül olarak bulunmuştur (85).

Kısa gözlerde de farklı formüllerle elde edilen fakoemülsifikasyon-İOL implantasyonu cerrahisi sonrası refraktif sapmayı araştıran farklı çalışmalar bulunmaktadır. Carifi ve arkadaşlarının +35.00 - +40.00 D İOL implante edilen hastalarla yaptığı çalışmada Hoffer Q, Holladay I, Holladay II, Haigis formülleri ile elde edilen ortalama refraktif sapma değerleri  $0.22 \pm 1.22$  D arasında olup, istatistik olarak anlamlı fark bulunmamıştır. SRK-II ve SRK-T formülleri ise daha az doğru sonuçlar vermiştir (86). Moschos ve arkadaşlarının 69 hastanın AL'si 22.00 mm'den kısa gözleriyle yaptığı çalışmada AL ile postoperatif refraktif sapma arasında negatif korelasyon saptanmıştır. Haigis formülü ile hesaplanan postoperatif refraktif sapma, Holladay I, Hoffer Q ve SRK-T formüllerine göre istatistik olarak anlamlı şekilde düşük çıkmıştır. Bu çalışmaya göre AL'si 22.00 mm'den kısa olan gözlerde İOL gücü hesaplamada Haigis formülü kullanılması önerilmektedir (87). Eom ve arkadaşlarının 75 hastanın AL'si 22.00 mm'den kısa 75 gözüyle yaptığı çalışmada Hoffer Q ve Haigis formülleri ile hesaplanan MAE değerleri karşılaştırılmış olup anlamlı fark bulunamamıştır. ÖKD azaldıkça Haigis ve Hoffer Q formülleri ile tahmin edilen ortalama refraktif sapmanın arttığı tespit edilmiştir. ÖKD'si 2.40 mm'nin altında olan gözlerde Haigis formülü ile hesaplanan refraktif sapma, Hoffer Q ile hesaplanana göre anlamlı olarak düşük çıkmıştır. 2.40 mm veya daha fazla ÖKD'si olan gözlerde Haigis ve Hoffer Q ile hesaplanan refraktif sapma arasında fark bulunmamıştır. Kısa gözlerde İOL gücü hesaplama formüllerinin doğruluğu araştırılırken ÖKD değerleri göz önünde bulundurulmalıdır (78).

Roh ve arkadaşlarının AL'si 22.00 mm'den kısa olan 25 gözle yaptığı çalışmada postoperatif en düşük ortalama refraktif sapma Haigis formülü ( $0.37 \pm 0.26$  D) ile elde edilmiş olup onu sırasıyla SRK-T ( $0.53 \pm 0.25$  D), SRK-II ( $0.56 \pm 0.20$  D) ve Hoffer Q ( $0.62 \pm 0.16$  D) izlemiştir. Kısa gözlerde İOL gücü hesaplamada Haigis formülü en iyi sonucu vermektedir.



Bizim çalışmamızda çok kısa veya çok uzun AL değerlerinin ve farklı İOL gücü hesaplama formüllerinin postoperatif refraksiyona olan etkisini ortadan kaldırmak için popülasyona göre ortalama AL değerlerine sahip hastalar alınmış ve hastaların tamamında SRK-T formülü kullanılmıştır.

Farklı İOL haptik tasarımlarının postoperatif ELP'ye etki ederek refraktif sapmada farklılık oluşturup oluşturmadığı da merak konusu olup, bunu araştıran çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Koepl ve arkadaşlarının 52 hastanın 104 gözüyle yaptığı çalışmada hastaların her iki gözüne senil katarakt nedeniyle fakoemülsifikasyon operasyonu yapıp bir gözlerine üç parçalı keskin kenarlı İOL, diğer gözlerine ise yuvarlak kenarlı İOL implantasyonu yapılmıştır. Postoperatif 6 aylık takiplerinde İOL Master ile ÖKD ölçümleri yapıp karşılaştırılmıştır. Tüm vakalarda postoperatif altıncı ayda ÖKD değerleri preoperatif ÖKD değerlerine göre anlamlı şekilde artmış olup keskin kenarlı İOL grubu ile yuvarlak kenarlı İOL grubu arasında istatistiksel anlamlı fark bulunmamıştır. Sonuçta keskin posterior optik kenar tasarımının ELP'ye etkisinin olmadığı bildirilmiştir (88). Behrouz ve arkadaşlarının 123 hastanın 125 gözüyle yaptığı çalışmada vakalar iki eşit gruba ayrılarak fakoemülsifikasyon cerrahisi sonrası bir gruba tek parçalı, diğer gruba üç parçalı İOL implante edilmiştir. Hastalara preoperatif, postoperatif 1. hafta ve 3. ayda Pentacam ile ÖKA, ÖKD, ÖKH ölçümleri yapılmıştır. Her iki grupta preoperatif ön kamara parametrelerine göre postoperatif 1. hafta ve 3. ayda ölçülen ön kamara parametreleri anlamlı olarak artmıştır. Postoperatif 1. haftada ölçülen ÖKD, üç parçalı grupta anlamlı olarak daha yüksek çıksa da postoperatif 3. ayda yapılan ÖKD, ÖKA ve ÖKH ölçümlerinde iki grup arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Tek parçalı grupta postoperatif 1. hafta ile 3. ay ölçümleri arasında anlamlı fark izlenmezken, üç parçalı grupta postoperatif 3. ayda yapılan ÖKD, ÖKA, ÖKH ölçümlerinde 1. haftaya göre anlamlı düşüş saptanmıştır. Postoperatif takiplerde refraksiyon, 1. haftadan 3. aya kadar tek parçalı grupta stabil kalırken üç parçalı grupta anlamlı miyopik sapma tespit edilmiştir (89). Nejima ve arkadaşlarının 40 hastanın her iki gözüne fakoemülsifikasyon cerrahisi yapıp 6 mm optik çaplı akrilik, katlanabilen; bir gözüne tek parçalı, diğer gözüne üç parçalı İOL implante edip iki farklı İOL grubunu karşılaştırdığı çalışmada tek parçalı İOL grubunda bir yıllık postoperatif takiplerde refraksiyon stabil seyretmiştir. Üç parçalı İOL grubunda ise postoperatif 1. aya kadar miyopik sapma görülmüştür. İki grup arasında 12 aylık takipler sırasında düzeltilmiş en iyi görme keskinliği, aköz flare intensitesi, İOL desantralizasyon miktarı, İOL tilt, ön kapsül kontraksiyonu, posterior kapsül opasitesi derecesi açısından anlamlı fark saptanmamıştır. Akrilik, katlanabilen, tek parçalı İOL implantasyonu üç parçalı İOL'e göre daha erken stabil hale geldiğinden daha erken görsel kalite ve sosyal rehabilitasyon sağlamaktadır (90). Iwase ve

arkadaşlarının 339 gözle yaptığı çalışmada fakoemülsifikasyon cerrahisi sonrası bir grup hastaya rijit polimetilmetakrilat (PMMA) İOL, ikinci gruba akrilik İOL, üçüncü gruba silikon İOL implante edilip hastalar postoperatif 48 hafta takip edilmiştir. Silikon İOL grubunda 8. haftada anlamlı miyopik sapma ve postoperatif 12. haftada kısalmış ÖKD izlenmiştir. Diğer gruplarda ise postoperatif refraksiyon ve İOL pozisyonu takiplerde değişmemiştir. Silikon İOL grubunda gözlenen miyopik sapmanın, İOL'ün öne hareket etmesinden kaynaklandığı düşünülmüştür (91). Wirtitsch ve arkadaşlarının 52 hastanın 104 gözüyle yaptığı çalışmada tüm hastalara temporal korneal kesiyle standart fakoemülsifikasyon-İOL implantasyonu cerrahisi yapılmıştır. 30 hastanın bir gözüne 5.5 mm optik çaplı, tek parçalı İOL, diğer gözüne 5.5 mm optik çaplı üç parçalı İOL implante edilmiştir. 22 hastanın bir gözüne 6 mm optik çaplı tek parçalı İOL, diğer gözüne 6 mm optik çaplı üç parçalı İOL implante edilmiştir. Tek parçalı İOL'lerin üç parçalı İOL'lere göre postoperatif dönemde anlamlı olarak daha az hareket ettiği saptanmıştır. Üç parçalı İOL'lerin özellikle postoperatif 1. günden 30. güne kadar öne doğru hareket ettiği tespit edilmiştir. Gruplar arasında postoperatif 6 aylık takiplerde kapsüloreksis alanındaki değişimde anlamlı fark saptanmamıştır (92). Savini ve arkadaşları ise fakoemülsifikasyon cerrahisi sonrasında tek parçalı Acrysof İOL implante edilen 84 hastayla üç parçalı Acrysof İOL implante edilen 110 hastanın postoperatif refraktif sapma miktarını karşılaştırmıştır. Üç parçalı İOL implante edilen vakalarda tek parçalı İOL grubuna göre Haigis, Hoffer Q, Holladay I ve SRK-T formülleri ile tahmin edilen postoperatif refraksiyondan sapma anlamlı olarak daha az bulunmuştur. Üç parçalı İOL ile tek parçalı İOL'e göre daha iyi refraktif sonuç elde edilmesinin nedeni üç parçalı İOL'lerin rijit haptiklerinin, postoperatif uzun dönemde tek parçalı İOL'lerin haptiklerine göre kapsüler yatağa daha fazla basınç uygulaması olabilir. Sonuçta üç parçalı İOL'lerin postoperatif kapsül kontraksiyonuna karşı koyarak daha tahmin edilebilir ELP sağladığı düşünülebilir (93). Hayashi ve arkadaşlarının 56 hastanın fakoemülsifikasyon cerrahisi sonrası bir gözüne tek parçalı akrilik haptikli İOL, diğer gözüne üç parçalı rijit haptikli İOL implante ederek karşılaştırdığı çalışmada gruplar arasında İOL desantralizasyon derecesi, İOL tilt olma miktarı, ön kapsül kontraksiyonu yüzdesi benzer çıkmıştır. Tek parçalı İOL'ün longitudinal hareketinin, üç parçalı İOL'e göre az olduğu ve bu yüzden daha az postoperatif miyopik sapmaya neden olduğu saptanmıştır (94). Bizim çalışmamızda ise İOL farklılığının postoperatif refraksiyona olan muhtemel etkisini önlemek için sadece akrilik, katlanabilen, tek parçalı (Alcon SA60AT) İOL implante edilen hastalar çalışmaya dahil edilmiştir.

Küçük korneal insizyonlu katarakt cerrahi yönteminin gelişmesiyle birlikte EKKE'ye göre cerrahi olarak indüklenen korneal astigmatizmanın azaldığı bilinmekle beraber bu yöntemle

indüklenen korneal astigmatizmanın anlamlı düzeyde olup olmadığı ile ilgili literatürde çeşitli çalışmalar mevcuttur. Joshi ve arkadaşlarının 44 vakayla yaptığı çalışmada postoperatif takiplerde hastaların görme keskinliği, refraktif sapma ve korneal kurvatürleri değerlendirilmiştir. Postoperatif 8. hafta takiplerinde hastaların %91'inde görme keskinliği 6/9 veya daha fazla, %73.3'ünde astigmatizma 1.25 D veya daha az saptanmıştır. Preoperatif ve postoperatif K değerleri arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Fakoemülsifikasyon cerrahisinin korneal kurvatürü anlamlı olarak değiştirmedığı, dolayısıyla yüksek düzeyde astigmatizmayı indüklediği bildirilmiştir (95). Altan ve arkadaşlarının 182 hastada yaptığı çalışmada dik meridyenden saydam korneal insizyon ile fakoemülsifikasyon-İOL implantasyonu operasyonu yapılarak postoperatif refraksiyon, vizyon ve topografi değerleri incelenip cerrahi olarak indüklenen korneal astigmatizma hesaplanmıştır. Temporal insizyonlarda anlamlı astigmatizma değişikliği görülmezken nazal insizyonlarda cerrahi indüklenen astigmatizma daha yüksek saptanmıştır (96). He ve arkadaşlarının 105 hastanın 126 gözüyle yaptığı çalışmada 2.8 mm saydam korneal insizyon ile fakoemülsifikasyon-İOL implantasyonu cerrahisi sonrası 3. ay astigmatizma değerinin, preoperatif astigmatizmaya göre sadece 0.08 D farklı olduğu izlenmiştir (97). Yoon ve arkadaşlarının 30 hastanın 60 gözünde yaptığı çalışmada hastaların sağ gözüne temporalden, sol gözüne nazalden 3 mm korneal insizyon ile fakoemülsifikasyon-İOL implantasyonu yapıp hastaların iki gözündeki korneal astigmatizma preoperatif, postoperatif 1. ayda ve postoperatif 3. ayda kaydedilip karşılaştırılmıştır. Her iki insizyon grubunda cerrahi indüklenen korneal astigmatizma benzer bulunmuştur (98). Rho ve arkadaşlarının 0.50 D'den fazla korneal astigmatizması olan 95 vakayla yaptığı çalışmada hastaların korneasının en dik aksından veya ona yakın 10 dereceden korneal insizyon yapıp hastalar süperior, temporal, süperotemporal insizyon olarak üç gruba ayrılmıştır (30 göz temporal, 32 göz süperotemporal, 33 göz süperior insizyon). Preoperatif keratometrik veriler postoperatif 2. ay keratometrik değerlerle karşılaştırılmıştır. Preoperatif korneal astigmatizması 0.50 D'den fazla olan hastalarda preoperatif dik meridyene göre korneal insizyon yerini seçmek keratometrik astigmatizmayı süperior, temporal ve süperotemporal bölgelerde anlamlı olarak azaltmıştır (99). Borasio ve arkadaşlarının korneal topografide <2.58 D korneal astigmatizması olan 61 katarakt hastasıyla yaptığı çalışmada hastalar rastgele iki gruba ayrılarak tek cerrah tarafından birinci gruba 3.2 mm temporal korneal insizyon ile, ikinci gruba 3.2 mm korneanın en dik meridyeninden korneal insizyon ile fakoemülsifikasyon-İOL implantasyonu yapılmıştır. Postoperatif düzeltilmemiş görme keskinliği, düzeltilmiş en iyi görme keskinliği, korneal astigmatizma ve cerrahi indüklenen astigmatizma değerleri kaydedilip karşılaştırılmıştır. İlk takipte iki gruptaki cerrahi indüklenen astigmatizma arasındaki fark 0.15 D olup anlamlı

değilken, ikinci takipte iki grup arasındaki fark 0.29 D olup istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Fakoemülsifikasyon cerrahisi sonrası 7. haftada temporal korneal insizyonun, dik meridyenden korneal insizyona göre cerrahi indüklenen astigmatizmayı daha az indüklediği saptanmıştır. Fakat iki grup arasında final düzeltilmemiş görme keskinliği ve düzeltilmiş en iyi görme keskinliği arasında anlamlı fark bulunmamıştır (100). Barequet ve arkadaşlarının 161 hastanın 178 gözüyle yaptığı çalışmada 3.5 mm korneal insizyon bir gruba temporalden, diğer gruba nazalden yapıp iki grup arasında cerrahi indüklenen astigmatizma karşılaştırılmıştır. Katarakt cerrahisinde yapılan horizontal saydam korneal insizyonun postopeartif 6. hafta ve 12. aylarda kurallı astigmatizmayı indüklediği saptanmıştır. Temporal insizyonların, nazal insizyona göre anlamlı olarak astigmatizmayı daha az indüklediği gösterilmiştir (101). Bizim çalışmamızda ise tüm vakalara dik akstan korneal insizyon yapılmıştır. Ayrıca yüksek astigmatizmanın çalışmamızın sonuçlarını etkilemesini engellemek için preoperatif ve postoperatif astigmatizması -1,00 D' den yüksek olan hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir.

## 6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Günümüzde katarakt cerrahisi uygulaması sadece kesifleşen kristalin lensin alınmasını değil, aynı zamanda cerrahi tekniklerde ve İOL teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak ameliyat sonrası tashihsiz en iyi görme keskinliğine ulaşmayı hedeflemektedir. Son yıllarda katarakt hastalarının tedavileri kadar, ameliyat sonrası dönemde gözlük ihtiyacını azaltmaya yönelik talepleri de artmaktadır. Katarakt cerrahisi bir anlamda refraktif cerrahi olarak görülmeye başlanmıştır. Hastaların görme kalitelerinin yanı sıra yaşam kaliteleri de ön plana çıkartılmıştır. Ameliyat sonrası refraksiyon değeri her hastanın ihtiyacına, yaşam biçimine göre ayarlanmalıdır. Diğer gözün durumu da ameliyat sonrası anizometri ve anizokoni açısından dikkate alınmalıdır.

İOL'lerin icadından önce, katarakt cerrahisi sonrası refraktif düzeltme amacıyla kullanılan gözlük camları ve kontakt lenslerin birçok dezavantajı mevcuttur. Gözlük camı ve kontakt lens ile yapılan refraktif düzeltmenin avantajı ise hastaların muayenelerinin cerrahiden sonra yapılabilmesi ve gerekirse bu muayenelerin tekrarlanarak gözlük camlarının ve kontakt lenslerin değişimlerinin yapılabilmesidir. Buna karşılık İOL gücü hesaplamaları katarakt cerrahisi öncesinde yapılmaktadır. İOL gücü hesaplamasında hata yapılması durumunda ikinci bir cerrahi işlem söz konusu olmaktadır. İOL gücünün doğru hesaplanması bu nedenle çok önemlidir.

Katarakt ameliyatları sonrasında cerrahi teknik ve teknolojik gelişmelere rağmen halen refraktif sapmalarla karşılaşabilmekteyiz. Bu refraktif sapmaların nedenleri; biyometri hataları, komplikasyonlu cerrahiler, lens lokalizasyonundaki değişiklikler, lenslerin ters yerleştirilmesi, yanlış lens ve üretici firma hataları olarak sıralanabilir.

Katarakt cerrahisinde hastalara implante edilecek İOL gücünün doğru hesaplanması için İOL gücü hesaplama formüllerinde kullanılan ön kamara parametreleri ölçümünün çok önemli olduğu bilinmektedir. Ayrıca literatürde katarakt cerrahisinin ön kamara parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı değişikliğe neden olduğu gösterilmiştir.

Çalışmamızda kliniğimizde yapılan komplikasyonsuz fakoemülsifikasyon-İOL implantasyonu cerrahisi sonrası Pentacam ile ölçülen ÖKA, ÖKD, ÖKH değerlerinde preoperatif değerlere göre anlamlı artış saptanmıştır. Ayrıca preoperatif ön kamara parametreleri ve İOL Master ile ölçülen AL değeri ile postoperatif refraktif sapma arasında ilişki bulunmamıştır. Literatürde preoperatif ön kamara parametreleri ile fakoemülsifikasyon-

İOL implantasyonu sonrası refraktif sapma arasındaki korelasyonun araştırıldığı çalışma bulunmamaktadır. Çalışmamıza AL'si  $23,3 \pm 2,5$  mm olan gözler dahil edildiğinden preoperatif ön kamara parametreleri ve AL ile postoperatif refraktif sapma arasında anlamlı korelasyon bulunmamış olabilir. Çok kısa veya çok uzun gözlerde preoperatif ön kamara parametreleri ve AL değerinin postoperatif refraktif sapmaya etkisi daha belirgin olabilir. Bunun için farklı AL'si olan gözlerle daha ileri çalışmalar yapılmalıdır.

Katarakt cerrahisi sonrası istenmeyen refraktif hataları önlemek için preoperatif biyometri ölçümlerinin doğru yapılmasına, her hastaya en uygun formül kullanılarak İOL gücü hesaplanmasına, doğru İOL seçimine, ideal kadrandan ve küçük korneal insizyon yapılmasına, doğru İOL etiketlenmesine ve doğru hastaya doğru İOL'ün implante edilmesine dikkat edilmelidir.



## KAYNAKLAR

1. Tappin MJ, Ferguson VM. Per-operative retinoscopy as a predictor of final post-operative refraction. *Eye*. 1999;13 (4):559-61.
2. Rajan MS, Keilhorn I, Bell JA. Partial coherence laser interferometry vs conventional ultrasound biometry in intraocular lens power calculations. *Eye*. 2002;16(5):552-6.
3. Koranyi G, Lydahl E, Norrby S, Taube M. Anterior chamber depth measurement: a-scan versus optical methods. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2002;28(2):243-7.
4. Altan C, Bayraktar S, Altan T, Eren H, Yilmaz OF. Anterior chamber depth, iridocorneal angle width, and intraocular pressure changes after uneventful phacoemulsification in eyes without glaucoma and with open iridocorneal angles. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2004;30(4):832-8.
5. Kashiwagi K, Kashiwagi F, Tsukahara S. Effects of small-incision phacoemulsification and intraocular lens implantation on anterior chamber depth and intraocular pressure. *Journal of Glaucoma*. 2006;15(2):103-9.
6. Miyata K, Otani S, Honbou N, Minami K. Use of Scheimpflug corneal anterior-posterior imaging in ray-tracing intraocular lens power calculation. *Acta Ophthalmologica*. 2013;91(7):e546-9.
7. Cosar CB, Sener AB. Orbscan corneal topography system in evaluating the anterior structures of the human eye. *Cornea*. 2003;22(2):118-21.
8. Bengisu Ü, editor. *Glokom 4. basım*, 1998.
9. Pandey SK, Milverton EJ, Maloof AJ. A tribute to Charles David Kelman MD: ophthalmologist, inventor and pioneer of phacoemulsification surgery. *Clinical & Experimental Ophthalmology*. 2004;32(5):529-33.
10. Kanski JJ. *Klinik Oftalmoloji*; 4. baskı ed. İstanbul Nobel Tıp Kitabevi. 2001. 96-7 p.
11. Vass C, Menapace R, Rainer G, Findl O, Steineck I. Comparative study of corneal topographic changes after 3.0 mm beveled and hinged clear corneal incisions. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 1998;24(11):1498-504.
12. Özçetin H. Katarakt ve tedavisi, lens. *Scala*. 2005:8-15.
13. Rosen E. *Anatomi, Ophthalmology*. Hayat Kitapçılık. 2007:241-44.
14. Rafferty NS, Rafferty KA, Jr. Cell population kinetics of the mouse lens epithelium. *Journal of Cellular Physiology*. 1981;107(3):309-15.
15. Bassnett S, Beebe DC. Coincident loss of mitochondria and nuclei during lens fiber cell differentiation. *Developmental dynamics : an official publication of the American Association of Anatomists*. 1992;194(2):85-93.
16. Kelman C. The history and Development of Phacoemulsification. *International Ophthalmology Clinics Cataract Surgery*. 1994;34:1-12.

17. Bengisu Ü. Göz hastalıkları. Palme yayıncılık. 1998;4 basım:123-37.
18. Hiller R, Sperduto RD, Krueger DE. Pseudoexfoliation, intraocular pressure, and senile lens changes in a population-based survey. *Archives of Ophthalmology*. 1982;100(7):1080-2.
19. Stegman Z, Sokol J, Liebmann JM, Cohen H, Tello C, Ritch R. Reduced trabecular meshwork height in juvenile primary open-angle glaucoma. *Archives of Ophthalmology*. 1996;114(6):660-3.
20. Ashton N, Brini A, Smith R. Anatomical studies of the trabecular meshwork of the normal human eye. *British Journal of Ophthalmology*. 1956;40(5):257-82.
21. Cetinkaya S, Dadaci Z, Yener HI, Acir NO, Cetinkaya YF, Saglam F. The effect of phacoemulsification surgery on intraocular pressure and anterior segment anatomy of the patients with cataract and ocular hypertension. *Indian Journal of Ophthalmology*. 2015;63(9):743-5.
22. Lim DH, Kim TH, Chung ES, Chung TY. Measurement of lens density using Scheimpflug imaging system as a screening test in the field of health examination for age-related cataract. *British Journal of Ophthalmology*. 2015;99(2):184-91.
23. Friedman DS, He M. Anterior chamber angle assessment techniques. *Survey of Ophthalmology*. 2008;53(3):250-73.
24. Pavlin CJ, Harasiewicz K, Sherar MD, Foster FS. Clinical use of ultrasound biomicroscopy. *Ophthalmology*. 1991;98(3):287-95.
25. Dada T, Sihota R, Gadia R, Aggarwal A, Mandal S, Gupta V. Comparison of anterior segment optical coherence tomography and ultrasound biomicroscopy for assessment of the anterior segment. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2007;33(5):837-40.
26. Lavanya R, Teo L, Friedman DS, Aung HT, Baskaran M, Gao H, et al. Comparison of anterior chamber depth measurements using the IOLMaster, scanning peripheral anterior chamber depth analyser, and anterior segment optical coherence tomography. *British Journal of Ophthalmology*. 2007;91(8):1023-6.
27. See JL. Imaging of the anterior segment in glaucoma. *Clinical & Experimental Ophthalmology*. 2009;37(5):506-13.
28. Dorairaj S, Liebmann JM, Ritch R. Quantitative evaluation of anterior segment parameters in the era of imaging. *Transactions of the American Ophthalmological Society*. 2007;105:99-108; discussion -10.
29. Kashiwagi K, Tsukahara S. Case finding of angle closure glaucoma in public health examination with scanning peripheral anterior chamber depth analyzer. *Journal of Glaucoma*. 2007;16(7):589-93.
30. Kashiwagi K, Tsumura T, Tsukahara S. Comparison between newly developed scanning peripheral anterior chamber depth analyzer and conventional methods of evaluating anterior chamber configuration. *Journal of Glaucoma*. 2006;15(5):380-7.



31. Baskaran M, Oen FT, Chan YH, Hoh ST, Ho CL, Kashiwagi K, et al. Comparison of the scanning peripheral anterior chamber depth analyzer and the modified van Herick grading system in the assessment of angle closure. *Ophthalmology*. 2007;114(3):501-6.
32. Meinhardt B, Stachs O, Stave J, Beck R, Guthoff R. Evaluation of biometric methods for measuring the anterior chamber depth in the non-contact mode. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*. 2006;244(5):559-64.
33. Wong TY, Hyman L. Population-based studies in ophthalmology. *American journal of Ophthalmology*. 2008;146(5):656-63.
34. Nishi O, Nishi K. Endocapsular phacoemulsification following buttonhole anterior capsulotomy: a preliminary report. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 1990;16(6):757-62.
35. Pape LG, Balazs EA. The use of sodium hyaluronate (Healon) in human anterior segment surgery. *Ophthalmology*. 1980;87(7):699-705.
36. Usta Y. Fakoemülsifikasyon-PEKKE Cerrahi yöntemlerinin karşılaştırılması. *Oftalmoloji katarakt özel sayısı*. 1992;3:201-3.
37. Shepherd JR. Small incisions and foldable intraocular lenses. *International Ophthalmology Clinics*. 1994;34(2):103-12.
38. Buratto L. Phacoemulsification: Principles and techniques. 1998. 96-8 p.
39. HJ. Shamma. Axial length measurements.: Harper and Row Publishers; 1984. 273-301 p.
40. Holladay JT, Prager TC, Chandler TY, Musgrove KH, Lewis JW, Ruiz RS. A three-part system for refining intraocular lens power calculations. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 1988;14(1):17-24
41. Olsen T. Calculation of intraocular lens power: a review. *Acta Ophthalmologica Scandinavica*. 2007;85(5):472-85.
42. Abdel-Hakim AS, Khalil A. Intraocular lens power calculations in the triple procedure. *British Journal of Ophthalmology*. 1989;73(9):709-13.
43. Bafna S, Kohnen T, Koch DD. Axial, instantaneous, and refractive formulas in computerized videokeratography of normal corneas. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 1998;24(9):1184-90.
44. Hoffer KJ. Biometry of 7,500 cataractous eyes. *American Journal of Ophthalmology*. 1980;90(3):360-8.
45. Binkhorst RD. The accuracy of ultrasonic measurement of the axial length of the eye. *Ophthalmic Surgery*. 1981;12(5):363-5.
46. Olsen T, Corydon L, Gimbel H. Intraocular lens power calculation with an improved anterior chamber depth prediction algorithm. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 1995;21(3):313-9.
47. Özdemir N. Oküler biyometri ve göziçi lens gücü hesaplaması. *Katarakt ve tedavisi*. 2005.

48. Olsen T. Prediction of the effective postoperative (intraocular lens) anterior chamber depth. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2006;32(3):419-24.
49. Retzlaff JA, Sanders DR, Kraff MC. Development of the SRK/T intraocular lens implant power calculation formula. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 1990;16(3):333-40.
50. Sanders DR, Kraff MC. Improvement of intraocular lens power calculation using empirical data. *Journal - American Intra-Ocular Implant Society*. 1980;6(3):263-7.
51. Shammas HJ. The fudged formula for intraocular lens power calculations. *Journal - American Intra-Ocular Implant Society*. 1982;8(4):350-2.
52. Sanders DR, Retzlaff J, Kraff MC. Comparison of the SRK II formula and other second generation formulas. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 1988;14(2):136-41.
53. Hoffer KJ. The Hoffer Q formula: a comparison of theoretic and regression formulas. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 1993;19(6):700-12.
54. Hoffmann PC, Hutz WW, Eckhardt HB. Significance of optic formula selection for postoperative refraction after cataract operation. *Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde*. 1997;211(3):168-77.
55. Ucakhan OO, Ozkan M, Kanpolat A. Anterior chamber parameters measured by the Pentacam CES after uneventful phacoemulsification in normotensive eyes. *Acta Ophthalmologica*. 2009;87(5):544-8.
56. Doganay S, Bozgul Firat P, Emre S, Yologlu S. Evaluation of anterior segment parameter changes using the Pentacam after uneventful phacoemulsification. *Acta Ophthalmologica*. 2010;88(5):601-6.
57. Kim M, Park KH, Kim TW, Kim DM. Changes in anterior chamber configuration after cataract surgery as measured by anterior segment optical coherence tomography. *Korean Journal of Ophthalmology : KJO*. 2011;25(2):77-83.
58. Kurimoto Y, Park M, Sakaue H, Kondo T. Changes in the anterior chamber configuration after small-incision cataract surgery with posterior chamber intraocular lens implantation. *American Journal of Ophthalmology*. 1997;124(6):775-80.
59. Yagci R, Guler E, Uzun F, Guragac BF, Acer S, Hepsen IF. Assessment of anterior chamber parameters after cataract surgery by Galilei dual Scheimpflug analyzer. *Eye & Contact lens*. 2015;41(1):40-3.
60. Simon SS, Chee YE, Haddadin RI, Veldman PB, Borboli-Gerogiannis S, Brauner SC, et al. Achieving target refraction after cataract surgery. *Ophthalmology*. 2014;121(2):440-4.
61. Kugelberg M, Lundstrom M. Factors related to the degree of success in achieving target refraction in cataract surgery: Swedish National Cataract Register study. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2008;34(11):1935-9.

62. De Juan V, Martin R, Perez I, Herreras JM. Influence of axial length in refractive outcome after cataract surgery. *Archivos de la Sociedad Espanola de Oftalmologia*. 2010;85(4):144-8.
63. Norrby S. Sources of error in intraocular lens power calculation. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2008;34(3):368-76.
64. Ueda T, Ikeda H, Ota T, Matsuura T, Hara Y. Relationship between postoperative refractive outcomes and cataract density: multiple regression analysis. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2010;36(5):806-9.
65. Guzowski M, Rochtchina E, Wang JJ, Mitchell P. Refractive changes following cataract surgery: the Blue Mountains Eye Study. *Clinical & Experimental Ophthalmology*. 2002;30(3):159-62.
66. Briesen S, Ng EY, Roberts H. Validity of first post-operative day automated refraction following dense cataract extraction. *Clinical & Experimental Optometry*. 2011;94(2):187-92.
67. Holladay JT. Standardizing constants for ultrasonic biometry, keratometry, and intraocular lens power calculations. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 1997;23(9):1356-70.
68. Barkana Y, Gerber Y, Elbaz U, Schwartz S, Ken-Dror G, Avni I, et al. Central corneal thickness measurement with the Pentacam Scheimpflug system, optical low-coherence reflectometry pachymeter, and ultrasound pachymetry. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2005;31(9):1729-35.
69. Salvi SM, Soong TK, Kumar BV, Hawksworth NR. Central corneal thickness changes after phacoemulsification cataract surgery. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2007;33(8):1426-8.
70. Villada JR, Raj PS, Lewis AE, Joyce PW, Watson A. Comparative evaluation of the Allergan Humphrey 570 and Canon RK-1 autorefractors: II. Objective autorefraction in pseudophakes. *Eye*. 1992;6 (3):287-9.
71. Raj PS, Akingbehin T, Levy AM. Objective autorefraction in posterior chamber pseudophakia. *British Journal of Ophthalmology*. 1990;74(12):731-3.
72. Richards SC, Olson RJ, Richards WL. Factors associated with poor predictability by intraocular lens calculation formulas. *Archives of Ophthalmology*. 1985;103(4):515-8.
73. Drexler W, Findl O, Menapace R, Rainer G, Vass C, Hitzenberger CK, et al. Partial coherence interferometry: a novel approach to biometry in cataract surgery. *American Journal of Ophthalmology*. 1998;126(4):524-34.
74. Findl O, Drexler W, Menapace R, Heinzl H, Hitzenberger CK, Fercher AF. Improved prediction of intraocular lens power using partial coherence interferometry. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2001;27(6):861-7.
75. Landers J, Goggin M. Comparison of refractive outcomes using immersion ultrasound biometry and IOLMaster biometry. *Clinical & Experimental Ophthalmology*. 2009;37(6):566-9.

76. Gavin EA, Hammond CJ. Intraocular lens power calculation in short eyes. *Eye*. 2008;22(7):935-8.
77. Roh YR, Lee SM, Han YK, Kim MK, Wee WR, Lee JH. Intraocular lens power calculation using IOLMaster and various formulas in short eyes. *Korean Journal of Ophthalmology*. 2011;25(3):151-5.
78. Eom Y, Kang SY, Song JS, Kim YY, Kim HM. Comparison of Hoffer Q and Haigis formulae for intraocular lens power calculation according to the anterior chamber depth in short eyes. *American Journal of Ophthalmology*. 2014;157(4):818-24.
79. Lagrasta JM, Allemann N, Scapucin L, Moeller CT, Ohkawara LE, Melo LA, Jr., et al. Clinical results in phacoemulsification using the SRK/T formula. *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*. 2009;72(2):189-93.
80. Sharma R, Maharajan P, Kotta S, Maharajan S. Prediction of refractive outcome after cataract surgery using partial coherence interferometry: comparison of SRK/T and Haigis formulae. *International Ophthalmology*. 2014;34(3):451-5.
81. Wang JK, Chang SW. Optical biometry intraocular lens power calculation using different formulas in patients with different axial lengths. *International Journal of Ophthalmology*. 2013;6(2):150-4.
82. Abulafia A, Barrett GD, Rotenberg M, Kleinmann G, Levy A, Reitblat O, et al. Intraocular lens power calculation for eyes with an axial length greater than 26.0 mm: comparison of formulas and methods. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2015;41(3):548-56.
83. El-Nafees R, Moawad A, Kishk H, Gaafar W. Intra-ocular lens power calculation in patients with high axial myopia before cataract surgery. *Saudi Journal of Ophthalmology*. 2010;24(3):77-80.
84. Ghanem AA, El-Sayed HM. Accuracy of intraocular lens power calculation in high myopia. *Oman Journal of Ophthalmology*. 2010;3(3):126-30.
85. Mitra A, Jain E, Sen A, Tripathi S. A study regarding efficacy of various intraocular lens power calculation formulas in a subset of Indian myopic population. *Indian Journal of Ophthalmology*. 2014;62(7):826-8.
86. Carifi G, Aiello F, Zygoura V, Kopsachilis N, Maurino V. Accuracy of the refractive prediction determined by multiple currently available intraocular lens power calculation formulas in small eyes. *American Journal of Ophthalmology*. 2015;159(3):577-83.
87. Moschos MM, Chatziralli IP, Koutsandrea C. Intraocular lens power calculation in eyes with short axial length. *Indian Journal of Ophthalmology*. 2014;62(6):692-4.
88. Koeppl C, Findl O, Kriechbaum K, Buehl W, Wirtitsch M, Menapace R, et al. Postoperative change in effective lens position of a 3-piece acrylic intraocular lens. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2003;29(10):1974-9.

89. Behrouz MJ, Kheirkhah A, Hashemian H, Nazari R. Anterior segment parameters: comparison of 1-piece and 3-piece acrylic foldable intraocular lenses. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2010;36(10):1650-5.
90. Nejima R, Miyai T, Kataoka Y, Miyata K, Honbou M, Tokunaga T, et al. Prospective inpatient comparison of 6.0-millimeter optic single-piece and 3-piece hydrophobic acrylic foldable intraocular lenses. *Ophthalmology*. 2006;113(4):585-90.
91. Iwase T, Tanaka N, Sugiyama K. Postoperative refraction changes in phacoemulsification cataract surgery with implantation of different types of intraocular lens. *European Journal of Ophthalmology*. 2008;18(3):371-6.
92. Wirtitsch MG, Findl O, Menapace R, Kriechbaum K, Koepl C, Buehl W, et al. Effect of haptic design on change in axial lens position after cataract surgery. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2004;30(1):45-51.
93. Savini G, Barboni P, Ducoli P, Borrelli E, Hoffer KJ. Influence of intraocular lens haptic design on refractive error. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2014;40(9):1473-8.
94. Hayashi K, Hayashi H. Comparison of the stability of 1-piece and 3-piece acrylic intraocular lenses in the lens capsule. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2005;31(2):337-42.
95. Joshi MR, Shakya S. Change in refractive status of the patients undergoing phacoemulsification surgery. *Nepal Medical College Journal*. 2009;11(1):19-22.
96. Altan-Yaycioglu R, Akova YA, Akca S, Gur S, Oktem C. Effect on astigmatism of the location of clear corneal incision in phacoemulsification of cataract. *Journal of Refractive Surgery*. 2007;23(5):515-8.
97. He W, Lu P, Zhang X, Li J, Xu J, He X. [A clinical investigation on cataract surgery with 2.8 mm incision]. [*Zhonghua yan ke za zhi*] Chinese Journal of Ophthalmology. 2000;36(4):282-4.
98. Yoon JH, Kim KH, Lee JY, Nam DH. Surgically induced astigmatism after 3.0 mm temporal and nasal clear corneal incisions in bilateral cataract surgery. *Indian Journal of Ophthalmology*. 2013;61(11):645-8.
99. Rho CR, Joo CK. Effects of steep meridian incision on corneal astigmatism in phacoemulsification cataract surgery. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2012;38(4):666-71.
100. Borasio E, Mehta JS, Maurino V. Surgically induced astigmatism after phacoemulsification in eyes with mild to moderate corneal astigmatism: temporal versus on-axis clear corneal incisions. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2006;32(4):565-72.
101. Barequet IS, Yu E, Vitale S, Cassard S, Azar DT, Stark WJ. Astigmatism outcomes of horizontal temporal versus nasal clear corneal incision cataract surgery. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2004;30(2):418-23.

