

T.C.
KÜTAHYA SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
GÖZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

**KATARAKT CERRAHİSİ YAPILAN
HASTALARDA ÖN SEGMENT
PARAMETRELERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dr. Sıla TAŞDEMİR YİĞİTOĞLU

UZMANLIK TEZİ

**DANIŞMAN
Doç. Dr. Fatih ÖZCURA**

KÜTAHYA-2018

İÇİNDEKİLER

Sayfa No:

İÇİNDEKİLER	ii
TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	v
TABLolar DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÖZET	viii
ABSTRACT.....	ix
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	2
2.1. Göz Ön Segment Yapılarının Anatomisi, Fizyolojisi Ve Histolojisi	2
2.1.1. Kornea.....	2
2.1.1.1. Kornea Anatomisi, Fizyolojisi Ve Histolojisi.....	2
2.1.2. İridokorneal Açık	7
2.1.2.1. İridokorneal Açık Anatomisi, Fizyolojisi Ve Histolojisi.....	7
2.1.3. Pupilla.....	8
2.1.3.1. Pupilla Anatomisi, Fizyolojisi Ve Histolojisi.....	8
2.1.4. Lens.....	11
2.1.4.1. Lens Anatomisi, Fizyolojisi Ve Histolojisi.....	11
2.2. Ön Segment Görüntüleme Cihazları.....	15
2.2.1. Keratometri.....	15
2.2.2. Fotokeratoskopi.....	15
2.2.3. Videokeratoskopi.....	16
2.2.4.Orbscan topografi.....	17
2.2.5. Pentacam – Scheimpflug Görüntüleme Sistemi	17

2.2.6. Sirius Topografi Cihazı	19
2.2.7. Galilei Dual-Scheimpflug	19
2.2.8. Optik Koherens Tomografi.....	21
2.2.9. Optik Biyometri	21
2.3. Katarakt Cerrahisi.....	24
2.3.1. Tarihçe	24
2.3.2. Fakoemülskasyon Prensipler	26
2.3.3. Karşılaşılan Komplikasyonlar	28
3. GEREÇ VE YÖNTEM	29
3.1. Hasta Seçimi	29
3.2. Çalışmada Değerlendirilen Parametreler	29
3.3. Cerrahi Teknik	30
3.4. İstatistiksel Analiz	30
4. BULGULAR.....	32
5. TARTIŞMA.....	40
KAYNAKLAR	49

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde değerli bilgilerini benimle paylaşan ve büyük bir ilgiyle uzmanlık tezimi yürütmeme yardımcı olan uzmanlık eğitimim boyunca beni her konuda destekleyen, bilgi ve deneyimlerini paylaşan, iyi niyetini ve şefkatini her daim yanımda hissettiğim saygıdeğer hocam ve tez danışmanım Sn Doç. Dr.Fatih ÖZCURA' ya

Tez çalışmamın yürütülmesinde sağladığı desteklerden dolayı Göz hastalıkları anabilimdalı ekibine, ayrıca uzmanlık eğitimim boyunca yardımlarını esirgemeyen Göz Hastalıkları servis, ameliyathane ve poliklinik hemşire ve personellerine,

Rotasyon döneminde bana farklı bir klinik nosyon kazandıran Anestezi ve Rehabilitasyon Kliniğinin değerli hocası Sn Doç.Dr.Tayfun AYDIN'a

Sınırsız sabırla hep destekçim olan sevgili eşime,

Doğduğu gün itibariyle hayatımıza neşe ve anlam katan canım oğluma, beni yetiştiren, bugüne gelmemde özveri ve sabırları ile her zaman yanımda olan manevi desteğini esirgemeyen sevgili aileme

Berber çalıştığım, güzel anılar biriktirdiğim, iyi ve kötü günde yanımda olan tüm çalışma arkadaşlarıma,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Dr. Sıla TAŞDEMİR YİĞİTOĞLU

SİMGELER ve KISALTMALAR

AU	: Aksiyel Uzunluk
GİM	: Göz İçi Merceği
İKA	: İridokorneal Açı
KH	: Kornea Hacmi
LLM	: Limbus Limbus Mesafesi
MKK	: Merkezi Kornea Kalınlığı
OKT	: Optik Koherens Tomografi
ÖKA	: Ön Kamara Açısı
ÖKD	: Ön Kamara Derinliği
ÖKH	: Ön Kamara Hacmi
PÇ	: Pupil Çapı
PD	: İnterpupiller Mesafe
Q	: Kornea Asferisitesi
Qarka	: Arka Yüzey Kornea Asferisitesi

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No:

Tablo 2.1. Fakoemülsifikasyon komplikasyonları	28
Tablo 4.1. Hastaların demografik ve ön segment bulguları	33
Tablo 4.2. Ön segment parametrelerinin izlem süresi boyunca değişimi	34
Tablo 4.3. Ön segment parametrelerinin izlem süresi boyunca gruplara göre değişimi	35



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No:

Şekil 2.1. Korneanın tabakaları	3
Şekil 2.2. Pupil ışık refleksi	9
Şekil 2.3. Lens, zonül, silyer cisim anatomisi	13
Şekil 4.1. İzlem süresince ÖKH düzeylerinin aksiyel uzunluk gruplarına göre dağılımı	36
Şekil 4.2. Ameliyat sonrası ÖKH düzeylerindeki değişimin aksiyel uzunluk gruplarına göre dağılımı	37
Şekil 4.3. İzlem süresince İKA düzeylerinin aksiyel uzunluk gruplarına göre dağılımı	38
Şekil 4.4. Ameliyat sonrası İKA düzeylerindeki değişimin aksiyel uzunluk gruplarına göre dağılımı	39

ÖZET

KATARAKT CERRAHİSİ YAPILAN HASTALARDA ÖN SEGMENT PARAMETRELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Amaç: Katarakt cerrahisi sonrası hastaların ön segment parametrelerindeki değişimleri değerlendirmek.

Materyal ve Metod: Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalında ileriye dönük olarak planlanan çalışmaya sistemik hastalığı olmayan ve katarakt cerrahisi planlanan 82 hasta dahil edildi. Hastalar aksiyel uzunluğa (AU) göre 2 gruba ayrıldı (Grup 1: AU<23,25 mm n:42, Grup 2: AU>23,25 mm, n:40). Hastaların merkezi kornea kalınlığı (MKK), kornea hacmi (KH), ön kamara hacmi (ÖKH), ön kamara derinliği (ÖKD), iridokorneal açısı (İKA), limbus limbus mesafesi (LLM), kornea asferisitesi (Q) ve pupil çapı (PÇ) değerleri ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası birinci hafta ve birinci ayda Pentacam cihazıyla değerlendirildi.

Bulgular: Hastaların ortalama yaşı $64,4 \pm 10,0$ yıl ve 46'sı (%56,1) erkek, 36'sı (%43,9) kadındı. Tüm popülasyonda ameliyat öncesi değere göre MKK ameliyat sonrası 1. haftada anlamlı olarak yüksek bulundu. KH, ÖKH, ÖKD ve İKA ameliyat sonrası 1. hafta ve 1. ayda ameliyat öncesine göre anlamlı olarak artış gösterdi. PÇ ameliyat sonrası 1. haftada anlamlı olarak azalmakla birlikte, ameliyat sonrası 1. ayda anlamlı fark göstermedi. LLM ve Q değerlerinde ameliyat sonrası anlamlı değişim gözlenmedi. Gruplar arası parametrelerin değişim farkı incelendiğinde Grup 1 yani kısa AU sahip olan gözlerde ÖKH ve İKA'daki artışın anlamlı olarak daha fazla olduğu saptandı.

Sonuç: Katarakt cerrahisi sonrasında KH, ÖKH, ÖKD ve İKA'da anlamlı artış olmaktadır. Özellikle kısa AU sahip gözlerde ÖKH ve İKA'daki değişim daha da fazladır.

Anahtar kelimeler: aksiyel uzunluk, katarakt, ön segment parametreleri, pentacam

ABSTRACT

EVALUATION OF ANTERIOR SEGMENT PARAMETERS IN PATIENTS AFTER CATARACT SURGERY

Purpose: Evaluating the anterior segment parameters of the patients after cataract surgery.

Materials and Methods: This prospective study included 82 patients who had no any systemic diseases and planned cataract surgery at the Department of Ophthalmology, Kütahya Medical Sciences University School of Medicine. Patients were divided into two groups (Group 1: AL<23.25 mm n:42, Group 2: AL> 23.25 mm, n:40) according to axial length (AL). Central corneal thickness (CCT), corneal volume (CV), anterior chamber volume (ACV), anterior chamber depth (ACD), iridocorneal angle (ICA), white-to-white (WTW) distance, corneal asphericity (Q) and pupil diameter (PD) values of the patients were evaluated with Pentacam device before and one week and one month after the surgery.

Results: Average age of the patients is 64.4±10,0 years and 46 (56.1%) of them were male, 36 (43.9%) of them were female. CCT was significantly higher one week after the surgery compared to preoperative values in all population. CV, ACV, ACD, and ICA were significantly higher one week and one month after the surgery, compared to preoperative values. PD has significantly decreased one week after the surgery but did not significantly different at one month postoperatively. There were no significant differences in WTW and Q values postoperatively. ACV and ICA were more significantly increased in patients had shorter AL (group 1) when the analyzed absolute difference of the parameters.

Conclusions: CV, ACV, ACD, and ICA were significantly increased after cataract surgery. The alteration in ACV and ICA were more prominent especially in eyes had shorter AL.

Keywords: anterior segment parameters, axial length, cataract, pentacam

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Katarakt cerrahisindeki teknik gelişmelere bağlı olarak, kornea topografisi, ön kamara deriniği (ÖKD), kristalin lensin veya göz içi lenslerinin boyutlarının güvenilir ölçümleri daha önemli hale gelmiştir. Katarakt ameliyatı ve göz içi merceği (GİM) implantasyonu ÖKD de artışa ve iridokorneal açığı (İKA) da genişlemeye neden olur. Ön kamara parametrelerinin tayini oftalmik çalışmaların önemli bir bölümünü oluşturur (1).

İKA en pratik olarak klinik muayenede Van Herick metodu ile değerlendirilebilir. İKA'nın biyomikroskopik muayenede gonyolensler ile görüntüleyerek değerlendirilmesi sık kullanılan yöntemdir. Gonyoskopi sırasında Shaffer, Sheie veya Spaeth derecelendirme sistemleriyle İKA derecelendirilebilir ancak bu derecelendirme nisbeten subjektif olabilmektedir (2).

Günümüzde ön segment analiz sistemleri sayesinde İKA hakkında daha objektif bilgiler elde edildiği gibi, ön ve arka kornea yüzeyi, ÖKD, iris ve lens hakkında daha ayrıntılı niceliksel parametreler elde etmekteyiz.

Birçok yazar katarakt cerrahisi sonrası ön segment parametrelerindeki değişimleri farklı bazı yöntemlerle incelemiştir. Sıklıkla çalışılan parametreler olarak; kornea hacmi (KH), ön kamara hacmi (ÖKH) ve ÖKD'de artış olduğu bildirilmiştir (3-12). Bununla birlikte kornea asferisitesi (Q), limbus-limbus mesafesi (LLM) ve pupil çapı (PÇ) gibi diğer ön segment parametreleri ise literatürde daha az incelenmiştir (13-18).

Bu çalışmanın amacı, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı kliniğinde katarakt ameliyatı geçiren hastalarda ön segment parametrelerindeki (MKK, KH, ÖKH, ÖKD, İKA, PÇ, LLM, Q) değişimleri değerlendirmektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Göz Ön Segment Yapılarının Anatomisi, Fizyolojisi Ve Histolojisi

Göz ön segmenti (kamara) arkada lensin pupiller kısmı ile irisin anterioru, önde korneanın posterior yüzeyi ve periferde trabeküler ağ, skleral mahmuz, silyer cisim ve iris kökü arasında kalan alan olarak tanımlanır (19). Ön kamaranın iris kökü ve kornea arasında kalan bölgesinde 'ön kamara açısı' mevcuttur. Ön kamaranın derinliği normal erişkin emetrop bir gözde merkezde yaklaşık 3 mm iken açılı bölgesinde azalır. Cinsiyet, yaş, ırk, genetik ve kırma kusurları, ön kamara derinliğini etkileyen faktörler olarak saptanmıştır (20).

2.1.1. Kornea

Kornea, göz küresinin ön 1/6 kısmını oluşturan saydam, avasküler, horizontal-oval bir yapıdır. Vertikal çapı ortalama 11,5 mm, horizontal çapı ortalama 12 mm'dir. Merkezde ortalama 540 µ kalınlığındadır (21).

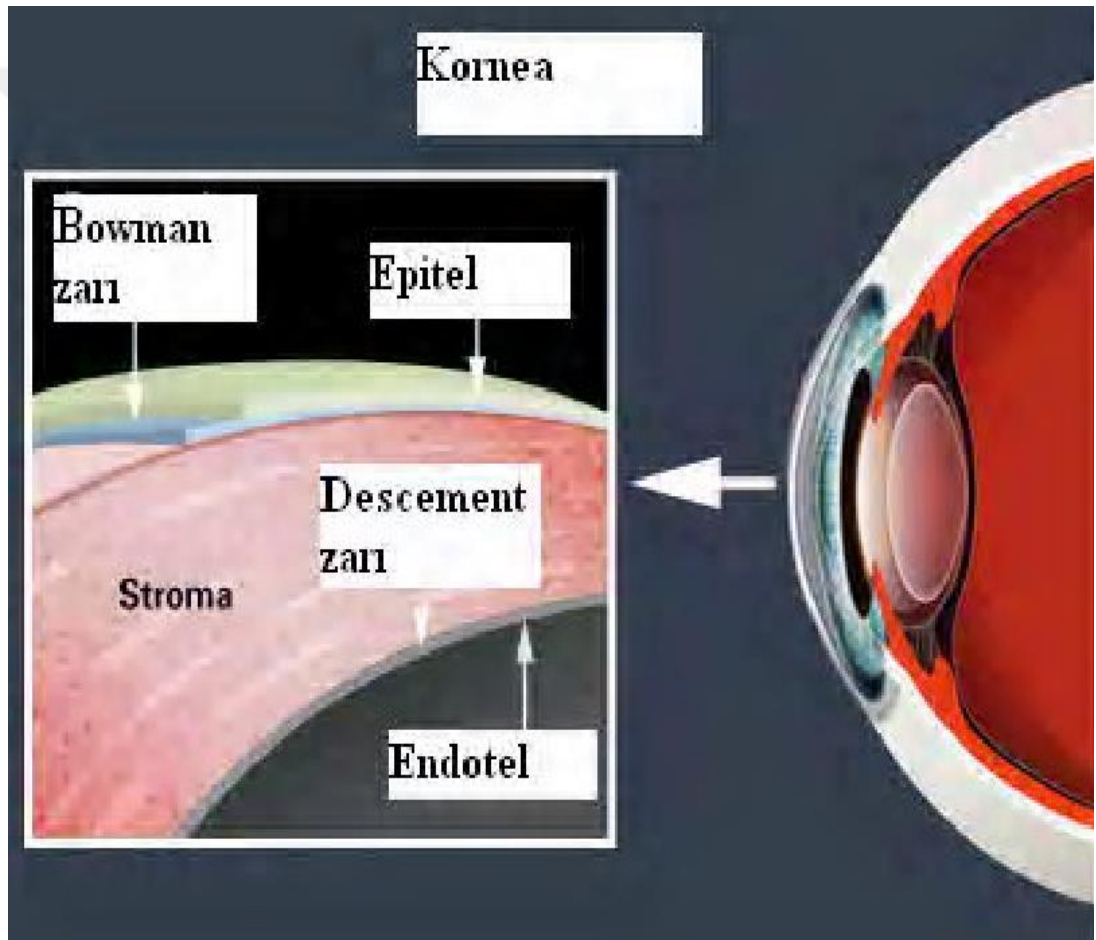
2.1.1.1. Kornea Anatomisi, Fizyolojisi Ve Histolojisi

Göz küresinin 1,3 cm²'lik ön bölümünü oluşturur. Tunica fibrosa bulbi'nin 1/6'lık ön parçasıdır. Saydam bir yapı gösteren kornea'nın konveks olan ön yüzüne facies anterior, konkav olan arka yüzüne facies posterior denir. Facies anterior'un en çıkıntılı bölümüne vertex cornea adı verilir. Arka yüz ise kamara anterior bulbi'nin ön parçasını oluşturarak ön kamerada bulunan *humor aquosus* ile temas eder. Kornea'nın ön yüzünün horizontal çapı 11,6 mm, vertikal çapı 10,6 mm'dir. Kornea'nın ön görünüşü horizontal ovoid biçimindedir. Arkadan görünüşü daire şeklindedir ve çapı 11,6 mm'dir (22).

Kornea yeni doğanlarda diğer organlara karşın büyüktür ve iki yaşında yetişkindeki çapına ulaşır. Kornea'nın merkezi kısmının kalınlığı 0,52 mm olup çevreye doğru artarak 0,70 mm'ye ulaşır. Kornea'nın periferik kenarları limbus corneae adını alır. Limbus kornea, sklera'nın *sulcus sclerae*'sına yerleşerek sklera ile devam eder (22).

Kornea renksiz, saydam ve damarsız bir yapıya sahiptir. Damar bulunmaması nedeniyle beslenmesini limbus corneae damarlarından, gözyaşından ve ön kamera sıvısından sağlar. Limbus damarlarının beslenmede rolü çok azdır. Kornea için en önemli madde oksijen ve glikozdur. Oksijen havadan gözyaşına, gözyaşından da epitel 15 yoluyla korneaya girer. Glikoz korneaya ön kamera endoteli aracılığı ile alınır (22).

Sklera ile arasındaki bölgeye sulcus sclerae adı verilir. Kornea'nın enine kesitinde; epitel, *Bowman membranı*, *stroma*, *Descemet membranı* ve endotel olarak 5 katman gözlenir (23).



Şekil 2.1. Korneanın tabakaları (24)

Kornea epiteli; Kornea'nın ön yüzünü örter. Yaklaşık 40-50 μ m kalınlığındadır. 5-7 sıra hücreden oluşan, keratinleşmemiş çok katlı yassı epitelidir. Bazal hücrelerin mitoz erkleri kuvvetlidir. Bu hücreler yaklaşık 7

günde bir yenilenir. Kornea epitelinde zengin duyuşal sinir sonlanmaları bulunur. Yüzeyel hücreler üst yüzlerinde mikrovilluslar içerir ve hücreler birbirlerine desmozomlar aracılığı ile bağlıdır. Desmozomlar koruyucu gözyaşı tabakasının tutulmasına yardım eder. Epitel yaklaşık 7 µm kalınlığında lipit ve glikoproteinden oluşan koruyucu bir kat ile örtüldür (23, 24).

Bowman membranı; Kornea epiteli altında, 7-12 µm kalınlığında, homojen, soluk boyanan bir membrandır. 200-250 sıra Tip I kollajen dizisinden oluşmuştur. Ara madde yoğundur ve hücre içermez. Bowman membranı kornea'ya dayanıklılık sağlar ve enfeksiyonların yayılmasını engeller. Rejenerasyon özelliği yoktur. Limbus'ta sonlanır, derin kısmı ise alttaki stroma ile kaynaşır (23, 24).

Kornea stroması; Kornea'nın en kalın katmanı olup, şeffaftır. Yaklaşık 500 µm kalınlığındadır. Kornea'nın %90'ını oluşturur. Tip I ve V kollajen lifleri içeren bağ dokusundan yapıldır. Yaklaşık 200-250 kadar 29 ince kollajen lif içerir. Her lif birbirine koşut yerleşerek kollajen lamelleri oluşturur. Lameller arasında uzun, yassı fibroblastlar uzantılarıyla dikkat çeker. Kollajen lifler ve lameller arasında eşit aralıklar bulunur. Kan damarı ve pigment içermez. Metabolitleri, yakınındaki damarlardan ve ön oda sıvısından difüzyonla alır. Ara maddede kondroitin sülfat, hiyaluronik asit ve keratin sültfatdan zengin metakromatik glikozaminoglikanlar bulunur. Kornea epitelinden geçen sinirler kornea stromasında gözlenebilir (23-25).

Descement membranı; Stroma ve altındaki endotel katmanı arasında bulunan ve endotel hücrelerince salgılanan kalın bazal membrandır. 5-10 µm kalınlığındadır. Hekzagonal düzenlenmiş lif yapısı Tip VII kollajen içerir (23, 24).

Kornea endoteli; Descement membranın arka yüzünü örter ve gözün ön kamarası ile değinir. Tek katlı yassı epitel hücrelerinden oluşmuştur. Descement membranın sentezi ve sürekliliği için gerekli olan, protein sentezi ve aktif taşıyım ile ilişkili tüm organelleri içerirler. Endotel hücreleri birçok mitokondriyon, veziküller, granüllü endoplazmik retikulum tubulusları, *Golgi* kompleksi ve çok sayıda pinostotik vezikül kapsar. Kornea epiteli ve endoteli,

kornea'nın saydamlığından sorumludur. Her iki kat da apikal yüzlerinden sodyum iyonlarını salgılayabilir. Klor iyonları ve su pasif olarak sodyum'u izler, böylece kornea stroması susuz bir ortamda tutulur. Çok ince kollajen liflerinin düzenli seyirleri, kornea'nın saydam olmasını sağlar (23-25).

Kornea sklera bağlantısı ya da '*limbus*', kornea'nın saydam kollajen demetlerinden sklera'nın beyaz mat liflerine geçiş bölgesidir. Bu bölgede damar ağı yoğundur ve buradaki kan damarları kornea ile ilgili yangısal olaylarda önemli rol oynar. Damarsız bir yapı olan kornea metabolitleri yakınındaki damarlardan ve ön oda sıvısından difüzyon ile alır. Stroma katmanının limbus bölgesinde ise endotel ile döşeli düzensiz kanallar birleşerek *Schlemm* kanalını oluşturur. Bu kanal dış taraftan venöz sistem ile bağlantılıdır (23-25).

Korneanın fizyolojisi saydamlık, geçirgenlik ve dehidrasyon başlıkları altında incelenebilir (26).

Saydamlık; korneanın saydamlığını sağlayan yapılardan biri kollajen fibrillerinin birbirlerine paralel ve düzgün dizilimidir. Ancak bu yeterli değildir. Saydamlığın sağlanması için kollajen demetlerin arasındaki mesafenin ışık dalga boyundan kısa olması gerekir. Bu mesafenin arttığı ödem veya mesafenin azaldığı skar gibi durumlarda saydamlık bozulur. Saydamlığı sağlayan bir diğer mekanizma, korneayı çevreleyen sıvıların ozmotik basınçlarının en az interstisyel sıvı basıncı kadar olmasıdır (26).

Geçirgenlik; kornea epitelinin lipit yapıdaki membranı özellikle suda eriyen ilaçlar için önemli bir bariyer oluşturur. Epitelin kaldırıldığı durumlarda suda eriyen maddelerin penetrasyonu logaritmik olarak artacaktır. Hidrofilik yapıdaki stromadan penetrasyon ise suda eriyen maddeler için daha kolay, lipofilik maddeler için daha güçtür. Korneal kollajen çapraz bağlama tedavisinde kullanılan riboflavin normal şartlarda sağlam kornea epitelini geçemez. Bu nedenle standart korneal kollajen çapraz bağlama tedavisinde kornea epiteli kazınmaktadır. Epitel hücreleri arasındaki desmozom ve sıkı bağlantılar gevşetilebilirse riboflavin paraselüler olarak epiteli geçebilmektedir. Bu nedenle epitel kazınmadan yapılan transepitelyal korneal

kollajen çapraz bağlama tedavisinde epitel geçirgenliğini artırıcı değişikliklere ihtiyaç duyulmaktadır (27, 28).

Dehidratasyon; korneanın toplam ağırlığının %75- 80'i sudur. İzotonik ortamda bekletildiği halde kornea su tutabilir ve daha önce belirtildiği gibi buradaki en önemli faktör stromal glikozaminoglikan yapının ozmotik gücüdür (29).

Korneanın su içeriği 5 faktöre bağlıdır (29);

- Endotel ve epitel tabakalarının anatomik bütünlüğü gerek mekanik gerekse kimyasal kimyasal faktörlerle bozulduğunda korneada su tutulumu kaçınılmazdır. Epitel hücreleri göz yaşına karşı, endotel hücreleri aköz hümöre karşı bariyer görevi görürken, aynı zamanda endotel hücreleri aktif bir pompa gibi çalışarak dehidratasyona yardımcı olur.
- Kornea stroması glikozaminoglikan yapı nedeniyle hidrofilik özelliktedir. Bu yüzden stromaya doğru su akımı vardır. Endotel hücreleri stromada tutulan su ve elektrolitleri aköz hümöre pompalamaktadır. Göz yaşı ve aköz hümörün osmotik yükü kornea dehidratasyonuna doğrudan etki eder.
- Kornea metabolizmasının bozulması aktif pompa fonksiyonunu bozacak ve korneada su tutulumuna yol açacaktır.
- Göz yüzeyinden buharlaşma göz yaşının osmolaritesini artırarak korneal dehidratasyona yardımcı olur. Hipertonik gözyaşı kornedan su çekecektir.
- Göz içi basıncının çok yükselmesi kornea ödemeine yol açar. Buradaki mekanizma hem endotel fonksiyonlarının bozulmuş olması hem de stromaya karşı aköz hidrostatik basıncının artmasıdır.

2.1.2. İridokorneal Açı

Ön kamara açısı olarak da tanımladığımız İKA, iris kökünün ve periferik arka korneanın birleşme noktasında oluşur. Ön kamara sıvısının gözü terk etmesinde rol oynayan anatomik yapıların en önemlisidir. İKA'da önden arkaya doğru sırasıyla *Schwalbe* hattı, trabeküler ağ, skleral mahmuz, silyer bant ve iris kökü bulunur (21, 30).

2.1.2.1. İridokorneal Açı Anatomisi, Fizyolojisi Ve Histolojisi

Schwalbe Çizgisi; descemet membranının kornea periferinde sonlandığı 50–150 µm kalınlığındaki gri-beyaz renkli çıkıntıdır ve İKA ön sınırını oluşturur. Kornea ile trabeküler endotel hücreleri arasında bir geçiş zonedir (31).

Trabeküler Ağ; ön kamarayı 360° kuşatan, porlu bir yapıdır. Elastik lifler ve kollajen doku katmanlarından oluşmuştur. Hümör aközün %90'ının boşaltılmasından sorumlu olan konvansiyonel yoldur. Trabeküler ağ, içten dışa doğru üç tabakadan oluşur (31);

1. Üveal ağ: İris kökünden başlayıp, öne doğru *Schwalbe* çizgisine uzanan en içteki bölümdür.
2. Korneoskleral ağ: Skleral mahmuzla sklera sulkusunun ön duvarına kadar uzanır.
3. Jukstakanaliküler ağ: *Schlemm* kanalı ile korneoskleral ağ arasında yer alır. Aynı zamanda *Schlemm* kanalının iç duvarını oluşturur. Dışa akım direncinin en yüksek olduğu bölgedir.

Schlemm Kanalı; ön kamarayı 360° çevreleyen, iç çapı yaklaşık 350 µm olan, oval kesitli bir kanaldır. İç duvarını oluşturan endotel hücreleri arasında transendotelial porlar mevcuttur (31).

Toplayıcı Kanallar; schlemm kanalı dış duvarındaki 25–30 adet kollektör kanal limbusa gömülü olup derin skleral ağı oluşturulur. Bu ağ aracılığıyla, *Schlemm* kanalına süzülen hümör aköz, ön silyer ven ve episkleral venlere boşalır (31).

Skleral Mahmuz; trabeküler ağın hemen altında yer alan beyaz banttır. Skleranın ön kamaraya ulaşan en uç uzantısıdır ve siliyer adelenin longitudinal liflerinin tutunma noktasıdır (31).

Siliyer Bant; açı tam açıkken, iris kökünün siliyer cisimle birleştiği yerde gri bir bant şeklinde görülür (31).

İris Kökü; irisin bittiği yerdir, bazen trabeküler ağ üzerine ince uzantılar gönderir (31).

Shaffer sistemi, trabekülumun iç kısmına ve perifer üçte birlik mesafede iris ön yüzüne teğet geçen iki hayali çizgi arasındaki İKA'yı derece cinsinden kaydeder. Her kadrana sayısal bir değer verilir (21).

- Grade IV (35°-45°): Siliyer bandın rahatlıkla görülebildiği en geniş açıdır. Kapanma ihtimali yoktur. Karakteristik olarak miyoplarda ve afaklarda bu şekildedir.
- Grade III (20°-35°): Skleral mahmuzun görülebildiği açı görünümüdür. Kapanma ihtimali yoktur (32).
- Grade II (20°): Orta düzeyde dar bir açı olup, sadece trabekülum izlenebilir. Kapanmaya eğilimlidir.
- Grade I (10°): Sadece *Schwalbe* çizgisi ve trabekülumun en üst kısmının izlenebildiği oldukça dar bir açıdır. Açının kapanma riski çok yüksektir.
- Grade 0 (0°): İridokorneal temasın olduğu ve korneal kamanın tepesinin görülmemesi ile tanınır.

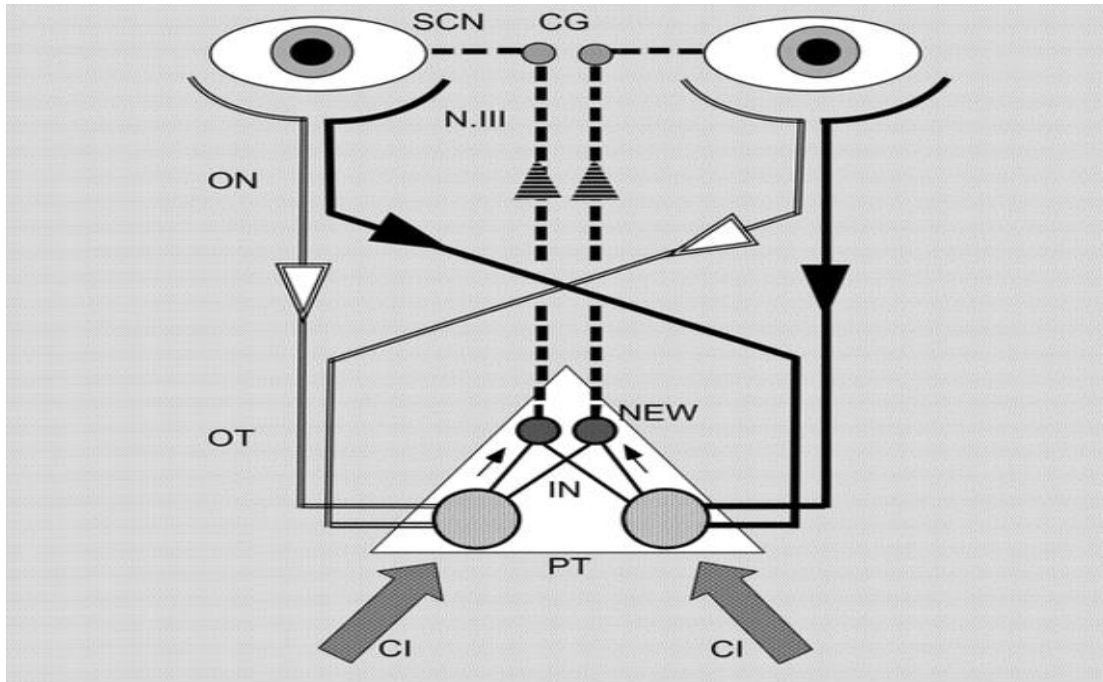
2.1.3. Pupilla

2.1.3.1. Pupilla Anatomisi, Fizyolojisi Ve Histolojisi

Normal PÇ 2-6 mm olup, normal ışıklandırılmış bir odada ortalama 3 mm'dir. İnfantlarda pupilla daha küçük olup 7-8 yaşlarında normal çapına ulaşır. Yaşlılarda daha küçük olma eğilimindedir. Normal insanların %20'sinde PÇ farklıdır buna fizyolojik anizokori denir (32).

Pupilla Işık Refleksi; pupilla ışık refleksi dört nöron içeren bir arktır (29, 31);

- 1.Nöron: Retinadan superior kollikulus hizasındaki pretektal nükleusa uzanır. Optik siniri oluşturan liflerin %20'si pupiller liflerdir. Nazal pupiller lifler çaprazlaşır.
- 2.Nöron: Pretektal nükleusu her iki *Edinger-Westphal* nükleusa (3.kranial sinirin parasempatik nükleusu) bağlar. Bu nedenle tek tarafa verilen ışık uyarısı bilateral simetrik ışık reaksiyonu oluşturur.
- 3.Nöron: *Edinger-Westphal* nükleustan okülomotor sinir, parasempatik lifleriyle orbitadaki siliyer gangliyona kadar uzanmaktadır. Okülomotor sinir orbitaya girdikten sonra pupilla ışık refleksini getiren lifler sinirden ayrılarak inferior oblik kasa giden inferior dal ile gangliyon siliareye ulaşır.
- 4.Nöron: Silier ganglion ile sfinkter pupilla arasında bağlantı kurar ve kısa posterior silier sinirler içinde yer alır.



Şekil 2.2. Pupil ışık refleksi (32)

Sempatik yol; üç nöron içeren bir arktır (29, 31);

- 1.Nöron: Posterior Hipotalamustan aşağı doğru beyin sapından çaprazlaşmadan spinal korda iner ve C8-T2 arasındaki siliospinal merkez (Budge)'de sonlanır.
- 2.Nöron: Siliospinal merkezden boyundaki superior servikal ganglion'a uzanır. Bu uzun yolu sırasında apikal plevranın yakınından geçer ve bu nedenle bronşial karsinom (Pancoast tümör) ve boyun cerrahisi sonucu hasarlanması söz konusudur.
- 3.Nöron: İnternal Karotid arter boyunca uzanır ve kafatasına girer burada trigeminal sinirin oftalmik dalı ile birleşir. Superior servikal gangliondan hemen sonra yüzün aynı tarafındaki ter bezlerinin inervasyonunu sağlayan lifler ayrılırlar. Diğerleri buradan nazosilier sinir ve uzun silier sinirler vasıtasıyla silier cisim, dilator pupilla, iris melanositleri ve Müller kasında sonlanır.

Pupilla Yakın Refleksi; perlia çekirdeği ve *Edinger-Westphal* çekirdeği sorumludur. Yakın refleksin akomodasyon, konverjans ve miosis olmak üzere üç komponenti vardır (33).

Akomodasyon; dinlenme anında, lens uzaktaki cisimleri retinaya odaklar. Yakındaki cisimlerin retinaya odaklanabilmesi için, gözün kırma gücünde artışa ihtiyaç vardır. Bu mekanizmayı sağlayan ise akomodasyondur. İnsan gözü, kornea yapısı değişmediği için, lensin şeklini değiştirerek sağlar. Ancak bu değişiklik pasiftir ve silyer kasları ve zonülleri içerir. Silyer kaslar gevşediğinde, zonüller gerilir ve lens ekvatorunda bir çekme ve zonuçta lenste düzleşme oluşturur. Silyer kaslar kasıldığında, zonüller üzerindeki gerginlik azalır ve lens gevşek ve sferik ya da akomodasyon haline geçer. Bu durum lensin kırma gücünü artırır ve yakındaki cisimlerin retinaya odaklanması sağlanır. Akomodasyon sırasında, lens şeklindeki temel değişiklik lensin ön yüzünde gerçekleşir ve bu yüzey öne doğru bombeleşme gösterir (33).

Konverjans; verjans hareketlerinin en önemlisi olan konverjans yakındaki bir objeye fiksasyon yapabilmek için her iki iç rektus kasının kasılmasıyla ve akomodasyon fonksiyonu ile yakından ilişkili olarak meydana gelen ve yönü nazale doğru olarak beliren göz hareketi olarak tanımlanabilir. Gözlerin fiksasyonu yakın bir noktadan uzağa doğru değiştirildiği zaman bu hareket konverjansın gevşemesi veya negatif konverjans olarak adlandırılır ve bu görme eksenleri tekrar birbirine paralel oluncaya kadar sürdürülür. Bu noktadan sonra hareket devam ederse fiksasyon eksenleri dışa doğru yer değiştirilerek diverjansın ortaya çıkmasına neden olurlar. Konverjans esnasında görme eksenleri fiksasyon noktasında kesişerek konverjans açısını oluştururlar. Konverjans açısının büyüklüğü fiksasyon yapılan objenin göze olan uzaklığı ile orantılı olarak değişir. Cisim göze ne kadar yakınsa ve interpupiller mesafede ne kadar genişse konverjans açısı da o kadar büyüktür (21, 33).

2.1.4. Lens

Göze gelen ışığı pupillayı geçerken kırarak retinada odaklayan lens, sinir lifleri, kan ve lenfatik dolaşımı olmayan transparan bikonveks bir yapıdır. Aköz humör metabolik ihtiyaçlarını karşılayan tek kaynaktır. İrisin arkasında vitreus kavitesi önünde yer alan lens, silier cisimden orijin alan Zinn zonülleri ile asılıdır. Kapsül, lens epiteli, korteks ve nükleus oluşur. Kendi şeffaflığının korunması ve devamı, ışığı kırmak ve akomodasyon gibi fonksiyonları vardır (19).

Doğumda ekvatoryel çapı 6,5 mm iken 2 ve 3.dekadelarda artarak 9-10 mm'ye ulaşır. Sinir ve damar yapısı bulunmaz. Embriyogenez sırasında hiyaloid damar regresyonu gelişir ve lens tamamen aköz ve vitreusa bağımlı hale gelir. Lens, kapsül, epitel, korteks ve nükleus yapılarından oluşmaktadır (19).

2.1.4.1. Lens Anatomisi, Fiziyojisi Ve Histolojisi

Lens kapsülü; embriyonel dönemde lens epitelyum hücrelerinin ürettiği tip 4 kollajenden oluşan lens kapsülü, vücudun en kalın bazal membrana sahip yapısıdır. Lens kapsülü, kalın, homojen, ışığı kıran,

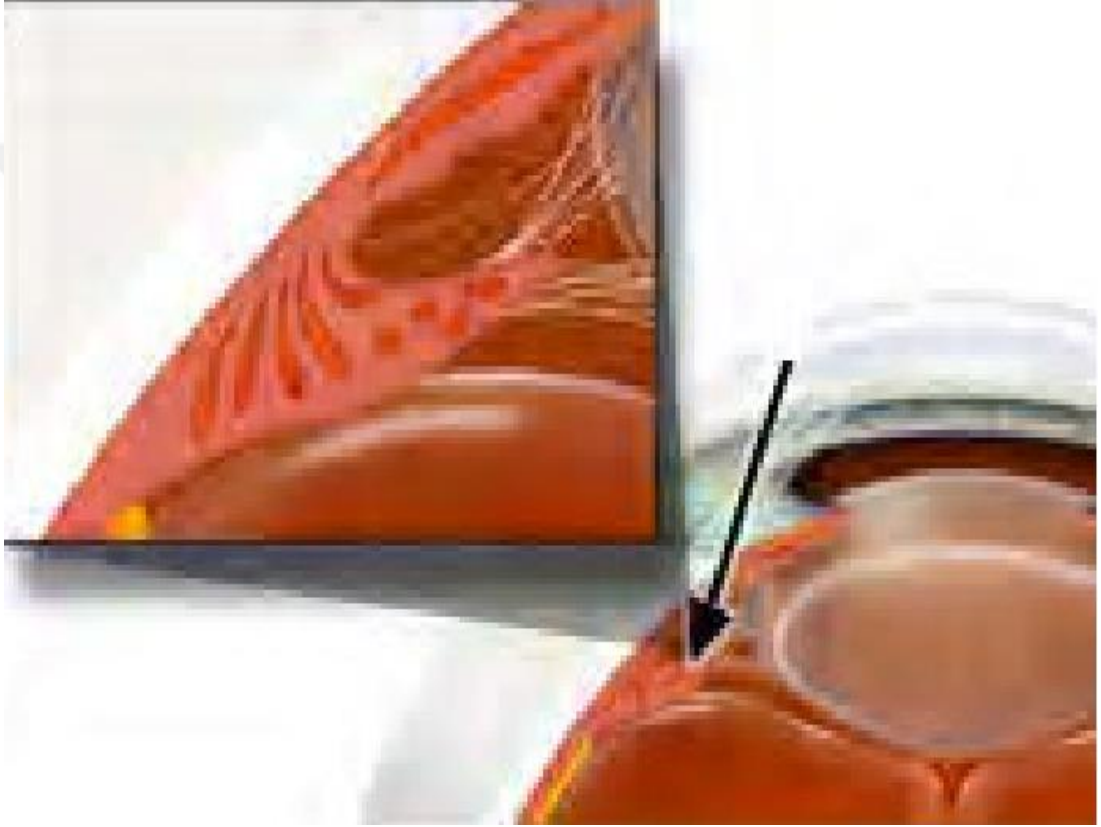
karbonhidrattan zengin ve lens'i saran şeffaf bazal membran benzeri yapıdan oluşur. Kapsül kalınlığı her bölgesinde farklılıklar gösterir. Ön ve arka preekvatoriel bölgede en kalın 17-23 µm, en ince ve hayat boyunca sabit kalan arka kapsül merkezi ise 4 µm kalınlıktadır (34). Ön kapsül, arka kapsülden daha kalın olup hayatın ileri dönemlerinde ön kapsüldeki kalınlık artışı devam etmektedir (35).

Zonüler lifler; gözün ön kısmında bulunan silier cismin, pars plana ve pars pilikatanın pigmentsiz epitelinin bazal laminasından orijin alır. Ekvator bölgesinde lens kapsülüne önde 1,5 mm arkada 1,25 mm'lik bölgeye yapışır. Lens zonüler lifler ile asılıdır. Yaş ile beraber zonüler lifler geriler. Önde ve arkada, arka tabakalar arasında üçgen şeklinde boşluklar oluşturur. Zonüler liflerin ortalama çapları 5-30 µm'dur ve ışık mikroskobunda eozinofilik ve PAS+ yapıdadır (19, 35).

Lens Epiteli; ön kapsül altında tek sıra dizilmiş hegzagonal hücreler tabakasıdır. Lens epitel tabakası 10x15 mikron kalınlığında olup tek katlı yassı kübik epitel hücrelerinden oluşur. Ekvatorunda bulunan epitel hücresi yaşam boyunca üretilirken merkezde bulunan hücreler sabittir. Lens epiteli metabolik olarak aktiftir. DNA, RNA, protein ve lipit biyosentezi yapar. Ribozom, mitokondri, endoplazmik retikulum, lizozom, golgi cisimciği ve glikojen partikülleri içeren lens hücreleri aktivitelerini hem aerobik hem de anaerobik yollarla temin ederler. Bu hücrelerde lens lifleri sentez edilir. Germinatif zon adı verilen, lensin ön kapsülünün preekvatoriyal bölgesini halka şeklinde çevreleyen alanda maksimum DNA sentez aktivitesi vardır. Germinatif zonda oluşan hücreler ekvatora doğru ilerleyerek hacimce büyürler ve lens liflerini oluşturmak üzere farklılaşma sürecini tamamlarlar. Büyüme sellüler proteinlerin her bir lifteki hücre membranlarında artışı ile olur ve hücreler nükleus, mitokondri, ribozom dahil olmak üzere organellerini yitirirler. Organel kaybı glikolizle enerji üretimine ihtiyaç duyar (19, 35).

Nükleus ve Korteks; lenste hücre kaybı olmaz. Yeni oluşanlar lens yüzeyinde iken, eski üretilen fibriller lens merkezinde yer alır. Embriyonik dönemde oluşan yaşlı lifler merkezde yoğunlaşarak lens nükleusunu, en son üretilen yeni lifler lens korteksini oluşturur. Aralarındaki geçişin kademeli

olduğu lens korteks ve nükleusu arasında belirgin bir morfolojik fark yoktur. Nükleus, epinkleus ve korteks ayrımı, cerrahi sırasındaki davranış ve görünüşten kaynaklanır. Apikal hücrelerin uzantılarının birleşimi nde Y strn, bazal hücrelerinin uzantılarının birleşimi arka Y strn oluşturur. Hayatın farklı dönemlerinde meydana gelen katmanlar arasındaki ışık geçirgenliği farkından dolayı biyomikroskopik olarak değişik optik alanlar oluşmaktadır. Bu nedenle epitel hücre katmanlarının farklı optik dansitelere sahip olması nedeni ile demarkasyon hatları meydana gelir (19, 35).



şekil 2.3. Lens, zonül, silyer cisim anatomisi (19)

Lensin sadece n yüzü aköz hmrle irtibat halinde olduğundan, lensin daha derinlerindeki eski hücreler düşük dirençli sıkı bağlantılar (gap junction) aracılığı ile madde alışverişini sağlar. Lens kapsülü molekül ağırlığı 70 kDa'a kadar olan proteinler, su, iyon ve ufak moleküller için geçirgendir (36).

Epitel hücrelerinde bulunan Na⁺,K⁺-ATPaz ve kalmoduline duyarlı Ca⁺⁺ATPaz pompalarıyla hücre içi elektrolit dengesi sağlanır. Lensin %65'lik su, %35'lik protein yapısı bu dengeyle korunur. Lensin saydamlığı çeşitli yapısal ve kimyasal özellikler sayesinde sağlanır. Yapısındaki kristalinin sıkı bir şekilde gruplaşması protein metabolizması, hücre bölünmesi, hücrel farklılaşma, hücrel homeostazın idamesi, elektrolit dengesinin düzenlenmesi lensin saydamlığını sürdüren özelliklerdir (34).

Yoğun protein konsantrasyonu vücudun diğer yapılarından fazla olan lenste protein sentezi yaşam boyu sürer. Bu proteinleri büyük ölçüde kristalin olarak adlandırılan protein grubu oluşturmaktadır. Ayrıca lensi oksidatif hasarlardan koruyan glutatyon da yüksek konsantrasyonlarda bulunur. Yaşlanmayla birlikte suda çözünemeyen proteinlerin artar ve lenste biriken partiküller oluşur. Kristalinlerin kimyasal değişimi ve proteolitik ayrışmaları sonucunda yüksek molekül ağırlıklı protein kümeleri meydana gelir. Kapsül kalınlaşması ve lens esnekliği azalması ile akomodasyon yeteneği zayıflar. Kristalinlerde önemli yapısal değişimler olup agregasyon, degradeasyon ve çözünürlük artışı meydana gelir. Metabolik aktivitesi zayıflayan lensin yüksek olan protein ve glutatyon konsantrasyonu azalır, düşük olan kalsiyum konsantrasyonu artar. Su içeriği ise azalır. Lens bütün bu değişimlere paralel olarak saydamlığını kaybeder, sertleşir, sonuçta katarakt oluşumu gözlenir (35).

Lens metabolizmasında amaç saydamlığı korumaktır. Enerji yapımı glukoz metabolizmasına bağlı olup glukoz aköz hümörden basit difüzyon ve kolaylaştırılmış difüzyonla elde edilir. Hekzokinazla hemen glukoz-6-fosfata dönüşür. Bundan sonra glukoz-6-fosfat iki ayrı yola girer (1);

1. Anaerobik Glikoliz
2. Hekzoz Monofosfat Yolu (HMP)

Anaerobik glikoliz yolu aktivitesini arttırarak laktata giden yolda adenzin difosfatı (ADP) adenzin trifosfata (ATP) çevirip metabolizma için gerekli enerjiyi temin eder. Glukozun yalnızca %3'ü aerobik girer ve lens ATP'sinin %25'ini oluşturmaktadır. Glukozunun %5'i HMP yoluna girer ve

böylelikle yağ asidi metabolizması için nikotinamid adenin dinükleotit fosfat (NADPH) ve nükleotid biyosentezi için riboz oluşturulur. Glukoz lenste çok arttığında glikoliz son ürünleri ile anaerobik glikoliz durdurulurken, glukoz sorbitol yoluna girer ve sorbitol oluşur. Lensin sorbitole geçirgenliği az olması nedeniyle sorbitol birikimi oluşur buna bağlı olarakda fruktoz birikimine yol açar (1).

2.2. Ön Segment Görüntüleme Cihazları

2.2.1. Keratometri

En basit korneal topografi cihazı olmasına rağmen klinik pratik kullanımda en fazla yeri olanıdır. Korneanın ışınları konveks bir ayna gibi davranarak kırma ilkesine dayanarak tasarlanmıştır. Keratometri korneanın santral 3mm'lik kısmında birbirine dikey iki meridyen üzerinde ölçüm yapmaktadır (37). Bunun için korneanın tümü hakkında bilgi vermemektedir. Düzenli sferosilindirik yüzeyi olan normal kornealarda yüksek oranda doğru ölçümler alınabilmektedir. Keratometri rutin olarak normal korneası olanlarda uygun kontakt lensi bulmada, katarakt cerrahisi öncesinde GİM gücünü hesaplanmasında ve bazen gergin kornea sütülerinin alımında güvenilir bir şekilde kullanılmaktadır. Ancak düzensiz bir yüzeye sahip korneası olanlarda yansıyan görüntülerin distorsiyona uğramasından dolayı sınırlı bir değeri vardır. Ayrıca refraktif cerrahi adayları olan hastaların değerlendirilmesinde de yetersiz kalmaktadır (38, 39).

2.2.2. Fotokeratoskopi

Fotokeratoskopta kornea ön yüzeye Placido tipi ışıklı konsantrik halkalar yansıtılır ve kornea ön yüzeyinden bu halkaların yansıyan görüntüleri halkaların merkezinde bulunan bir kamera ile fotoğraflanır. Değerlendirme yansıyan görüntüleri inceleyerek kalitatif olarak yapılır. Korneal yüzeyi düzensiz olanlarda halkalar distorsiyona uğrar. Dik olan kornea bölgelerinde halkaların arasındaki mesafe azalırken, düz olan bölgelerde ise artar. Astigmatizmanın varlığında yansıyan görüntüler eliptik şekilde olur ve bu elipsin kısa olan çapı korneanın dik olduğu kurlatır gösterir. Görüntüleri inceleyerek gözlemsel bir değerlendirme yapıldığı için güvenilirliği daha

düşüktür bunun için 3 diyoptrinin altında olan astigmatizmaları saptamada değeri sınırlıdır (40, 41).

2.2.3. Videokeratoskopi

Videokeratoskopta da fotokeratoskopta olduğu gibi kornea ön yüzeyine Placido tipi ışıklı konsantrik halkalar yansıtılır ve yansıyan görüntüler merkezde bulunan bir videokamera ile alınır. Ancak alınan bu görüntülerin değerlendirilmesi kalitatif olarak değil, bilgisayar analizi ile kantitatif olarak yapılmaktadır. Fotokeratoskopta kullanılan ışıklı halka sayısı 12 iken, videokeratoskopta bu sayı cihazın modeline göre 15-38 arasında (ortalama 25) değişmektedir. Başka bir deyişle fotokeratoskop ile kornea yüzeyinin yaklaşık %70'i kalitatif olarak yapılırken, videokeratoskopla %95'i kantitatif olarak yapılmaktadır (41, 42).

Keratometri, fotokeratoskop ve videokeratoskopda tüm korneadan yansıyan görüntülerin analizi ile yapılmaktadır. Bunun için bu aletlere genel olarak yansımaya dayanan sistemler denmektedir. Gerçek topografik değerlendirme ise X, Y, Z koordinat sisteminde görüntü elde edilebilmesini gerektirmektedir. Placido esasına dayanan sistemlerde Z eksenine ait yükseklik (height, elevasyon) değeri ölçülememektedir ancak yüzey eğrilik verileri bazı matematik formüllerle yükseklik değerine çevirilebilmektedir (43, 44). Bu normal kornealara göre ayarlanmış bir sistem olduğu için cerrahi geçirmiş veya düzensiz korneaya sahip kişilerde hataya neden olabilmektedir. Günümüzde geliştirilen aletlerle direkt olarak Z eksenine ait yükseklik değerini ölçmek mümkün olmuştur. Bu aletler ise genel olarak projeksiyona dayalı sistemler başlığı altında toplanmaktadır. Projeksiyona bağlı sistemlerin avantajları; kornea yüksekliğinin ölçülebilmesi, düzensiz ve yansıtıcı olmayan yüzeylerde ölçüm yapabilmesi, paralimbal alan dahil olmak üzere tüm kornea alanını değerlendirebilmesi, yüksek çözünürlük ve doğruluğunun olması olarak sıralanabilir. Dezavantajları ise; maliyetlerinin fazla olması, ölçüm zamanının daha uzun olması ve kullanımının daha zor olmasıdır. Yarık ışık topografisi, lazer interferometri ve rasterstereografi projeksiyona dayalı sistemlere örnek olarak gösterilebilir (43-45).

2.2.4.Orbscan topografi

İlk olarak 1995 yılında Orbscan (Orbtek, Inc) ticari olarak piyasaya sürülmüştür. Kornea üzerine projekte edilen yarıklı tarayıcı ışınların ölçümü esasına dayanır. Kurvatür bilgisini direkt verirken, elevasyon bilgisi bundan elde edilir. Bilgisayarlı tomografinin 1999 yılında gelişmesiyle birlikte Orbscan II (Orbtek, Inc) geliştirilmiştir. Placido disk eklenmesiyle direkt kurvatür ölçümü elde edilebilmektedir (46).

Ön segment topografisinden yola çıkarak ön segment değerlendirilmesinde veriler elde edilir. 1,5 saniye içinde 9000 noktadan veri alır. Ön ve arka kornea eğimi hakkında değerlendirme yapar. Kesit tarama sistemi ile Placido disk topografi birleştirilmiştir. Tüm korneanın kalınlık değerleri, ön ve arka kornea eğimi, İKA ve ÖKD eş zamanlı olarak kornea kırıcılık ölçümünü yapmaktadır. Kornea irregülarite indeksini hesaplanmaktadır. Orbscan, refraktif cerrahi adaylarında keratokonus ve normal gözlerin kornea topografik parametreleri ile ayırımında kullanılabilecek güvenli bir yöntemdir (47, 48). Orbscan ile elde edilen kornea arka kurvatür özellikleri, kornea topografisinden hesaplanarak ölçülmektedir. Lasik cerrahisi geçirmiş olan hastalarda ve keratokonus hastalarında Orbscan ile elde edilen kornea arka kurvatür verilerinin bu nedenle gerçek değerinden farklı olduğu bilinmektedir (49-51).

Buehl ve ark. (52) ÖKD ve MKK değerlerinin Orbscan, AC-Master ve Pentacam arasında korele olduğunu, Pentacam yönteminin kolay, tekrarlanabilir non-kontakt bir yöntem olduğunu bildirmişlerdir. Literatürde Pentacam ile ölçülen MKK'nın Orbscan ile elde edilen değerler ile korele olmasına rağmen daha yüksek ölçüldüğünü gösterir çalışmalar vardır (53, 54).

2.2.5. Pentacam – Scheimpflug Görüntüleme Sistemi

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 (55).

Pentacam cihazı, ön segmenti görüntülemek ve analiz etmek için Scheimpflug prensibini kullanır. Scheimpflug prensibi, kameranın filmine paralel olmayan nesnelerin fotoğraflarının optik özelliklerini tarifler. Sistem, dönen bir Scheimpflug kamera ve monokromatik slit ışık kaynağından (mavi LED 475 nm) oluşmaktadır. 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 pupilla kamerası ise göz hareketlerini saptar ve otomatik düzeltmeler yapar. Görüntü alındıktan sonra cihaz bu görüntüleri 'akıllı haritalar' olarak adlandırılan topografik haritalar şeklinde sunar (56, 57). Pentacam cihazı ile (56);

1. Kornea ön ve arka yüz yarıçap eğriliği
2. Kornea topografisi ile ön ve arka yüz kırıcı gücü
3. Kristalin lenste katarakt yoğunluğu ve lensin ön arka kalınlığı
4. Santral ve periferik pakimetrik değerler
5. Göz içi basınç (GİB) düzeltici 4 formül ile düzeltilmiş GİB değerleri
6. Keratokonus değerlendirme ve sınıflaması
7. Geçirilmiş refraktif cerrahi, ön ve arka kamaraya uyarlanmış göz içi lensin görüntülenmesi
8. ÖKD, ÖKH, İKA, PÇ, MKK hakkında bilgi edinilir.

Pentacam HR normal Pentacam'a kıyasla yüksek çözünürlüklü bir sistem olup, kornea, iris ve lensin net görüntülerini sağlar. Normal Pentacam'da ön ve arka korneal yüzeyin ve korneal kalınlığın topografisini ve elevasyonunu ölçerken, Pentacam HR'de ön ve arka korneal topografiyi ve elevasyonu, toplam korneal refraktif gücü, korneal güç dağılımını, 360° otomatik İKA ölçümünü, ÖKD ve ÖKH, LLM, kornea ve lens optik opasitelerini ölçer (56).

2.2.6. Sirius Topografi Cihazı

Sirius topografi cihazı (Costruzione Strumenti Oftalmici, Florence, İtalya) dönen Scheimpflug kamera ve Placido disk görüntüleme sisteminden gelen verileri birlikte değerlendiren ön segment analiz cihazıdır. Kornea kalınlığı, ön-arka korneal elevasyon haritalarını içeren topografik ölçümler, ÖKD, keratometri temel ölçüm parametreleridir (58). Kornea hastalıklarının tanı ve takibi, refraktif cerrahi öncesi değerlendirme ve sonrasında takip amaçlı kullanılmaktadır. Sirius topografi cihazı, monokromatik 360° rotasyon yapan Scheimpflug kamera ve 22 halkalı Placido-diski kombine eden ön segment analiz sistemidir. Kornea ve ön kamaradan 25 radial kesit alır. Kornea ön ve arka yüzeyinin tanjansiyel ve aksiyel kurvatür bilgisini sağlar, korneanın global refraktif gücünü verir, korneanın pakimetri haritalamasını ve wavefront analizini sağlar. Kornea ön yüzeyini ve arka yüzeyini 475 nm mavi LED ışığı ile inceler. Kornea ön yüzey ölçüm verilerini Placido görüntüleri ve Scheimpflug görüntüleri uygun şekilde birleştirerek verirken, diğer iç yapıların ölçümleri Scheimpflug görüntüleme ile sağlanır. Kornea wavefront analizi, görme kalitesi simülasyonu, pupillografi, kontakt lens uygulama simülasyonu, keratokonus için özel yazılım, glokom için özel yazılımlar bulunmaktadır (58, 59).

2.2.7. Galilei Dual-Scheimpflug

Galilei Dual-Scheimpflug kamera sistemi de Pentacam ile birlikte bu grupta yer almaktadır. Cihazda iki adet dönen kamera ile ölçüm yapılmaktadır. Korneal tarama esnasında slitin her iki tarafından da görüntü alınmasına olanak tanır ve bu özelliğiyle, göz hareketlerine bağlı desantralizasyonun, korneal pakimetri ve posterior korneal kurvatur ölçümlerini en az etkilemesi amaçlanmıştır. Single Scheimpflug yönteminde kalınlık ve yüksekliği değerlendirirken yüzey eğiminden tahmini olarak düzeltme yaparken, dual Scheimpflug yöntemi ile kalınlık ve yükseklik değerleri tahmini değil lokalizasyonun yerine göre tam olarak ölçmektedir. Bir diğer farkı ise daha doğru topografik veri sağlamasına olanak tanıyan Placido-disk topografi teknolojisinin (20 monokrom halka, 200 mm çap) entegre edilmiş olmasıdır. Bu sayede ön korneal kurvatur ölçümlerinde daha

doğru verilerin elde edilmesi sağlanmıştır. Pentacam'dan farklı olarak bir yerine iki dönen kameraya (1000x1000 pixel CCD) sahiptir. Tekrarlanabilirliği 3 µm, lateral rezolüsyonu 4 µm dir. Tüm anterior segment görüntülemesini 1–2 saniyede tamamlayan cihaz, gözlemci aydınlatma için 810 nm dalga boylu infrared LED ışık kullanırken flash aydınlatma için 470 nm dalga boylu mavi LED ışık (UV-free) kullanır. Bir taramada 122000'den fazla noktanın veri analizini yapabilmektedir (60-62).

Menassa ve ark. (63) tarafından yapılan çalışmada MKK ve keratometri değerlerinin Galilei, Orbscan II ve ultrasonik pakimetri ile karşılaştırılmış ve ortalama MKK ölçümü cihazlar arasında istatistiksel farklılık göstermemiştir. Salouti ve ark.'nın (64) Galilei, EyeSys ve Orbscan II cihazları ile normal gözlerde yapmış oldukları çalışmada horizontal korneal çap ölçümlerinin Galilei ile EyeSys ölçümlerinde istatistiksel farklılık göstermediği saptanmış, fakat Orbscan ile elde edilen ölçümlerin diğer iki cihazdan anlamlı olarak daha düşük ölçüldüğu tespit edilmiştir (64). Salouti ve ark. (60) tarafından yapılan başka bir çalışmada da Galilei, Pentacam ve Orbscan II ile normal gözlerde ÖKD karşılaştırılmış, Galilei ve Pentacam ölçümlerinin arasında anlamlı farklılık saptanmamış, Orbscan II'de ölçülen ÖKD değerlerinin diğer iki cihazdan anlamlı olarak daha yüksek olduğu saptanmıştır. Salouti ve ark.'nın (65) yaptıkları bir başka çalışmada ise refraktif cerrahi adaylarında 31 hastanın 62 gözünde Galilei ve Pentacam-Scheimpflug görüntüleme yönteminin ön ve arka korneal elevasyon değerleri karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada korneal küre yarıçapı Galilei ve Pentacam-Scheimpflug ile sırasıyla ön korneal yüzeyde $7,72\pm 0,21$ mm ve $7,83\pm 0,21$ mm, kornea arka yüzeyde ise $6,37\pm 0,18$ mm ve $6,47\pm 0,19$ mm ölçülmüştür. Korneanın santral, temporal ve inferior kısımlarında ön ve arka yüzey elevasyon değerleri Galilei ile istatistiksel olarak daha yüksek olarak ölçülmüştür. Bu iki yöntem ile kornea ön yüzey elevasyon verilerinin kornea arka yüzey elevasyon verilerinden daha uyumlu olduğu görülmüştür. Refraktif cerrahi adaylarında kornea elevasyon değerleri bu iki yöntemle birbirinden farklı ölçülmüştür (65).

2.2.8. Optik Koherens Tomografi

Optik koherens tomografi (OKT); biyolojik doku katmanlarını, μ düzeyinde yüksek çözünürlükte tomografik kesitler olarak görüntüleyen, yeni bir tıbbi görüntüleme tanı yöntemidir. Dokulara gönderilen ve farklı doku katmanlarından geri yansıyan ~ 800 nm dalga boyundaki infrared ışığın yansıma gecikme zamanını ve şiddetini ölçerek, dokuların ve patolojilerinin B-scan ultrasonografiye benzer bir şekilde ama ondan çok daha yüksek çözünürlükte (1-15 μ m) kesit görüntülerinin alınmasına olanak tanır (66).

Ultrasonografide görüntünün ekosundan bahsedilirken, OKT'de reflektivite söz konusudur. Işığı geriye güçlü bir biçimde yansıtan dokular OKT'de güçlü ışık sinyali verirler ve hiperreflektif olarak değerlendirilirler (retina pigment epiteli gibi). Işığı geriye yansıtma özelliği düşük olan dokular ise hiporeflektif olarak değerlendirilirler (vitreus gibi). Retina sinir lif tabakası da hiperreflektiviteye sahip olduğu için ÖKD'de sınırları ve kalınlığı güvenilir bir şekilde saptanabilmektedir (66).

2.2.9. Optik Biyometri

Optik biyometri, GİM ölçümü dışında ön segment parametrelerini de ölçen bir cihazdır. Klinik pratikte en sık kullanılan üç optik biyometri cihazı IOL Master (Zeiss, Almanya), Lenstar (Haag-Streit AG, ABD) ve Nidek AL-Scan (Nidek, Aichi, Japonya)'dır.

IOL Master (Carl Zeiss Meditec AG, Jena, Almanya) başlıca katarakt ameliyatı öncesi GİM gücünün hesaplanması amacıyla geliştirilmiş olan güvenilir bir nonkontakt optik biyometri cihazıdır. Cihaz interferometri yöntemiyle göze ait AU, görüntü analiz yöntemleriyle de keratometri, ÖKD ve LLM değerlerini ölçebilmektedir (67, 68). Cihaz retina pigment epitelinden geriye yansıyan lazer ışığı yardımıyla ölçüm yapar. IOL Master ÖKD ölçümü yapmak için 0,7 mm genişliğinde slit ışığı görsel aksın 38° temporalinden ön segmente yansıtır. Cihaz yazılımı ve kamerası sayesinde kornea ön yüzü ile kristalin lens ön yüzü arasındaki mesafeyi hesaplar. IOL Master için bildirilen çözünürlük 10 μ m'dir (69, 70). Ultrason ölçümlerinin daha kısa olmasının nedeni olarak probun korneaya indentasyonu sorumlu tutulmuş ve bunun

önüne geçilmesi için immersiyon tekniğinin kullanılması önerilmiştir (70-73). Bu görüşün aksini savunan yazarlar ise IOL Master cihazının ölçüm yaparken temporalden yansıtılan slit ışık kaynağı nedeniyle aksiyel ÖKD ölçümü yapmadığını bu nedenle daha yüksek sonuçlar ortaya koyduğunu bildirmiştir (74, 75). Başka bir görüşe göre IOL Master pupilla küçük olduğunda lens ön yüzü yerine iris ön yüzünü referans alarak daha kısa ölçümler yapabilir (76, 77). Santodominigo-Rubido ve ark. (78) ÖKD'yi IOL Master ile ultrasona göre anlamlı olarak 0,06 mm daha düşük bulmuş ancak bunun klinik açıdan önemsiz olduğunu belirtmiştir.

Lenstar, tüm göz ölçümlerinin yapıldığı ilk optik biyometrik cihaz olmakla birlikte yüksek aksiyel çözünürlük sağlamak için Gauss şeklinde spektrumlu 820 um süperluminesan diyot kullanmaktadır. Lenstar bilgisayar ekranında gözün görüntüsünü kullanarak hasta iç fiksasyon ışığına bakarken odaklama ve işaretleme yapar. Cihaz, AU ölçümü yanında tek ölçümde MKK, ÖKD, lens kalınlığı, keratometrik değerler, LLM, PÇ, görme eksenin eksantrisitesi ve retina kalınlığı ölçümlerini verir. Cihaz, içteki 1,65 mm, dıştaki 2,3 mm optik zonda, 2 konsantrik halka içerisinde 32 referans noktası ile daha kesin keratometrik ölçümlere olanak sağlamaktadır (79-81). Cihaz her ölçümde 16 ardışık tarama alır ve her göz için 5 ölçüm alınmalıdır. Hastanın göz kırpmaları ve fiksasyon kaybı algılanarak, analizlerde yalnızca alınan iyi ölçümler kullanılır. Hasta, gözünü doğrudan ölçüm ışığı üzerinde sabitler ve böylece tüm ölçümler görme ekseninde yapılır. Ölçümler korneal verteks mesafesi ile retina pigment arasından alınır. Cihaz, kornea kalınlığını epitelyum ile endotel arası mesafeyi ölçerek tanımlar. Endotelden kristalin lensin ön yüzü arasındaki uzaklığı ölçerek aköz derinliğini saptar. Ayrıca optik koherens biyometre ile alınan tüm uzunluk ölçümleri, yüksek hassasiyet ve doğruluğa sahiptir. Çoklu işaretleme, kornea eğrisinin güvenli ve kararlı bir şekilde analiz edilmesini sağlar (79, 82, 83).

Nidek AL-Scan (Nidek, Aichi, Japonya) cihazı katarakt cerrahisi öncesinde GİM numarasını hesaplamak amaçlı kullanıma sunulan optik biyometri cihazıdır. Cihazın başlıca avantajları, 10 saniye'de 6 parametre ölçümü, non-kontakt bir ölçüm cihazı olması nedeniyle kornea indentasyonundan kaynaklanan ölçüm hatalarının olmaması, 3 boyutlu

otomatik göz hareketi izleme sistemi olması nedeniyle gözün hareketi, kullanıcı kaynaklı ölçüm hatalarının minimize edilmesi, yoğun kataraktlı hastalarda bile ölçüm alabilme özelliği ve GİM hesaplama için gerekli bütün dataları tek bir cihazda ölçülebilmesidir (84). Nidek AL-Scan göz içindeki mesafeleri ölçmek için optik koherens tomografiye benzer bir teknoloji kullanmaktadır. AU ölçümü için parsiyel koherens interferometri ile 830 nm süperluminesant diod lazer kullanmaktadır. Korneal keratometri değerleri (K1, K2), LLM ve PÇ 470 nm LED ışık kaynağı ile ölçülmektedir. ÖKD ile MKK ölçümlerinde Scheimpflug prensibi kullanılmaktadır. Cihazda, GİM gücü hesaplanmasında kullanılan önceden programlanmış çeşitli formüller bulunmaktadır (85,86, 12,13).

Literatürde AL-Scan ile yapılmış az sayıda çalışma bulunmaktadır. IOL Master ve AL-Scan ile elde edilen biyometrik ölçümlerin ve GİM gücü değerlerinin karşılaştırıldığı iki farklı çalışmada, iki cihaz arasında LLM ölçümü hariç diğer tüm biyometrik ölçümlerde yüksek uyumluluk saptandığı bildirilmiştir (85, 86). Srivannaboon ve ark. (87) AL-Scan ile elde edilen korneal astigmatizma ölçümlerinin IOL Master ölçümleri ile uyumlu olduğunu ve torik GİM seçiminde güvenle kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Kola ve ark. (84) yapmış oldukları başka bir çalışmada, ölçümü yapan kişilerden bağımsız olarak AL-Scan ile alınan tüm biyometrik ölçümlerin tekrarlanabilirliği ve güvenilirliğinin yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Yağcı ve ark. (88) ise keratokonus hastalarında AL-Scan ölçümlerinin güvenilir ve tekrarlanabilir olduğunu bildirmişlerdir. AL-Scan ve IOL Master optik biyometri cihazları ile elde edilen ölçümlerin karşılaştırıldığı başka bir çalışmada, diğer çalışmalardan farklı olarak absöü hata ve hedef refraksiyondan sapma değerleri de değerlendirilmiş ve AL-Scan ile elde edilen ortalama sferik eşdeğer hatanın $0,03 \pm 0,51$ olarak ölçüldüğü ve hastaların %64'ünün $\pm 0,50$ D aralığında, %96'sının $\pm 1,00$ D aralığında saptandığı bildirilmiştir. IOL Master ile elde edilen biyometrik ölçümler ve sferik eşdeğer hata arasında fark olmadığı ve daha objektif veriler için ileri çalışmalara ihtiyaç olduğu bildirilmiştir. Ancak beklenen refraksiyondaki sapma değerleri ile elde edilen biyometrik ölçümler arasında ilişki olup olmadığı incelenmemiştir (89).

2.3. Katarakt Cerrahisi

2.3.1. Tarihçe

Kataraktın cerrahi tedavisine ait ilk yazılı bulgular MÖ. 1200 yıllarında Mısırlılara aittir. Ameliyatın tarihi ise bulunan duvar resimleri ve aletlerle daha eskilere dayanmaktadır. Kataraktın sivri bir şişle lensin ön kamaraya girerek vitreus içine düşürülmesi tekniği ilk defa MÖ. 600 yılında Hintli bir cerrah olan Susruta Circa tarafından tanımlanmıştır (90).

Asırlar boyunca cerrahlar bu yöntemi kullanmışlardır. İlk kez Fransız cerrah Jacques Daviel 1753 yılında modern katarakt cerrahisinin başlangıcı olan insizyonel katarakt cerrahisini uygulamaya başlamıştır. İntrakapsüler katarakt cerrahisi (İKKE) 1970'lere kadar popüler teknik olmaya devam etmiştir. Bu cerrahi 180° bulan bir kesi ile lens ve kapsülü bir bütün olarak uzaklaştırılmakla uygulanır. Vitreus kaybı, hemoraji, retina dekolmanı ve kronik kistoid makula ödemi gibi komplikasyonların sık olması, aynı zamanda göz içi lens kullanımı nedeniyle zonüllerin ve arka kapsülün sağlam olması gerekliliği ekstrakapsüler katarakt cerrahisini (EKKE) gündeme getirmiştir. İngiltere'de Sharp 1773'te intrakapsüler tekniği uygulamış, 1860'ta ise Von Graffe ilk kez üst libustan yaklaşımlı ekstrakapsüler cerrahiye gerçekleştirmiştir. Korneal kesinin sütürlenmesi ilk defa 1867'de Williams tarafından denenmiştir. Barraquer tarafından 1940'ta erezifak kullanılmıştır (91).

Birinci dünya savaşı sırasında travma sonrası İngiliz pilotlarının gözlerine giren pleksiglass maddesinin reaksiyon oluşturmaması sonucu bu maddeden yapılan göz içi mercek çalışmaları yaygınlık kazanmıştır. Harold Ridley 1949 yılında mikroskopu kullanmış ve GİL implantasyonunu gerçekleştirmeyi başarmıştır. Bu olay katarakt cerrahisindeki en önemli dönüm noktalarından biridir. İtalyan Strampelli 1951 yılında ilk defa ön kamara lensini kullanmıştır (91).

Fakoemülsifikasyon yöntemi ilk defa 1963 yılında Charles D. Kelman tarafından denenmiş, Kelman ultrasonik matkabı hayvan deneylerinde kullanmıştır. Yoğun kornea endotel harabiyetiyle karşılaştığından 1965

yılında ultrasonik dalgayı uzağa iten pistonu uzunlamasına keskin bir iğne koymuş ve aspirasyonu alet içine yerleştirmiştir. Büyük katarakt kesisini küçültme düşüncesiyle başladığı çalışmalar sonucunda 1967'de küçük kesiden katarakt cerrahisi yapmaya olanak veren fakoemulsifikasyon yöntemini tanıtmıştır. Saniyede 20000 devir yapan makinesi ile bu ilk olgusunda fako 72 dakika sürmüştür. Bu teknikte kapsülotomiden sonra nükleus ön kamaraya alınıp emülsifiye edilmiştir. İntrakapsüler cerrahlar, Shearing tarafından 1978'de modern arka kamara GİL'leri geliştirilinceye kadar fakoemülsifikasyon yöntemine ikna edilememişlerdir. Bu tarihten sonra geliştirme çalışmaları sürmüştür. Gimbel ve Neuhann tarafından 1991 yılında "devamlı kurvilinear kapsüloreksis" (Continuous Curvilinear Capsulorhexis, CCC) adlı teknik tanımlanmıştır. Viskoelastiklerin kullanımı, hidrodiseksiyon ve hidrodelineasyon tekniklerinin geliştirilmesi ile aynı işlem kapsül içinde daha güvenli olarak yapılmaya başlanmıştır. Böylece geliştirilen fakoemülsifikasyon yönteminin, klasik katarakt cerrahisine göre birçok avantajlar içerdiği anlaşılmış ve özellikle 1992 yılından itibaren yaygın kullanıma girmiştir (90, 91).

Fakoemülsifikasyon cerrahisi, sütürsüz iyileşebilen 2,2–3,2 mm'lik küçük korneal tünel kesiden lens materyalinin parçalara ayrılarak ve bu parçacıkların irrigasyon ve aspirasyon sistemleri ile temizlenmesini sağlayan bir yöntemidir. Fako cihazlarında konsolda bulunan bilgisayar programları elektrik akımını veya magnetik alanı milisaniyelik zaman birimlerinde düzenlerler (92).

Fako elciğinde bulunan transduserler, konsolda düzenlenmiş bu akımı yapısında bulunan piezoelektrik kristaller üzerinden mekanik titreşime dönüştürürler. Titreşimlerin frekansı (1 saniye içinde oluşan titreşim sayısı) transduserde olan piezoelektrik kristallerin cinsine göre belirlenir ve 20000 ile 80000 Hz arasında değişir. Oluşturulan bu titreşimler elcik ucuna uzunlamasına osilasyonlar olarak yansıtılmaktadır. Bu hareketlerin amplitüdü, maksimumu 100 µ olabilen ultrasonik darbe şiddetini belirler. Fakoemülsifikasyon gücü artırıldığında konsoldan gelen akımın miktarı artar, buna bağlı olarak elciğin ucunun ileri geri hareketi (darbe şiddeti) artar.

Transduserdeki maddenin cinsine göre oluşan titreşim frekansı ise değişmez (93, 94).

Fakoemülsifikasyon yöntemi sayesinde katarakt ameliyatının başarısı çok artmıştır. Anatomiye uygun şekilde cerrahinin tamamlanmasıyla; kornea, iris, ön kamara açısı gibi ön segment ve vitreus, retina gibi arka segment yapılarının fizyolojik ve anatomik özellikleri korunabilmektedir (34, 95).

2.3.2. Fakoemülsifikasyon Prensipler

Fakoemülsifikasyon ultrason enerjisi yardımıyla lens materyalinin bölünüp küçültülerek temizlenmesi ilkesine dayalı bir kapalı sistem EKKE cerrahisidir. Kelman tarafından 1960'larda bulunan ve geliştirilen bir cerrahi tekniktir. Modern fakoemülsifikasyon cihazlarının ilki ancak 1971 yılında patent alabilmiştir (91).

Fakoemülsifikasyon cihazları kabaca 4 ana bölümden oluşmaktadır;

- **Cihaz ve parçalar:** Fakoemülsifikasyon cihazı gövde, tubing sistemi, fako probu ve ayak pedalı bölümlerinden oluşur. Cihazın irrigasyon, aspirasyon, fakomülsifikasyon, vitrektomi, diatermi, illüminasyon fonksiyonları olabilir (96).
- **Gövde:** Manyetik alan üretimi irrigasyon, akım hızının kontrolü ve aspirasyon pompasının hareket ettirilmesi işlemlerinin gerçekleştirildiği yerdir. Genellikle bipolar diatermi ve ön vitrektomi için bir sistem içerir (96).
- **Fakoemülsifikasyon probu (U/S handpiece):** Fakoemülsifikasyon probu piezoelektrik kristalleri içerir. Bu kristal 24.000-56.000 Hz'lik bir frekansta titreşir. Bu titreşim, probun ucuna takılan titanyumdan yapılmış tipe iletilir (97)(40). Tipin hareketi lensi parçalara ayırır, bu parçalar tipin ortasındaki giriş yerinden 17 makinaya bağlı vakum pompasına doğru aspire edilir. Titanyum ucun etrafına giydirilen silikon kılıf irrigasyon delikleri ile irrigasyon akımını yönlendirir ve korneayı ısınmış olan titanyum ucun yanıcı etkisinden korur (96).

- **Güç:** Frekans ve vuruş boyu arasındaki ilişki oluşturulur. Vuruş boyu iğne hareketinin boyudur. Bu boy genellikle bir inçin %2'si ile %6'sı arasında değişir. Fazla vuruş boyları yüksek ısı yapmaya meyillidir. Frekans, tip hareketinin hızı olarak tanımlanmıştır. Düşük frekanslar az etkili iken yüksek frekanslar aşırı ısı yapar (98). Tipin lümen çapına ve uç eğimine göre çeşitleri vardır, 0°,15°,30° ve 45° açılı iğneler mevcuttur, titanyumdan yapılırlar ve sıklıkla 18-19 G'dur. Uç açısı küçük iğneler nükleer materyalin fiksasyonu için daha uygunken, yüksek eğimli uçlar daha etkin kesici özellik gösterirler (97). Fakoemülsifikasyon işlemi tipin kesme, fragmente etme ve aspirasyon özellikleri arasında bir denge sağlanarak gerçekleştirilir. Tip nükleer materyali mekanik olarak parçalar ve titreşim özelliği ile kavitasyon yapar. Tipin ortasındaki lümeden de aspirasyon gerçekleşir. Fakoemülsifikasyon tipi lens materyalini ileri iter, aspirasyon ise materyali iğne ucuna çeker (97).
- **Ayak Pedalı:** Makine gövdesini ve problemleri kontrol etmeye yaran dört pozisyonu vardır (96);
 - UPozisyon 0U: Sistemin ameliyata hazır olduğu, hiçbir işlem yapılmayan dinlenme pozisyonuna karşılık gelir.
 - UPozisyon 1U: İrrigasyon akımını başlatır. Akım şişe yüksekliğine ve ön kamara basıncına bağlıdır. Akımı arttırmak veya azaltmak için şişe yükseltilmeli veya alçaltılmalıdır.
 - UPozisyon 2U: İrrigasyon ve aspirasyon pompası çalışmaktadır.
 - UPozisyon 3U: Ultrasonik fonksiyonu başlatır, bu pozisyonda ultrason, irrigasyon, aspirasyon her zaman aktiftir (39).

Fakoemülsifikasyon yönteminin temeli, kapalı devre bir sistem oluşturarak göze giren ve çıkan sıvı dengesinin sağlanması ve bu sayede ÖKD'nin korunmasıdır. Fakoemülsifikasyon aygıtının irrigasyon, aspirasyon ve parçalama özellikleri bulunmaktadır (96).

2.3.3. Karşılaşılan Komplikasyonlar

Başarılı bir cerrahi fakoemülsifikasyon tekniği birbirini takip eden her bir basamağın ustalıklı yerine getirilmesine bağlıdır. Kusursuz bir cerrahi, cerraha memnuniyet sağlamakla birlikte hastanın da görmesinde artış sağlamaktadır. Buna karşılık dikkatsizlikle yapılacak hatalar hastanın görmesini düşürebilecek ve ilave cerrahi gereksinimi doğuracak bir dizi komplikasyona yol açabilecektir. Komplikasyonlardan kaçınmanın ilk basamağı ameliyat odasında rahat bir atmosferin sağlanmasıdır. Rahat olan hasta ani hareketler yapmazken rahat ve emin bir cerrah da tüm enerjisini cerrahiye yerine getirmek için harcayacaktır (94).

Fakoemülsifikasyon komplikasyonları intraoperatif ve postoperatif başlıkları altında toplanabilmektedir (94).

Tablo 2.1. Fakoemülsifikasyon komplikasyonları (94)

İntraoperatif Komplikasyonları	Postoperatif Komplikasyonları
• Anestezi ile ilgili komplikasyonlar	• Postoperatif İnflamasyon
➤ Retrobulber hemoraji	• Yara Yeri Açılması
➤ Glob penetrasyonu ve perforasyonu	• Kornea Ödemi
➤ Cerrahi sonrası ekstraoküler kas disfonksiyonu	• Postoperatif Göz İçi Basıncı Artışı
➤ Glob iskemisi	• Vitreus Prolapsusu
➤ Optik sinir hasarı	• Epitel İlerlemesi
➤ Diğer oküler sinirlerin hasarı	• Arka Kapsül Kesifleşmesi
➤ Okulokardiyak refleks	• Kistoid Makula Ödemi
➤ Alerjik reaksiyonlar	• Retina Dekolmanı
➤ Beyin kökü anestezisi	• Endoftalmi
➤ 7. sinir bloğu komplikasyonları (yutma güçlüğü, unilateral yüz felci ve solunum sıkıntısı)	
• Ekspulsif Hemoraji	
• Descement Dekolmanı	
• Kapsüloreksisin Perifere Genişlemesi	
• Arka Kapsül Yırılması	
• Zonül Diyalizi	
• Termal Yanık	

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu tez çalışması Helsinki Deklerasyonu prensiplerine, Hasta Hakları Yönetmeliğine ve İyi Klinik Uygulamalar Kurallarına uygun, prospektif bir çalışma olarak planlanmıştır. Pentacam ile elde edilen ön segment parametrelerinden MKK, KH, ÖKH, ÖKD, Q, LLM, İKA ve PÇ ölçümleri katarakt ameliyatından önce ve katarakt ameliyatından sonra 1.hafta ve 1.ay izlemlerinde ölçülerek değişimleri araştırılmıştır.

Çalışmamız, Dumlupınar Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 2016-9/4 karar numarası ile 21.07.2016 tarihinde onaylanmıştır.

3.1. Hasta Seçimi

Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalına 01.07.2016-01.02.2018 tarihleri arasında görme azlığı şikayeti ile başvuran, yapılan göz muayenesi sonucu katarakt cerrahisi önerilen ve çalışmaya katılmayı kabul eden 45-90 yaş arası hastalar dahil edildi.

Kornea patolojisi olan, daha önce herhangi bir göz cerrahisi geçirmiş, ölçümler için koopere olamayan, ön segmentte değişikliklere neden olabilecek sistemik yada topikal ilaç kullanan hastalar ve katarakt cerrahisi sırasında komplikasyon gelişen hastalar çalışmaya dahil edilmedi.

3.2. Çalışmada Değerlendirilen Parametreler

Tüm hastalara rutin muayenelerde düzeltmesiz ve düzeltmeli görme keskinliği tespiti, non-kontakt tonometri ile göz içi basınç ölçümü, biyomikroskop ile ön ve arka segment değerlendirmesi yapıldı. Ön segment analizinde Pentacam (Oculus, Wetzlar, Germany) cihazı kullanıldı. Tüm bu değerlendirmeler katarakt cerrahisi öncesinde ve cerrahi sonrası 1.hafta ve 1.ayda tekrarlandı.

Ön segment parametrelerinden MKK, KH, ÖKH, ÖKD, Q, LLM, İKA ve PÇ parametreleri değerlendirmeye alındı.

Tüm hastalarda Pentacam ölçümleri deneyimli aynı teknisyen tarafından gerçekleştirildi. Çekimlere her hastanın her iki gözüne en az 2 ölçüm yapıldı. Ölçümlerden hata oranı en düşük olanı çalışmada kullanıldı.

Ameliyat öncesi hastaların AU ve GİM hesaplaması AL-Scan (Nidek Co, Ltd., Gamagori, Japan) cihazı kullanılarak yapıldı. Hastalar AU'ya göre 2 gruba ayrıldı (Grup 1: AU<23,25 mm n:42, Grup 2: AU>23,25 mm, n:40).

3.3. Cerrahi Teknik

Tüm ameliyatlarda deneyimli tek bir cerrah tarafından peristaltik fakoemülsifikasyon cihazı (Centurion Vision System, Alcon Laboratories Inc., Fort Worth, TX, USA) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Topikal proparakain solüsyonu (%0,5) (Alcaine, Alcon Laboratories Inc., Fort Worth, TX, USA) ile anestezi sağlandıktan sonra, dik kornea meridyenine 2,2 mm'lik saydam kornea kesisi yapıldı. Ön kamaraya %3 sodyum hiyalüronat ile reforme edildikten sonra devamlı dairesel kapsülorektomi yapıldı. Nükleusta serbest rotasyon sağlamak için hidrodiseksiyon ve hidrodelineasyon yapıldı. Nükleus, krater ve chop tekniği ile emülsifiye edildi, korteks irigasyon ve aspirasyon ile temizlendi. Tek parça sferik akrilik intraoküler mercek (Sensar AAB00, AMO) hidroimplantasyon tekniği ile implante edildi. Kornea kesileri stromal hidrasyon ile kapatıldı.

Ameliyat sonrası hastalara ilk hafta 7x1 ikinci hafta 4x1 moksifloksasin damla kullanıldı. Topikal prednizolon ilk hafta 7x1 başlandı, sonrasında ise bir ay boyunca doz kademeli şekilde azaltılarak kesildi. Topikal nepafenak ameliyattan 3 üç gün önce 3x1 başlandı ve ameliyat sonrası bir ay süre ile devam edildi.

3.4. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel değerlendirme Statistical Package for Social Sciences (SPSS) for Windows 20 (IBM SPSS Inc. Chicago, IL) programı kullanılarak yapıldı. Verilerin normal dağılımı Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirildi. Sayısal değişkenler ortalama \pm standart sapma ve medyan (min-max) olarak gösterildi. Kategorik değişkenler sayı ve yüzde olarak belirtildi. Normal dağılım gösteren sayısal değişkenlerin 2 grup arası karşılaştırması student T

testi ve ile incelendi, normal dağılım göstermeyen sayısal değişkenler Mann Whitney U testi ile incelendi. Kategorik değişkenler arasındaki ilişki Ki-kare testi ve Fisher's Ki-kare testi ile değerlendirildi. Ön segment parametrelerin ameliyat öncesi ve sonrası izlemlerindeki değişimleri tekrarlayan örneklerde ANOVA testi ile incelendi, ikili kıyaslamalar ameliyat öncesi-ameliyat sonrası 1.hafta ve ameliyat öncesi-ameliyat sonrası 1.ay olarak kıyaslandı ve test olarak Bonferroni düzeltmeli paired T test ve Kruskal Wallis H testi kullanıldı. İstatistiksel analizlerde $p < 0.05$ değeri anlamlı olarak kabul edildi.



4. BULGULAR

Çalışmaya, araştırmaya katılmayı kabul eden ve hasta seçim kriterlerine uygun 82 hasta dahil edildi. Hastaların demografik ve ön segment bulguları Tablo 4.1'de sunulmuştur. Hastaların ortalama yaşı $64,4 \pm 10,0$ yıl ve 46'sı (%56,1) erkek, 36'sı (%43,9) kadındı.

Hastaların ortalama AU'su $23,55 \pm 1,26$ mm olup Grup 1'de ortalama AU $22,78 \pm 0,36$ mm, Grup 2'de ortalama AU $24,32 \pm 1,37$ mm idi ($p < 0,001$).

Grup 1'de grup 2'ye göre ortalama yaş ($65,86 \pm 9,93$ karşı $62,83 \pm 9,43$; $p = 0,091$) ve kadın oranı (%59,5 karşı %27,5; $p = 0,004$) daha yüksek saptandı. Ön segment parametrelerinden ise ortalama ÖKH ($113,02 \pm 28,39$ karşı $150,23 \pm 34,6$; $p < 0,001$), ortalama ÖKD ($3,02 \pm 0,35$ karşı $3,32 \pm 0,4$; $p = 0,001$), ortalama LLM ($11,41 \pm 0,35$ karşı $11,77 \pm 0,38$; $p < 0,001$) ve ortalama İKA ($30,52 \pm 6,83$ karşı $35,96 \pm 7,46$; $p = 0,001$) anlamlı olarak düşük saptandı, diğer bulgular gruplar arası anlamlı farklılık göstermedi (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. Hastaların demografik ve ön segment bulguları

	Tüm popülasyon n=82	Grup 1 n=42	Grup 2 n=40	p değeri
Demografik bulgular				
Yaş, yıl	64,4±9,95	65,86±9,93	62,83±9,43	0,091
Cinsiyet, n(%)				
Kadın	36(43,9)	25(59,5)	11(27,5)	0,004*
Erkek	46(56,1)	17(40,5)	29(72,5)	
Lateralite, n(%)				
L	43(52,4)	24(57,1)	19(47,5)	0,507
R	39(47,6)	18(42,9)	21(52,5)	
Ön segment parametreleri				
AU, mm	23,55±1,26	22,78±0,36	24,32±1,37	<0,001*
Q, diyoptri	[-0,35] [(-0,84)-(-0,02)]	[-0,36] [(-0,84)-(-0,07)]	[-0,31] [(-0,67)-(-0,02)]	0,103
Qarka, diyoptri	[-0,47] [(-0,83)-(-0,06)]	[-0,47] [(-0,83)-(-0,16)]	[-0,47] [(-0,76)-(-0,06)]	0,791
MKK, µm	538,85±30,03	536,88±27,92	540,93±32,32	0,545
KH, mm ³	59,19±3,81	59,51±3,5	58,85±4,13	0,434
ÖKH, mm ³	131,17±36,53	113,02±28,39	150,23±34,6	<0,001*
ÖKD, mm	3,17±0,4	3,02±0,35	3,32±0,4	0,001*
LLM, mm	11,58±0,4	11,41±0,35	11,77±0,38	<0,001*
İKA, derece	33,14±7,61	30,52±6,83	35,96±7,46	0,001*
PÇ, mm	2,66±0,54	2,55±0,48	2,78±0,59	0,063

Normal dağılım gösteren sayısal değişkenler ort±ss olarak gösterildi.

Normal dağılım göstermeyen sayısal değişkenler ortanca (min-max) olarak gösterildi.

Kısaltmalar: AU: Aksiyel uzunlu, MKK: Merkezi kornea kalınlığı, KH: Kornea hacmi, ÖKH: Ön kamera hacmi, ÖKD: ön kamara derinliği, Q: Kornea Asferisitesi, LLM: limbus limbus mesafesi, İKA: İridokorneal açısı, PÇ: Pupil çapı,

*p<0,05 istatistiksel anlamlılık göstermektedir

Hastaların ön segment parametrelerinin izlem süresi boyunca değişimi Tablo 4.2'de sunulmuştur.

Tablo 4.2. Ön segment parametrelerinin izlem süresi boyunca değişimi

Ön segment bulguları	Ameliyat öncesi	Ameliyat sonrası		p değeri	
		1.Hafta	1.Ay	Ameliyat öncesi - 1.hafta	Ameliyat sonrası - 1.ay
Q, diyoptri	[-0,35] [(-0,84)-(-0,02)]	[-0,34] [(-0,73)-(-0,38)]	[-0,35] [(-0,82)-(-0,08)]	0,995	0,999
Qarka, diyoptri	[-0,47] [(-0,83)-(-0,06)]	[-0,44] [(-1,06)-(-0,05)]	[-0,44] [(-0,98)-(-0,14)]	0,998	0,999
MKK, µm	538,85±30,03	545,84±34,36	540,49±33,48	<0,001*	0,217
KH, mm ³	59,19±3,81	61,12±4,12	60,12±4,09	<0,001*	<0,001*
ÖKH, mm ³	131,17±36,53	156,10±29,79	159,05±28,82	<0,001*	<0,001*
ÖKD, mm	3,17±0,40	4,31±1,06	4,84±0,90	<0,001*	<0,001*
LLM, mm	11,58±0,40	11,48±1,22	11,63±0,38	0,990	0,993
İKA, derece	33,14±7,61	43,49±7,22	44,13±5,83	<0,001*	<0,001*
PÇ, mm	2,66±0,54	2,44±0,52	2,63±0,45	<0,001*	0,721

Normal dağılım gösteren sayısal değişkenler ort±ss olarak gösterildi.

Normal dağılım göstermeyen sayısal değişkenler ortanca (min-max) olarak gösterildi.

Kısaltmalar: AU: Aksiyel uzunluk, Q: Kornea asferisitesi, MKK: Merkezi kornea kalınlığı, KH: Kornea hacmi, ÖKH: Ön kamera hacmi, ÖKD: ön kamara derinliği, LLM: limbus limbus mesafesi, İKA: İridokorneal açısı, PÇ: Pupil çapı,

*p<0,05 istatistiksel anlamlılık göstermektedir

Tüm popülasyonda ameliyat sonrası 1. haftada ortalama MKK, ortalama KH, ortalama ÖKH, ortalama ÖKD, ortalama İKA düzeylerinde anlamlı artış saptandı ($p<0,001$), ortalama PÇ düzeyinde ise anlamlı azalma saptandı, diğer ön segment bulguları ameliyat sonrası 1. haftada anlamlı farklılık göstermedi.

Tüm popülasyonda ameliyat sonrası 1. ayda ortalama KH, ortalama ÖKH, ortalama ÖKD, ortalama İKA düzeylerinde anlamlı artış saptandı ($p<0,001$), diğer ön segment bulguları ameliyat sonrası 1. ayda anlamlı farklılık göstermedi.

Ameliyat sonrası 1. hafta ve 1. ayda oluşan ön segment parametrelerinden ameliyat öncesi değer çıkarılarak her iki grupta da ön segment parametrelerinin net değişimi hesaplandı. Gruplar arası ön segment parametrelerin değişim farkı analizi Tablo 4.3' de sunulmuştur.

Tablo 4.3. Ön segment parametrelerinin izlem süresi boyunca gruplara göre değişimi

Ön segment parametreleri	Ameliyat sonrası değişim düzeyleri					
	Ameliyat Öncesi - 1.hafta			Ameliyat Öncesi - 1.ay		
	Grup 1	Grup 2	p	Grup 1	Grup 2	P
MKK, μm	8,83 \pm 13,0	5,05 \pm 14,9	0,223	4,77 \pm 11,6	-0,44 \pm 15,54	0,102
KH, mm^3	2,30 \pm 1,86	1,56 \pm 1,67	0,065	1,02 \pm 1,40	0,95 \pm 2,13	0,865
ÖKH, mm^3	31,36\pm23,56	17,9\pm26,28	0,017*	32,84\pm23,19	19,56\pm25	0,020*
ÖKD, mm	1,49 \pm 1,02	0,95 \pm 1,02	0,159	1,9 \pm 0,85	1,49 \pm 0,89	0,177
LLM, mm	0,02 \pm 0,07	0,03 \pm 0,09	0,711	0,03 \pm 0,08	0,04 \pm 0,09	0,468
İKA, derece	12,09 \pm 5,63	9,97 \pm 5,33	0,086	12,73\pm6,49	9,55\pm6,74	0,044*
PÇ, mm	-0,14 \pm 0,36	-0,24 \pm 0,52	0,310	-0,08 \pm 0,34	-0,08 \pm 0,25	0,181

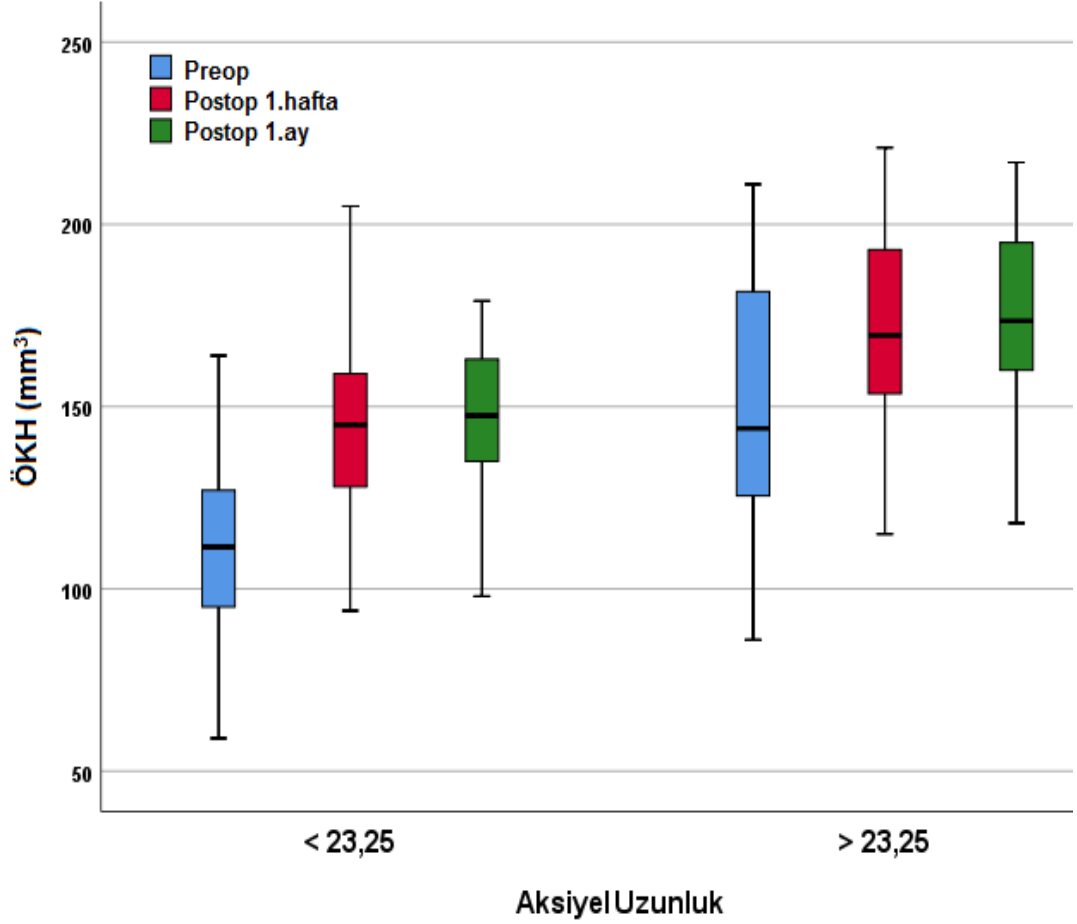
Sayısal değişkenler ortalama \pm standart sapma olarak gösterildi.

Grup 1: AU<23,25 mm Grup 2: AU>23,25 mm

Kısaltmalar: AU: Aksiyel uzunluk, MKK: Merkezi kornea kalınlığı, KH: Kornea hacmi, ÖKH: Ön kamera hacmi, ÖKD: ön kamera derinliği, LLM: limbus limbus mesafesi, İKA: İridokorneal açısı, PÇ: Pupil çapı,

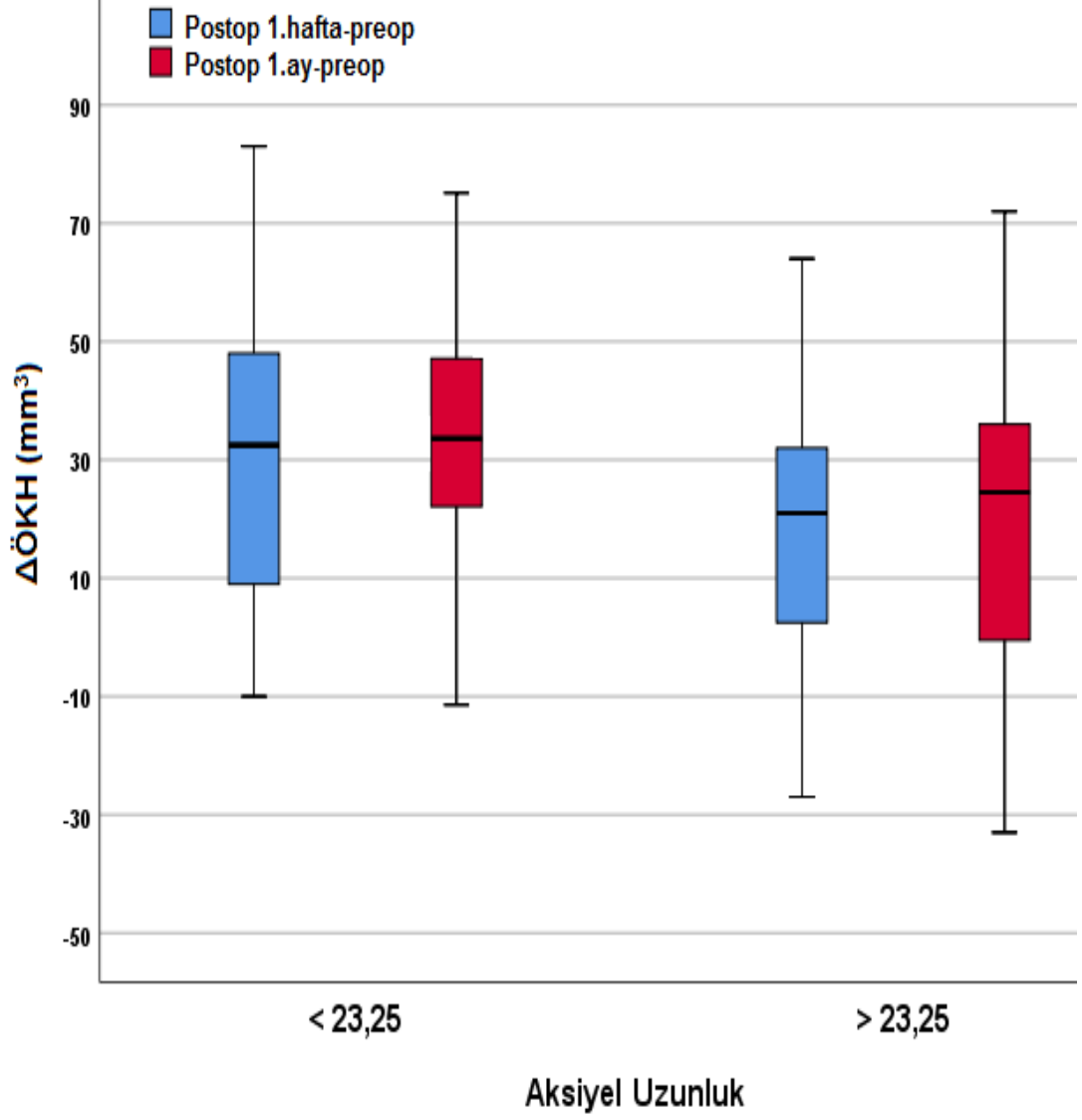
* $p<0,05$ istatistiksel anlamlılık göstermektedir

Grup 1 ve grup 2'de ameliyat sonrası 1.haftada ortalama ÖKH düzeyinde artış saptandı ($p<0,05$), ameliyat sonrası 1.ayda ortalama ÖKH düzeyi ameliyat sonrası 1.haftaya kıyasla anlamlı farklılık göstermedi ($p>0,05$), fakat ameliyat öncesine kıyasla anlamlı olarak yüksek saptandı ($p<0,001$) (Şekil 4.1) (Tablo 4.2).



Şekil 4.1. İzlem süresince ÖKH düzeylerinin aksiyel uzunluk gruplarına göre dağılımı

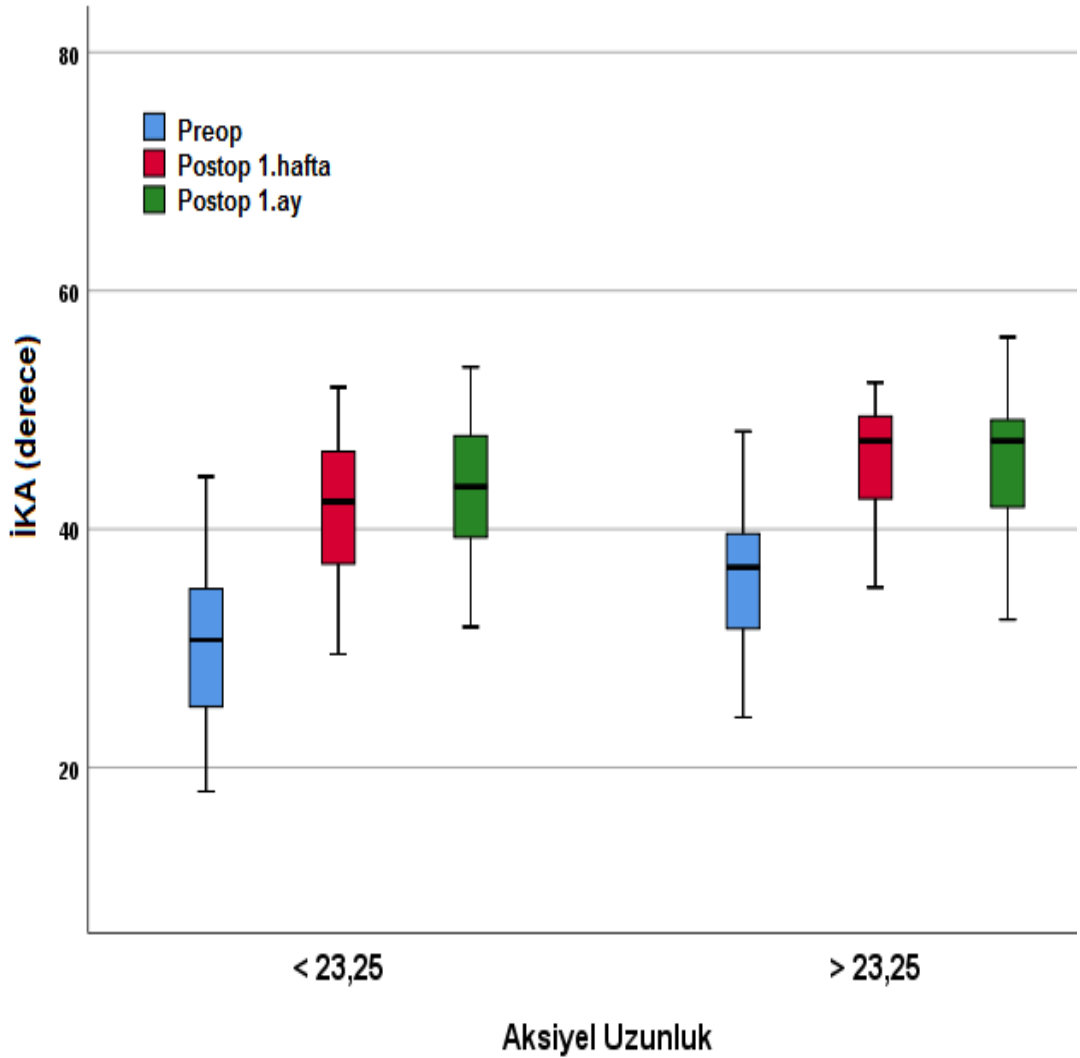
Grup 1'de grup 2'ye kıyasla 1.hafta ve 1.ay ÖKH düzeylerindeki değişim ortalaması daha fazla saptandı (sırasıyla; p=0,017; p=0,020) (Şekil 4.2) (Tablo 4.3).



Şekil 4.2. Ameliyat sonrası ÖKH düzeylerindeki değişimin aksiyel uzunluk gruplarına göre dağılımı

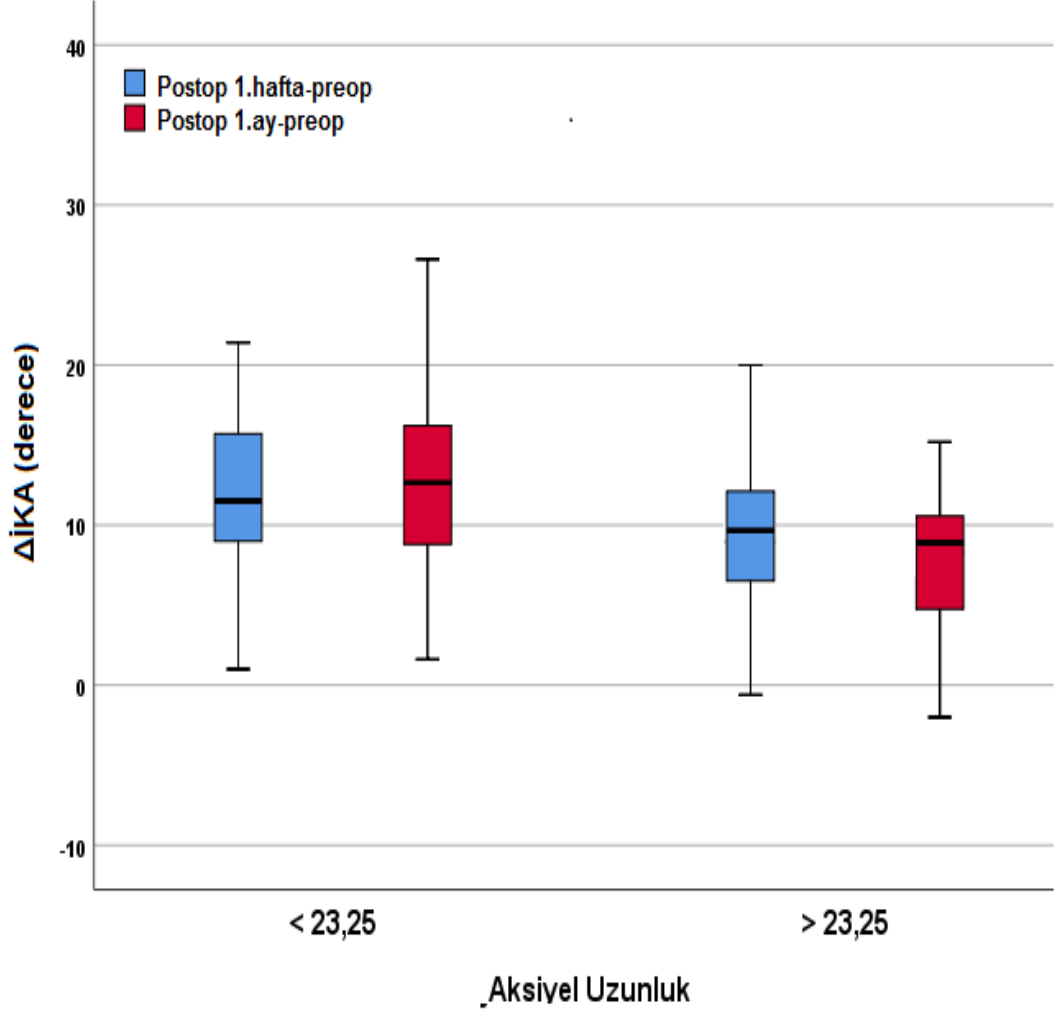
Grup 1'de ameliyat sonrası 1.haftada ortalama İKA düzeyinde artış saptandı ($p<0,001$), ameliyat sonrası 1.ayda ortalama İKA düzeyi ameliyat sonrası 1.haftaya kıyasla anlamlı farklılık göstermedi ($p=0,205$), fakat ameliyat öncesine kıyasla anlamlı olarak yüksek saptandı ($p<0,001$) (Şekil 4.3) (Tablo 4.2).

Grup 2'de ameliyat sonrası 1.haftada ortalama İKA düzeyinde artış saptandı ($p<0,001$), ameliyat sonrası 1.ayda ortalama İKA düzeyi ameliyat sonrası 1.haftaya kıyasla anlamlı farklılık göstermedi ($p=0,998$), fakat ameliyat öncesine kıyasla anlamlı olarak yüksek saptandı ($p<0,001$) (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. İzlem süresince İKA düzeylerinin aksiyel uzunluk gruplarına göre dağılımı

Grup 1'de grup 2'ye kıyasla 1.hafta İKA düzeylerindeki değişim ortalaması anlamlı farklılık göstermedi ($p=0,086$), 1.ayda İKA düzeylerindeki değişim ortalaması ise grup 1'de anlamlı olarak daha fazla saptandı ($p=0,044$) (Şekil 4.4) (Tablo 4.3).



Şekil 4.4. Ameliyat sonrası İKA düzeylerindeki değişimin aksiyel uzunluk gruplarına göre dağılımı

Diğer önsegment bulgularındaki değişim gruplar arasında anlamlı farklılık göstermedi (Tablo 4.3).

5. TARTIŞMA

Katarakt cerrahisinde Pentacam-Scheimpflug görüntüleme sistemi ile ön segment parametrelerindeki değişimleri kısa sürede ve objektif olarak değerlendirilebilmenin yanı sıra cerrahi müdahale ile değişen ön segment anatomisinin ve fizyolojisinin daha iyi anlaşılmasına olanak sağlanmaktadır. Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalında prospektif olarak yapılan araştırmamızda katarakt cerrahisi yapılan hastaların ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası 1.hafta ve 1.ay ön segment parametreleri Pentacam Scheimpflug kamera sistemi ile değerlendirilmiştir. Yapılan çalışmalarda katarakt cerrahisi sonrasında ön segment parametrelerinde anlamlı artış olduğu gösterilmiştir (3-12, 99, 100). Özellikle kısa AU sahip gözlerde ÖKH ve İKA'daki değişim daha da fazladır. Araştırmamızda ameliyat sonrası 1.haftada MKK, KH, ÖKD ve İKA düzeylerinde artış, PÇ düzeylerinde ise azalma saptanmıştır. Ayrıca araştırmamızda 1.ayda MKK ve PÇ değerlerinin bazal değerlere döndüğü görülmüştür. Bununla birlikte kısa AU sahip olan gözlerde ameliyat sonrası tüm izlemlerde ÖKH düzeylerinde daha fazla artış olduğu saptanırken, 1.ayda İKA düzeylerindeki artışın kısa AU sahip olan gözlerde daha fazla olduğu saptanmıştır. Çalışmamızda diğer ön segment parametrelerindeki değişim gruplar arasında anlamlı farklılık göstermemiştir.

Kornea normalde 3 boyutlu prolata elipsoid şekillidir. Merkezde dik, periferde daha düzdür. Korneanın bu özelliği sayesinde sferik aberasyon kusuru azalır. Kornea düzensizliğini gösteren asferisite indeksi "Q değeri" ile ifade edilir. Bir kürenin Q değeri sıfır iken prolata elipsoidde negatif, oblate elipsoidde pozitiftir. En ideal asferisite oranı -0,53'dür çünkü bu değerde sferik aberasyon sıfırdır. Normal popülasyonda Q değeri ortalama -0,26 olup ideal -0,53 rakamı ile kürenin değeri olan 0 rakamı arasında tam ortada kalmaktadır ve bu haliyle +0,27 µm sferik aberasyona yol açmaktadır (15, 101, 102). Genellikle kullanılan 3. nesil göz içi GİM güç hesaplamalarında tahmin hatalarının başlıca faktörleri olarak GİM pozisyonunun preoperatif tahmini, postoperatif refraksiyon saptanması ve preoperatif AU ölçümlerine odaklanılmakla birlikte daha az önemsenen diğer bazı faktörlerin araştırılması da son dönemde önerilmektedir. Bunlardan bir tanesi de Q

değeridir ki, Norrby'e göre GİM güç hesaplamasında %2,52 relatif hata payına sahiptir (103). Savani (104) tarafından yapılan bir çalışmada katarakt cerrahisinde GİM implantasyonu yapılan gözlerde ön kornea yüzeyi asferisitesinin refraktif sonuçlara olası etkisi değerlendirilmiş, 115 hastanın 115 gözünde ameliyat öncesi 3 ayrı yöntemle; plasido disk topografi, rotasyonel Pentacam-Scheimpflug kamera ve Sirius görüntüleme cihazlarıyla Q değeri ölçümleri yapılmış ve Haigis, Hoffer Q, Holladay 1 ve SRK/T formülleriyle GİM gücü hesaplanmıştır. Tüm hastalara aynı tip ameliyatla, Acrysof SA60AT lensi takılarak ameliyattan 1 ay sonra refraktif sonuçlar elde edilmiş ve tahmini refraksiyon hata değerleri hesaplanmıştır. Ortalama Q değerleri; plasido disk topografide $-0,19 \pm 0,16$, Pentacam-Scheimpflug kamerada $-0,28 \pm 0,16$ ve Sirius'da -0.31 ± 0.16 olarak saptanmıştır. Aynı çalışmada yapılan regresyon analizinde refraksiyon tahmin hatalarıyla, Q değeri, formüller ve kullanılan cihazlarla anlamlı ilişki olduğu gösterilmiştir. Daha fazla negatif Q değerleri (yani prolateliği fazla) kornealarda miyopik yönde, daha pozitif Q değerli kornealarda (oblate) hipermetropik yönde hata geliştiği gösterilmiştir. Bu durumun en fazla ortaya çıktığı grup ise, plasido diskle ölçülen Hoffer Q formülü uygulanan grup olduğu saptanmıştır. Korneal asferisiteye bağlı hatanın en fazla olduğu formüller ise; Hoffer Q ve Holladay 1 formülleri olduğu belirtilmiştir (104). Aslında bu sonuçlar çok da şaşırtıcı değildir. Çünkü kullanılan tüm bu formüllerde kornea gücü, manuel olsun, otomatik olsun veya simule K ile ölçülmüş olsun korneal kurvatür verisinin standart keratometrik indeksle (1,3375) çarpılması ile bulunmaktadır. Tüm cihazlar korneal kurvatürün alındığı 3 mm çaplı santral halkanın parasantral bölge (ölçümün alındığı) ve merkezi bölge (görme aksınının geçtiği) arasında hesaplama yapmaktadır. Bu nedenle cihazlar çoğunlukla geçerli ve doğru sonuç vermektedir fakat korneaların çok prolate ya da çok oblate olduğu durumlarda doğruluğunu kaybetme ihtimali olmaktadır ve korneal gücün formüllere hatalı girilmesine yol açmaktadır. Bu yüzden, katarakt cerrahisinde GİM gücünün doğru hesaplanması ve ameliyat sonrası dönemde beklenen refraktif değerlere ulaşılabilmesi için korneal aberasyonları, kappa açıları gibi parametlerine bakılmakla birlikte Q değerlerine de bakılması gerekmektedir. Çok negatif (-0.26'nın üzerinde) prolate bir korneada lens gücünü biraz düşürmek, tersine oblate bir korneada arttırmak akıllıca olabilir (104).

Ameliyat öncesi ve sonrası Q değerlerinde benzerlik insizyonun Q değerlerini etkilemediğini göstermesi açısından önemlidir (16). Li ve ark. (13) tarafından yapılan bir çalışmada fakoemülsifikasyon öncesi ve sonrası Q değerlerinde anlamlı farklılık saptanmamıştır. Çalışmamızda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca perifer korneayı da hesaba katarak korneal ölçümler yapan Pentacam- Scheimpflug kamera sisteminin kullanılmasında bir avantaj olabilir. Bu nedenle araştırmamızda optimal korneal ölçümlerini gösteren Pentacam- Scheimpflug kamera sistemi kullanılması sonuçların değerlendirilmesi açısından oldukça önemli olduğunu düşünmekteyiz.

Pupilla kamaşmayı önleyici olmasının yanı sıra akomodasyon amplitüdü, binoküler fonksiyon ve multifokal GİM olan hastalarda uzak ve yakın görmeye katkısından dolayı görsel fonksiyonların mekanizmasında önemli rol oynar (105). Fakoemülsifikasyon cerrahisinin göz üzerinde kısa ve uzun vadede yol açabildiği sorunlardan birisi ameliyat sonrasında gelişebilen pupil boyutu değişiklikleridir (106-108). Bundan dolayı fakoemülsifikasyon sonrası pupillada meydana gelebilecek değişimlerinde iyi bilinmesi gerekmektedir. Hayashi ve ark. (109). tarafından yapılan bir çalışmada katarakt cerrahisi sonrası anlamlı düzeyde miyotik yanıt geliştiğini bildirmişler, fakat ameliyat sonrası 1. ayda normal değerlere döndüğünü saptamışlardır. Totsuka ve ark. (110) tarafından diyabetik ve nondiyabetik hastalarda pupil alanı incelenmiş ve diyabetik hastalarda ameliyat sonrası 1.hafta ve 1.ayda pupil alanında anlamlı azalma saptanmış fakat ameliyat sonrası 3.ayda ameliyat öncesi değerlere kıyasla benzerlik gözlenmiştir. Bununla birlikte nondiyabetik hastalarda ameliyat sonrası tüm izlemlerde ameliyat öncesine kıyasla pupilla alanında anlamlı azalma gözlenmiştir (110). Türk ve ark. (111) tarafından yapılan bir başka çalışmada da ameliyat sonrası 1.hafta ve 1.ayda takip sürecinde diyabetik ve nondiyabetik katarakt hastalarında pupil boyutlarında anlamlı küçülme saptanmıştır. Bizim araştırmamızda ise ameliyat sonrası 1.haftada pupil çapında anlamlı azalma saptanırken, ameliyat sonrası 1.ayda ameliyat öncesi değerlere benzerlik gösterdiği saptandı. Araştırmamızdaki bu bulgu Hayashi ve ark. tarafından yapılan çalışmayla uyumluluk gösterirken, Totsuka ve Türk tarafından yapılan iki ayrı çalışmaya uyumluluk gösteren bulgumuz katarakt cerrahi sonrası

1.hafta izlemlerindeki azalmasıdır. Çalışma sonuçları arasındaki farklılıkta tercih edilen cerrahi metotların ve dâhil edilen hasta popülasyonlarının farklı olması etken olabilir. Ayrıca cerrahi sonrası ortaya çıkan inflamasyonun da pupil boyutunu etkilediği düşünülmektedir (109-111). Yukarıda bahsedilen ve araştırmamızla ortak bulgu olan cerrahi sonrası erken dönemde pupil boyutundaki azalmaların patofizyolojisinde inflamasyon rol oynayabilir. Bu nedenle topikal nonsteroid anti-inflamatuvar ilaçların ameliyat sonucu gelişebilen miyozisin engellenebilmesi amacıyla ameliyat öncesi dönemde kullanılabileceği bildirilmektedir (112, 113).

MKK ölçümü oftalmoloji pratiğinde çok önemli bir yere sahiptir ve kornea endotel fonksiyonunu yansıtan hassas bir göstergedir. Lundberg ve ark. (114) erken dönem postoperatif kornea ödemi ile endotel hücre kaybı arasında pozitif korelasyon saptayıp, özellikle postoperatif 1. gündeki MKK artışının fakoemülsifikasyon cerrahisiyle oluşan endotel hasarının önemli bir göstergesi olduğunu kabul etmişlerdir. Araştırmamızda tüm popülasyonda ameliyat sonrası 1.haftada MKK anlamlı olarak yükselmiş ve 1.ay sonrası ameliyat öncesi düzeylere tekrar yaklaştığı gözlenmiştir. Literatürde ameliyat sonrası 1. günde kornea kalınlığı en yüksek değerde olduğu belirtilmiştir. Ventura ve ark. (115) yaptığı fakoemülsifikasyon ve GİM implantasyonu sonrası kornea kalınlığı ve endotel hücre yoğunluğunun araştırıldığı bir çalışmada MKK ameliyat öncesi ortalama 537 µm olarak tespit etmiş ve cerrahiden bir gün sonra tüm kornealarda merkezi kalınlığın önemli derecede arttığı gösterilmişlerdir. Yapılan takiplerde 3 ay - 1 yıl içinde kalınlığın preoperatif değerlerine geri döndüğü saptanmıştır (115). Bu bulgular MKK'nın ilk haftadaki artışına endotel hücre yoğunluğundaki azalmayla beraber geçici endotel fonksiyon bozukluğunun da katkıda bulunduğunu düşündürmektedir.

Katarakt ameliyatlarında yanlış biyometri ölçümlerine bağlı olarak ameliyat sonrası GİM'lerin çıkarılmaları, istenmeyen fakat yüksek hasta beklentileri nedeniyle gerekli olabilecek bir operasyondur. ÖKD ölçümünde yapılan 0,1 mm'lik hata ameliyat sonrası dönemde refraksiyonda 0,1 D'lik sapmaya neden olmaktadır (116). Bu nedenle ÖKD'nin doğru ölçümü oldukça önemlidir. Araştırmamızda ameliyat sonrası tüm izlemlerde ameliyat öncesine kıyasla ÖKD değerleri anlamlı olarak yüksek saptanmıştır. Eski

yıllarda yapılan bir çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir (117). Lee ve ark. (3) tarafından yapılan bir çalışmada katarakt dışında hastalığı olmayan hastalar ile kataraktı ve normal tansiyonlu glokomu olan hastalar kıyaslanmış ve ÖKD ve ÖKH değerleri her iki grupta da ameliyat sonrası anlamlı artış göstermiştir. Elgin ve ark. (5) tarafından yapılan bir çalışmada da katarakt ameliyatı yapılan primer açık açılı glokom ile psödoeksfoliyasyon glokomu olan hastalar kıyaslanmış ve her iki grupta da ameliyat sonrası 1.ayda ÖKD'de anlamlı artış saptanmıştır. Araştırmamızın Lee ve Elgin'in çalışmasından farklılık gösteren kısmı farklı hastalık grupları olmakla birlikte ÖKD düzeyindeki artışın ameliyat sonrası erken dönemde gözlenmesidir. Bu konuda yapılan diğer çalışmalarda da ÖKD düzeylerindeki artışın erken dönemde saptandığı belirtilmiştir. Kim ve ark. (10) ameliyat öncesi ile ameliyat sonrası 2. günde ÖKD'yi karşılaştırmışlar ve ameliyat öncesi ortalama ÖKD $2,75 \pm 0,43$ mm, ameliyat sonrası ortalama $4,14 \pm 0,31$ mm olarak ölçülmüş ve istatistiksel anlamlı artış olduğu bildirilmiştir. Takmaz ve ark. (118) ameliyat öncesi ve sonrası 1. ay ÖKD ölçümlerini Sirius cihazı ile karşılaştırmışlar ve ameliyat öncesi ortalama ÖKD $2,7 \pm 0,4$ mm, ameliyat sonrası ortalama $3,5 \pm 0,3$ mm olarak ölçülmüş ve ameliyat sonrası bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Küçümen ve ark. (119) yaptıkları çalışmada da katarakt ekstraksiyonu sonrası postoperatif 1.hafta ve 1. ay ÖKD değerlerinde anlamlı artış olduğunu göstermişlerdir. ÖKD de bu değişimin mekanizması olarak iris diyaframının kornea iç yüzeyinden geriye doğru hareket etmesi ÖKD değerinin artışına neden olduğu tahmin edilmektedir (120). Bu sonuçları destekleyen diğer bir çalışmada araştırmamızla uyumluluk gösteren Uçakhan ve ark. (121) tarafından yapılan çalışmadır. Bu çalışmada 44 hasta Pentacam ile değerlendirilmiş, fakoemülsifikasyon ve GİM implantasyonu sonrası üçüncü ayda ÖKD'de ve ÖKH'da önemli bir artış saptanmıştır, 3. ay ölçümlerde ÖKH 1,22 kat ve ÖKD 1,34 kat yükseldiği bildirilmiş ve Scheimpflug görüntülerden irisin konfigürasyonunda arkaya doğru bir kayma olduğu izlenmiştir (121).

Araştırmamızda incelediğimiz diğer bir parametre ÖKH'dır. Oküler farmakoloji başta olmak üzere ve aköz hümör dinamisinin bilinmesi olguların daha sağlıklı yorumlanması açısından ÖKH'ın değerlendirilmesi önemlidir.

Yapılan birçok çalışmada ÖKD artışına paralel olarak ön kamara hacminin de arttığı görülmüştür (11, 121). Lee ve ark. (3) tarafından yapılan çalışmada ÖKH değerleri katarakt hastalarında ameliyat sonrası anlamlı artış göstermiştir. Araştırmamızda ameliyat sonrası 1.hafta ve 1.ay ölçümlerinde ÖKH düzeyleri ameliyat öncesine kıyasla artış göstermiş ve literatürde de bahsedildiği gibi ÖKD düzeyleri ile paralel artış gözlenmiştir. Haung ve ark. (9) tarafından yapılan bir çalışmada da katarakt ameliyatı sonrası 3. Ay ölçümlerinde ÖKD ve ÖKH' de artış saptanmıştır. Rabsilber ve ark. (122) tarafından yapılan bir çalışmada ÖKD ile ÖKH arasında yüksek korelasyon gösterilmiş fakat yaş ile azalma eğiliminde oldukları gösterilmiştir. Jonsson ve ark. (123) 153 normal kişilerden oluşan vaka çalışmasında ÖKH ile ÖKD'nin yaşlandıkça azaldığını saptamışlardır. Bizim çalışmamızda da kısa AU olan hastalarda yüksek yaş ile ameliyat öncesi düşük ÖKD ve ÖKH düzeylerinin saptanması Rabsilber ve Jonsson'ın yaptıkları çalışmaların bulgularıyla örtüşmektedir.

Araştırmamızın diğer önemli ön segment parametrelerinden biri de İKA'dır. Literatürde ameliyat sonrası 1. aydaki ölçümlerin 3. aydaki ölçümlere göre daha yüksek çıktığını gösterilmiştir (11, 100, 121, 124, 125). Araştırmamızda da postoperatif tüm izlemlerde preoperatif döneme kıyasla anlamlı olarak yüksek saptanmıştır. İris diyafragmanın arkaya yer değiştirmesi İKA'nın genişlemesine sebep olabilecek mekanizma olarak gösterilmektedir (124, 125).

Katarakt cerrahisi sonrası refraktif sonuçları etkileyen diğer bir faktörde AU'dur (126-128). Yapılan çalışmalarda AU ölçümünde yapılan 1 mm hatanın hedef refraksiyon değerinden yaklaşık 3 D sapmaya yol açtığı belirtilmiştir (74, 129, 130). Literatürde artan yaşla birlikte AU azaldığı bildirilmiştir (131-135) ve kadınlarda erkeklere oranla AU'nun daha kısa olduğu belirtilmiştir (133, 136). Araştırmamızda da literatürle uyumlu olarak kısa AU olan hastalarda ortalama yaşda anlamlı farklılık bulunmamakla beraber kadın cinsiyet oranı anlamlı olarak daha fazla saptanmıştır. Literatürde katarakt cerrahisi sonrası AU düzeylerinin değişimi ile ilgili farklı bulgular vardır. Elgin ve ark. (5) tarafından yapılan çalışmada katarakt ameliyatı sonrası AU düzeylerinde anlamlı farklılık saptanmamıştır. Seok ve

ark. (137) tarafından yapılan bir çalışmada da katarakt ameliyatı sonrası AU'nun anlamlı olarak arttığı saptanmıştır. Bilak ve ark. (138) tarafından yapılan bir çalışmada da katarakt ameliyatı sonrası AU'nun anlamlı olarak azaldığı belirtilmiştir. Literatürde bu farklılıkların gözlenmesinin nedeni kullanılan katarakt cerrahisi tekniğini, hasta seçimi, önceden geçirilmiş göz ameliyatı gibi faktörlere bağlı olabileceği düşüncesindeyiz. Bununla birlikte bazı yayınlarda trabekülektomi sonrası AU'da azalma olabileceği gösterilmiştir (139, 140). Bizim çalışmamızda ameliyat sonrası AU düzeyleri incelenmemeye araştırmamızın kısıtlılıklarından birisidir.

Kornea kalınlığı, kornea kurvatürünü oluşturan faktörlerden birisi olması nedeniyle AU ile ilişkilendirilebilir (141). Araştırmamızda ameliyat öncesi kısa AU ile MKK değişimi arasında ilişki saptanmamıştır, fakat ameliyat sonrası izlemlerde de kısa AU olan hastalarda ortalama MKK düzeyindeki değişim istatistiksel anlamlılık göstermemekle birlikte yüksek gözlenmiştir. Ameliyat sonrası 1.hafta MKK düzeylerinin yükselmesi beklenen bir durum olmakla birlikte AU ile ilişki göstermemesi, MKK'nin yaş ve cinsiyetten etkilenmemesine bağlanabilir. Bu hipotezimizi destekler nitelikte Gul ve ark. (142) yaptığı bir çalışmada MKK üzerinde yaş ve cinsiyetin bağımsız olduğu gösterilmiştir.

Yapılan çalışmalarda AU ile ÖKD arasında pozitif korelasyon gösterilmiştir. Lin ve ark. (143) tarafından yapılan çalışmada da AU kısa olan hastalarda ÖKD'nin düşük olduğu gösterilmiştir. Lan ve Marta'nın çalışmalarında, AU<23 mm olanlarda ÖKD ve İKA parametrelerinin daha düşük olduğu görülmüştür (144, 145). Bizim çalışmamızda da ameliyat öncesi ön segment parametrelerinden ÖKH, ÖKD, LLM ve İKA düzeylerinin kısa AU olan gözlerde daha düşük olduğu saptanmıştır. Bununla birlikte kısa AU olan gözlerde ÖKH ve İKA düzeylerindeki artış anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur.

Bilindiği gibi katarakt cerrahisi sonrası erken dönemde yaşanabilen geçici GİB artışlarını bir kenara bırakırsak özellikle 1. ay ve sonrasında GİB'de düşüş görülmektedir (146). Özellikle bu etki kısa AU olan gözlerde daha fazla ortaya çıkmaktadır. Cho ve ark. (147) tarafından yapılan bir

çalışmada katarakt cerrahisi sonrası GİB düzeyleri ve ÖKD deki değişimler, AU gruplarına göre incelenmiştir. AU<25 mm olan gruplarda GİB seviyelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir azalma görülürken, AU>25 mm olan gruplarda anlamlı artış görülmüş. Ameliyat öncesi AU daha uzun olan gözlerde ÖKD daha yüksek olup korelasyon gösterirken, ameliyat sonrası ÖKD deki değişim AU daki değişime göre artış göstermiştir. Bu çalışmada bizim çalışma bulgularımızla benzer olarak AU'nun ameliyat sonrası ÖKD ve GİB değişimlerini anlamlı olarak etkilediği bildirilmiştir (147).

Akut primer açı kapanması glokomu (PAKG) olan olgularda ön segment parametrelerinden AU daha kısa ve ÖKH daha az bulunmuştur. (143, 148). ÖKH'in yaş, cinsiyet ve AU'dan bağımsız olarak dar açı ile birlikte olduğu gösterilmiştir. PAKG deki bu anatomik özellikler kısmen lensin göz küresine oranla daha büyük olması ile ilişkilidir. Lens, daha kalın ve daha önde yerleşmiş olması nedeniyle açıda sıkışıklık oluşturarak pupiller blok için zemin hazırlar ve bu nedenle açı kapanması glokomu patogenezinde anahtar rol oynar (149, 150). Demografik özellikler açısından ise PAKG'li olgularda yüksek yaş ve kadın cinsiyet risk faktörü olarak görülmektedir (151, 152). Bu durum muhtemelen kadınlar ve erkekler arasındaki anatomik farklılıklardan kaynaklanmaktadır. Kadınlarda erkeklere göre, ÖKD ve AU daha kısa, açı genişliği daha dardır. PAKG ileri yaşta görülme sıklığı artan bir hastalıktır ve kadınların yaşam süresinin erkeklerden fazla olması, hastalığın kadınlarda daha fazla görülmesinin nedenlerinden biridir. PAKG, İKA'nın kapanması sonucunda gelişen GİB artışı ile karakterizedir (150). Römken ve ark. (146) tarafından yapılan bir çalışmada katarakt hastalarında akut açı kapanması sonrasında erken fakoemülsifikasyon sonuçları incelenmiş ve glokom krizinden sonra GİM implantasyonu ile erken fakoemülsifikasyonun GİB'de azalmaya neden olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle ki güncel yaklaşımlarda fakoemülsifikasyon kısa AU'ya sahip gözlerde dar açılı glokomda bir tedavi unsuru olarak ele alınmaktadır. Hatta bu olumlu etki PAKG'li gözlerde şeffaf lens ekstraksiyonu yapılmasını dahi gündeme getirmiştir. Dada ve ark. (153) tarafından yapılan bir çalışmada dar açılı gözlerde yapılan şeffaf lens ekstraksiyonunun, GİB'de belirgin bir azalmaya, İKA'da genişlemeye ve antiglokomatöz ilaçlara duyulan ihtiyacın azalmasına yol açtığı gösterilmiştir.

Barbosa ve ark. (154) tarafından yapılan çalışmada da açığı kapanması olan gözlerde şeffaf lens ekstraksiyonu sonrasında GİB'de azalma olduğu bildirilmiştir. Randomize kontrollü bir çalışma olan EAGLE (açığı kapanması glokomu tedavisinde erken lens ekstraksiyonunun etkinliği) çalışmasında şeffaf lens ekstraksiyonunun lazer periferik iridotomiye göre daha fazla etkili ve daha ekonomik olduğu gösterilmiş ve ilk tedavi için bir seçenek olarak düşünülmesi gerektiği belirtilmiştir (155). Bu çalışmanın önemli bir özelliği de şeffaf lens ekstraksiyonu ve lazer periferik iridotomi yapılan gruplarda ortanca AU'ların kısa olduğu (22,5 karşı 22,7), 36.ay ile bazal GİB farkının şeffaf lens ekstraksiyonu yapılan hastalarda anlamlı olarak daha fazla azaldığı ve hastaların yaşam kalitesinde şeffaf lens ekstraksiyonu yapılan grupta anlamlı olarak daha yüksek olduğunun gösterilmesidir. Saydam lens ekstraksiyonu ile gonyosineşioliz kombine edildiğinde açığı daha fazla genişlemekte ve GİB düşürücü etki daha fazla olmaktadır.

Sonuç olarak, çalışmamızda katarakt ameliyatı sonrası ön segment parametrelerinden KH, ÖKH, ÖKD ve İKA değerlerinde anlamlı artış gözlenmiştir. Özellikle kısa AU olan hastalarda ameliyat öncesi ÖKH, ÖKD, LLM ve İKA parametrelerinin daha düşük olup ameliyat sonrası ÖKH ve İKA düzeylerindeki artış uzun AU'ya sahip hastalara göre daha fazladır. Ameliyat sonrası ilk haftada MKK'da anlamlı olarak artma, PÇ'de anlamlı olarak azalma görülse bir ay sonunda anlamlı fark görülmemektedir. Q değerlerinde ise ameliyat sonrası anlamlı değişim olmamaktadır.

KAYNAKLAR

1. Konstantopoulos A, Hossain P, Anderson DF. Recent advances in ophthalmic anterior segment imaging: a new era for ophthalmic diagnosis? *Br J Ophthalmol*. 2007;91(4):551-7.
2. Norrby S. Multicenter biometry study of 1 pair of eyes. *J Cataract Refract Surg*. 2001;27(10):1656-61.
3. Lee W, Bae HW, Kim CY, Seong GJ. The change of anterior segment parameters after cataract surgery in normal-tension glaucoma. *Int J Ophthalmol*. 2017;10(8):1239-45.
4. Hsia YC, Moghimi S, Coh P, Chen R, Masis M, Lin SC. Anterior segment parameters as predictors of intraocular pressure reduction after phacoemulsification in eyes with open-angle glaucoma. *J Cataract Refract Surg*. 2017;43(7):879-85.
5. Elgin U, Sen E, Simsek T, Tekin K, Yilmazbas P. Early Postoperative Effects of Cataract Surgery on Anterior Segment Parameters in Primary Open-Angle Glaucoma and Pseudoexfoliation Glaucoma. *Turk J Ophthalmol*. 2016;46(3):95-8.
6. Muzyka-Wozniak M, Ogar A. Anterior chamber depth and iris and lens position before and after phacoemulsification in eyes with a short or long axial length. *J Cataract Refract Surg*. 2016;42(4):563-8.
7. Kasai K, Takahashi G, Kumegawa K, Dogru M. Measurement of early changes in anterior chamber morphology after cataract extraction measured by anterior segment optical coherence tomography. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2015;253(10):1751-6.
8. Peng X, Liu Y. [The corneal structure change after phacoemulsification measured by anterior segment optical coherence tomography]. *Sichuan Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban*. 2013;44(1):147-50.
9. Huang G, Gonzalez E, Lee R, Chen YC, He M, Lin SC. Association of biometric factors with anterior chamber angle widening and intraocular pressure reduction after uneventful phacoemulsification for cataract. *J Cataract Refract Surg*. 2012;38(1):108-16.

10. 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 J Ophthalmol.* 2011;25(2):77-83.
11. Doganay S, Bozgul Firat P, Emre S, Yologlu S. Evaluation of anterior segment parameter changes using the Pentacam after uneventful phacoemulsification. *Acta Ophthalmol.* 2010;88(5):601-6.
12. Nolan WP, See JL, Aung T, Friedman DS, Chan YH, Smith SD, et al. Changes in angle configuration after phacoemulsification measured by anterior segment optical coherence tomography. *J Glaucoma.* 2008;17(6):455-9.
13. Li HW, Guo HK, Zhang HY, Liu MY. [Analysis of corneal asphericity in patients after phacoemulsification]. *Zhonghua Yan Ke Za Zhi.* 2010;46(4):337-41.
14. Savini G, Hoffer KJ, Barboni P, Schiano Lomoriello D, Ducoli P. Corneal Asphericity and IOL Power Calculation in Eyes With Aspherical IOLs. *J Refract Surg.* 2017;33(7):476-81.
15. Calossi A. Corneal asphericity and spherical aberration. *J Refract Surg.* 2007;23(5):505-14.
16. Arba Mosquera S. Influence of corneal asphericity on refractive outcomes after cataract surgery. *J Cataract Refract Surg.* 2015;41(8):1797-8.
17. Nochez Y, Favard A, Majzoub S, Pisella PJ. Measurement of corneal aberrations for customisation of intraocular lens asphericity: impact on quality of vision after micro-incision cataract surgery. *Br J Ophthalmol.* 2010;94(4):440-4.
18. Kohnen T, Klaproth OK, Bühren J. Effect of intraocular lens asphericity on quality of vision after cataract removal: an intraindividual comparison. *Ophthalmology.* 2009;116(9):1697-706.
19. Cantor LB RC, Cioffi GA. . American Academy of Ophthalmology. Basic and Clinical Science Course 2016-2017. Section 10. Glaucoma. San francisco . 3-22. 2016.
20. Cosar CB, Sener AB. Orbscan corneal topography system in evaluating the anterior structures of the human eye. *Cornea.* 2003;22(2):118-21.

21. JJ K. Clinical Ophthalmology : a systematic approach. 7th ed. Edinburgh New York: Butterworth-Heinemann/Elsevier. 2011.
22. Arıncı K. EA. Anatomi. Güneş Kitabevi. 2006;2.Cilt:353-69.
23. J JLaC. Temel Histoloji. Nobel Tıp Kitabevi. 2006;10. Baskı:469-81.
24. AL. K. Histoloji ve Hücre Biyolojisi. Palme Yayıncılık Ankara. 2006:227-49.
25. JL GLaH. Color Textbook of Histology. 3. Edition. Philadelphia: Saunders Elsevier. 2011:514-26.
26. Maloney RK, Bogan SJ, Waring GO, 3rd. Determination of corneal image-forming properties from corneal topography. Am J Ophthalmol. 1993;115(1):31-41.
27. Wollensak G, Iomdina E. Biomechanical and histological changes after corneal crosslinking with and without epithelial debridement. J Cataract Refract Surg. 2009;35(3):540-6.
28. Samaras K, O'Brart D P, Douth J, Hayes S, Marshall J, Meek KM. Effect of epithelial retention and removal on riboflavin absorption in porcine corneas. J Refract Surg. 2009;25(9):771-5.
29. EP R. Anatomy and embryology of the eye. In: Vaughan D, Asbury T, Riordan- Eva P, eds. . General ophthalmology 15 th ed 1999;Stamford Appleton & Lange; :8-22.
30. Derneği TO. Eğitim Yayınları, No: 9 Glokom. 2009:160-2.
31. T N. Basic Science. Cornea, sklera and ocular adnexia anatomy, Biochemistry, Physiology and biomechanics. Krachmer HJ, Mannis JM, Holland JE. (eds). Cornea. Second Edition. Philadelphia: Elsevier Mosby. 2005: 3–43.
32. PC MDaM. Optics of the normal eye. In Yanoff M, Duker JS, eds: Ophthalmology (2nd ed). Mosby Co Philadelphia. 2004:59-67.
33. Koretz JF, Kaufman PL, Neider MW, Goeckner PA. Accommodation and presbyopia in the human eye--aging of the anterior segment. Vision Res. 1989;29(12):1685-92.
34. H Ö. Lens anatomisi. Katarakt ve tedavisi. Scala İstanbul. 2005:8-15.
35. Ophthalmology AAo. Lens and cataract, in Basic and Clinical science course 2008-2009:5-42.

36. LA BMaS. Lens ile ilgili temel bilgiler. Yanoff M, Duker JS (Eds.). (Çeviri: Bavdek T). . Oftalmoloji İkinci baskı İstanbul Hayat Yayıncılık. 2007:241-67.
37. Corbett MC RE, O'Brart DPS. Corneal Topography Principles and Applications. 1st ed. . BMJ Books London. 1999:4-19.
38. Cuaycong MJ, Gay CA, Emery J, Haft EA, Koch DD. Comparison of the accuracy of computerized videokeratography and keratometry for use in intraocular lens calculations. J Cataract Refract Surg. 1993;19 Suppl:178-81.
39. Misson GP. Keratometry and post-operative astigmatism. Eye (Lond). 1992;6 (Pt 1):63-5.
40. Hannush SB, Crawford SL, Waring GO, 3rd, Gemmill MC, Lynn MJ, Nizam A. Accuracy and precision of keratometry, photokeratoscopy, and corneal modeling on calibrated steel balls. Arch Ophthalmol. 1989;107(8):1235-9.
41. Hannush SB, Crawford SL, Waring GO, 3rd, Gemmill MC, Lynn MJ, Nizam A. Reproducibility of normal corneal power measurements with a keratometer, photokeratoscope, and video imaging system. Arch Ophthalmol. 1990;108(4):539-44.
42. Legeais JM, Ren Q, Simon G, Parel JM. Computer-assisted corneal topography: accuracy and reproducibility of the topographic modeling system. Refract Corneal Surg. 1993;9(5):347-57.
43. Nanavaty MA, Dizon M, Malde S, Favor D, Lake DB. Peripheral corneal relaxing incisions based on anterior keratometry from Scheimpflug tomography versus Placido topography during standard cataract surgery. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2016;254(2):297-305.
44. Shirayama M, Wang L, Koch DD, Weikert MP. Comparison of accuracy of intraocular lens calculations using automated keratometry, a Placido-based corneal topographer, and a combined Placido-based and dual Scheimpflug corneal topographer. Cornea. 2010;29(10):1136-8.
45. Hidalgo IR, Rozema JJ, Dhubhghaill SN, Zakaria N, Koppen C, Tassignon MJ. Repeatability and inter-device agreement for three different methods of keratometry: Placido, Scheimpflug, and color LED corneal topography. J Refract Surg. 2015;31(3):176-81.

46. Cairns G, McGhee CN. Orbscan computerized topography: attributes, applications, and limitations. *J Cataract Refract Surg.* 2005;31(1):205-20.
47. Auffarth GU, Borkenstein AF, Ehmer A, Mannsfeld A, Rabsilber TM, Holzer MP. [Scheimpflug and topography systems in ophthalmologic diagnostics]. *Ophthalmologe.* 2008;105(9):810-7.
48. Souza MB, Medeiros FW, Souza DB, Alves MR. [Detection of keratoconus based on a neural network with Orbscan]. *Arq Bras Oftalmol.* 2008;71(6 Suppl):65-8.
49. Arntz A, Duran JA, Pijoan JI. [Subclinical keratoconus diagnosis by elevation topography]. *Arch Soc Esp Oftalmol.* 2003;78(12):659-64.
50. Cheng AC, Ho T, Lau S, Lam DS. Evaluation of the apparent change in posterior corneal power in eyes with LASIK using Orbscan II with magnification compensation. *J Refract Surg.* 2009;25(2):221-8.
51. Ho T, Cheng AC, Rao SK, Lau S, Leung CK, Lam DS. Central corneal thickness measurements using Orbscan II, Visante, ultrasound, and Pentacam pachymetry after laser in situ keratomileusis for myopia. *J Cataract Refract Surg.* 2007;33(7):1177-82.
52. Buehl W, Stojanac D, Sacu S, Drexler W, Findl O. Comparison of three methods of measuring corneal thickness and anterior chamber depth. *Am J Ophthalmol.* 2006;141(1):7-12.
53. Khong AM, Mannis MJ, Plotnik RD, Johnson CA. Computerized topographic analysis of the healing graft after penetrating keratoplasty for keratoconus. *Am J Ophthalmol.* 1993;115(2):209-15.
54. Rosa N, Lanza M, Borrelli M, Polito B, Filosa ML, De Bernardo M. Comparison of central corneal thickness measured with Orbscan and Pentacam. *J Refract Surg.* 2007;23(9):895-9.
55. Grewal DS, Grewal SP. Clinical applications of Scheimpflug imaging in cataract surgery. *Saudi J Ophthalmol.* 2012;26(1):25-32.
56. A A. Optik Koherens Tomografinin Glokomda Yeri. . *Glokom-Katarakt.* 2007;2:77-82.
57. SE P. Comprehensive analysis, clinical benefits. Surgical screening and planning using the Pentacam. . *Supll to Cataract Refract Surg* 2007 summer:3-5.

58. Savini G, Barboni P, Carbonelli M, Hoffer KJ. Repeatability of automatic measurements by a new Scheimpflug camera combined with Placido topography. *J Cataract Refract Surg.* 2011;37(10):1809-16.
59. Bao F, Savini G, Shu B, Zhu S, Gao R, Dang G, et al. Repeatability, Reproducibility, and Agreement of Two Scheimpflug-Placido Anterior Corneal Analyzers for Posterior Corneal Surface Measurement. *J Refract Surg.* 2017;33(8):524-30.
60. Salouti R, Nowroozzadeh MH, Zamani M, Ghoreyshi M, Salouti R. Comparison of anterior chamber depth measurements using Galilei, HR Pentacam, and Orbscan II. *Optometry.* 2010;81(1):35-9.
61. De Bernardo M, Rosa N. Repeatability and Agreement of Orbscan II, Pentacam HR, and Galilei Tomography Systems in Corneas With Keratoconus. *Am J Ophthalmol.* 2018;186:166.
62. Crawford AZ, Patel DV, McGhee CN. Comparison and repeatability of keratometric and corneal power measurements obtained by Orbscan II, Pentacam, and Galilei corneal tomography systems. *Am J Ophthalmol.* 2013;156(1):53-60.
63. Menassa N, Kaufmann C, Goggin M, Job OM, Bachmann LM, Thiel MA. Comparison and reproducibility of corneal thickness and curvature readings obtained by the Galilei and the Orbscan II analysis systems. *J Cataract Refract Surg.* 2008;34(10):1742-7.
64. Salouti R, Nowroozzadeh MH, Zamani M, Ghoreyshi M, Salouti R. Comparison of horizontal corneal diameter measurements using Galilei, EyeSys and Orbscan II systems. *Clin Exp Optom.* 2009;92(5):429-33.
65. Salouti R, Nowroozzadeh MH, Zamani M, Fard AH, Niknam S. Comparison of anterior and posterior elevation map measurements between 2 Scheimpflug imaging systems. *J Cataract Refract Surg.* 2009;35(5):856-62.
66. Kunavisarut P, Poopattanakul P, Intarated C, Pathanapitoon K. Accuracy and reliability of IOL master and A-scan immersion biometry in silicone oil-filled eyes. *Eye (Lond).* 2012;26(10):1344-8.
67. Labiris G, Ntonti P, Ntitsos K, Katsanos A, Sideroudi H, Kozobolis V. Comparison of the biometric measurements calculated with Zeiss IOL-Master and WaveLight OB-820. *Clin Ophthalmol.* 2017;11:753-8.

68. Roy A, Das S, Sahu SK, Rath S. Ultrasound biometry vs. IOL Master. *Ophthalmology*. 2012;119(9):1937 e1-2.
69. Wilczynski M, Pospiech-Zabierek A. Evaluation of white-to-white distance and anterior chamber depth measurements using the IOL Master, slit-lamp adapted optical coherence tomography and digital photographs in phakic eyes. *Klin Oczna*. 2015;117(3):153-9.
70. Verhulst E, Vrijghem JC. Accuracy of intraocular lens power calculations using the Zeiss IOL master. A prospective study. *Bull Soc Belge Ophtalmol*. 2001(281):61-5.
71. Kriechbaum K, Findl O, Kiss B, Sacu S, Petternel V, Drexler W. Comparison of anterior chamber depth measurement methods in phakic and pseudophakic eyes. *J Cataract Refract Surg*. 2003;29(1):89-94.
72. Lam AK, Chan R, Pang PC. The repeatability and accuracy of axial length and anterior chamber depth measurements from the IOLMaster. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2001;21(6):477-83.
73. Findl O, Kriechbaum K, Sacu S, Kiss B, Polak K, Nepp J, et al. Influence of operator experience on the performance of ultrasound biometry compared to optical biometry before cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*. 2003;29(10):1950-5.
74. Buckhurst PJ, Wolffsohn JS, Shah S, Naroo SA, Davies LN, Berrow EJ. A new optical low coherence reflectometry device for ocular biometry in cataract patients. *Br J Ophthalmol*. 2009;93(7):949-53.
75. Elbaz U, Barkana Y, Gerber Y, Avni I, Zadok D. Comparison of different techniques of anterior chamber depth and keratometric measurements. *Am J Ophthalmol*. 2007;143(1):48-53.
76. Vogel A, Dick HB, Krummenauer F. Reproducibility of optical biometry using partial coherence interferometry : intraobserver and interobserver reliability. *J Cataract Refract Surg*. 2001;27(12):1961-8.
77. 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. *Br J Ophthalmol*. 2007;91(8):1023-6.

78. Santodomingo-Rubido J, Mallen EA, Gilmartin B, Wolffsohn JS. A new non-contact optical device for ocular biometry. *Br J Ophthalmol.* 2002;86(4):458-62.
79. Cruysberg LP, Doors M, Verbakel F, Berendschot TT, De Brabander J, Nuijts RM. Evaluation of the Lenstar LS 900 non-contact biometer. *Br J Ophthalmol.* 2010;94(1):106-10.
80. Lee TH, Sung MS, Cui L, Li Y, Yoon KC. Factors Affecting the Accuracy of Intraocular Lens Power Calculation with Lenstar. *Chonnam Med J.* 2015;51(2):91-6.
81. McAlinden C, Wang Q, Pesudovs K, Yang X, Bao F, Yu A, et al. Axial Length Measurement Failure Rates with the IOLMaster and Lenstar LS 900 in Eyes with Cataract. *PLoS One.* 2015;10(6):e0128929.
82. Hoffer KJ, Shammas HJ, Savini G. Comparison of 2 laser instruments for measuring axial length. *J Cataract Refract Surg.* 2010;36(4):644-8.
83. Rohrer K, Frueh BE, Walti R, Clemetson IA, Tappeiner C, Goldblum D. Comparison and evaluation of ocular biometry using a new noncontact optical low-coherence reflectometer. *Ophthalmology.* 2009;116(11):2087-92.
84. Kola M, Duran H, Turk A, Mollamehmetoglu S, Kalkisim A, Erdol H. Evaluation of the Repeatability and the Reproducibility of AL-Scan Measurements Obtained by Residents. *J Ophthalmol.* 2014;2014:739652.
85. Srivannaboon S, Chirapapaisan C, Chonpimai P, Koodkaew S. Comparison of ocular biometry and intraocular lens power using a new biometer and a standard biometer. *J Cataract Refract Surg.* 2014;40(5):709-15.
86. Huang J, Savini G, Li J, Lu W, Wu F, Wang J, et al. Evaluation of a new optical biometry device for measurements of ocular components and its comparison with IOLMaster. *Br J Ophthalmol.* 2014;98(9):1277-81.
87. Srivannaboon S, Chirapapaisan C, Chonpimai P, Koodkaew S. Comparison of corneal astigmatism measurements of 2 optical biometer models for toric intraocular lens selection. *J Cataract Refract Surg.* 2015;41(2):364-71.

88. Yagci R, Guler E, Kulak AE, Erdogan BD, Balci M, Hepsen IF. Repeatability and reproducibility of a new optical biometer in normal and keratoconic eyes. *J Cataract Refract Surg.* 2015;41(1):171-7.
89. Kaswin G, Rousseau A, Mgarrech M, Barreau E, Labetoulle M. Biometry and intraocular lens power calculation results with a new optical biometry device: comparison with the gold standard. *J Cataract Refract Surg.* 2014;40(4):593-600.
90. Buratto L BP, Firincieli R. Katarakt cerrahisinde gelişmeler. Buratto L.(Ed), Özdamar A, Devranoğlu K (Çeviri editörleri) Fakoemülsifikasyon prensipleri ve teknikleri İkinci baskı. 2005;İstanbul Aksu kitabevi:1-35.
91. RP F. History of cataract surgery. In *Principles and Practice of Ophthalmology.* Albert DM, Jakobiec FS. eds. P. hidelphia Saunders Company 1994:606-12.
92. Durukan AH MF, Bayraktar ZB. Fakoemülsifikasyon cihazları çalışma prensipleri. *Fakoemülsifikasyon Cerrahisi. GATA.* 2002;6:38-48. .
93. Allen D BT. Fakoemülsifikasyonun mekanik ve hidrodinamik yönü. Yanoff M, Duker JS (Eds (Çeviri editörü). *Oftalmoloji. İkinci baskı. İ. stanbul Hayat Yayıncılık.* 2007:345-48.
94. Pandey SK, Milverton EJ, Maloof AJ. A tribute to Charles David Kelman MD: ophthalmologist, inventor and pioneer of phacoemulsification surgery. *Clin Exp Ophthalmol.* 2004;32(5):529-33.
95. Allen D, Vasavada A. Cataract and surgery for cataract. *BMJ.* 2006;333(7559):128-32.
96. Aydın P AY. Temel göz hastalıkları. Güneş Tıp Kitabevleri Ankara 2001:210-1.
97. L G. *Ophthalmic surgery: principles and practice.* Edited by George L. . Spaeth, Philadelphia, Pennsylvania. 2003;3:82-90.
98. Jones DT KC, Heige TJ. Principles and Techniques of Cataract Surgery Phacoemulsification: Methodology and Complications. In: Albert DM eds. *Ophthalmic Surgery: Principles and Techniques.* Massachusetts, Blackwell Science, Inc. 1999:283-312.
99. 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 J Ophthalmol.* 2015;63(9):743-5.
100. Simsek A, Bilgin B, Capkin M, Bilak S, Guler M, Reyhan AH. Evaluation of Anterior Segment Parameter Changes Using the Sirius after Uneventful Phacoemulsification. *Korean J Ophthalmol.* 2016;30(4):251-7.
 101. Charalampidou S, Cassidy L, Ng E, Loughman J, Nolan J, Stack J, et al. Effect on refractive outcomes after cataract surgery of intraocular lens constant personalization using the Haigis formula. *J Cataract Refract Surg.* 2010;36(7):1081-9.
 102. Aristodemou P, Knox Cartwright NE, Sparrow JM, Johnston RL. Formula choice: Hoffer Q, Holladay 1, or SRK/T and refractive outcomes in 8108 eyes after cataract surgery with biometry by partial coherence interferometry. *J Cataract Refract Surg.* 2011;37(1):63-71.
 103. Norrby S. Sources of error in intraocular lens power calculation. *J Cataract Refract Surg.* 2008;34(3):368-76.
 104. Savini G, Hoffer KJ, Barboni P. Influence of corneal asphericity on the refractive outcome of intraocular lens implantation in cataract surgery. *J Cataract Refract Surg.* 2015;41(4):785-9.
 105. Doğru M ÖH. Klinik Göz Hastalıkları: Pupilla. Nobel Tıp Kitapevleri İstanbul. 2003:341-50.
 106. Fesharaki H, Peyman A, Rowshandel M, Peyman M, Alizadeh P, Akhlaghi M, et al. A comparative study of complications of cataract surgery with phacoemulsification in eyes with high and normal axial length. *Adv Biomed Res.* 2012;1:67.
 107. Zaczek A, Zetterstrom C. Cataract surgery and pupil size in patients with diabetes mellitus. *Acta Ophthalmol Scand.* 1997;75(4):429-32.
 108. Koch DD, Samuelson SW, Villarreal R, Haft EA, Kohnen T. Changes in pupil size induced by phacoemulsification and posterior chamber lens implantation: consequences for multifocal lenses. *J Cataract Refract Surg.* 1996;22(5):579-84.
 109. Hayashi K, Hayashi H. Pupil size before and after phacoemulsification in nondiabetic and diabetic patients. *J Cataract Refract Surg.* 2004;30(12):2543-50.

110. Totsuka K, Kato S, Shigeeda T, Honbo M, Kataoka Y, Nakahara M, et al. Influence of cataract surgery on pupil size in patients with diabetes mellitus. *Acta Ophthalmol.* 2012;90(3):e237-9.
111. Türk A AA, Kola M, et al. Fakoemülsifikasyon cerrahisinin, diyabetik ve diyabetik olmayan olgularda pupil çapı üzerine etkisi. *Turkiye Klinikleri J Med Sci.* 2014;34(2):145-51.
112. Kozluca Y Uğurbaş SH. Floppy-iris syndrome. *Glo-Kat.* 2009;4(2):73-8.
113. Donnenfeld ED, Perry HD, Wittpenn JR, Solomon R, Nattis A, Chou T. Preoperative ketorolac tromethamine 0.4% in phacoemulsification outcomes: pharmacokinetic-response curve. *J Cataract Refract Surg.* 2006;32(9):1474-82.
114. Lundberg B, Jonsson M, Behndig A. Postoperative corneal swelling correlates strongly to corneal endothelial cell loss after phacoemulsification cataract surgery. *Am J Ophthalmol.* 2005;139(6):1035-41.
115. Ventura AC, Walti R, Bohnke M. Corneal thickness and endothelial density before and after cataract surgery. *Br J Ophthalmol.* 2001;85(1):18-20.
116. Olsen T, Corydon L, Gimbel H. Intraocular lens power calculation with an improved anterior chamber depth prediction algorithm. *J Cataract Refract Surg.* 1995;21(3):313-9.
117. 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. *Am J Ophthalmol.* 1997;124(6):775-80.
118. Takmaz T KP, Kürkçüoğlu PZ. Anterior segment morphometry and intraocular pressure change after uneventful phacoemulsification. *Turk J Med Sci.* 2013;43:289- 93.
119. Kucumen RB, Yenerel NM, Gorgun E, Kulacoglu DN, Dinc UA, Alimgil ML. Anterior segment optical coherence tomography measurement of anterior chamber depth and angle changes after phacoemulsification and intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg.* 2008;34(10):1694-8.

120. Olsen T. Prediction of the effective postoperative (intraocular lens) anterior chamber depth. *J Cataract Refract Surg.* 2006;32(3):419-24.
121. Ucakhan OO, Ozkan M, Kanpolat A. Anterior chamber parameters measured by the Pentacam CES after uneventful phacoemulsification in normotensive eyes. *Acta Ophthalmol.* 2009;87(5):544-8.
122. Rabsilber TM, Khoramnia R, Auffarth GU. Anterior chamber measurements using Pentacam rotating Scheimpflug camera. *J Cataract Refract Surg.* 2006;32(3):456-9.
123. Jonsson M, Markstrom K, Behndig A. Slit-scan tomography evaluation of the anterior chamber and corneal configurations at different ages. *Acta Ophthalmol Scand.* 2006;84(1):116-20.
124. Pereira FA, Cronemberger S. Ultrasound biomicroscopic study of anterior segment changes after phacoemulsification and foldable intraocular lens implantation. *Ophthalmology.* 2003;110(9):1799-806.
125. Reinstein DZ, Archer TJ, Silverman RH, Rondeau MJ, Coleman DJ. Correlation of anterior chamber angle and ciliary sulcus diameters with white-to-white corneal diameter in high myopes using artemis VHF digital ultrasound. *J Refract Surg.* 2009;25(2):185-94.
126. Olsen T. Sources of error in intraocular lens power calculation. *J Cataract Refract Surg.* 1992;18(2):125-9.
127. Hoffer KJ. The Hoffer Q formula: a comparison of theoretic and regression formulas. *J Cataract Refract Surg.* 1993;19(6):700-12.
128. Binkhorst RD. The accuracy of ultrasonic measurement of the axial length of the eye. *Ophthalmic Surg.* 1981;12(5):363-5.
129. Hill W, Angeles R, Otani T. Evaluation of a new IOLMaster algorithm to measure axial length. *J Cataract Refract Surg.* 2008;34(6):920-4.
130. Haigis W, Lege B, Miller N, Schneider B. Comparison of immersion ultrasound biometry and partial coherence interferometry for intraocular lens calculation according to Haigis. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2000;238(9):765-73.
131. Hashemi H, Khabazkhoob M, Miraftab M, Emamian MH, Shariati M, Abdolahinia T, et al. The distribution of axial length, anterior chamber depth, lens thickness, and vitreous chamber depth in an adult population of Shahroud, Iran. *BMC Ophthalmol.* 2012;12:50.

132. Pan CW, Boey PY, Cheng CY, Saw SM, Tay WT, Wang JJ, et al. Myopia, axial length, and age-related cataract: the Singapore Malay eye study. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2013;54(7):4498-502.
133. Roy A, Kar M, Mandal D, Ray RS, Kar C. Variation of Axial Ocular Dimensions with Age, Sex, Height, BMI-and Their Relation to Refractive Status. *J Clin Diagn Res.* 2015;9(1):AC01-4.
134. Bhardwaj V, Rajeshbhai GP. Axial length, anterior chamber depth-a study in different age groups and refractive errors. *J Clin Diagn Res.* 2013;7(10):2211-2.
135. Gonzalez Blanco F, Sanz Fernandez JC, Munoz Sanz MA. Axial length, corneal radius, and age of myopia onset. *Optom Vis Sci.* 2008;85(2):89-96.
136. Lee KE, Klein BE, Klein R, Quandt Z, Wong TY. Association of age, stature, and education with ocular dimensions in an older white population. *Arch Ophthalmol.* 2009;127(1):88-93.
137. Seok JY, Lee, D., Kyun, H., et al. Axial Length Change after Implantable Collamer Lens Implantation. *J Korean Ophthalmol Soc.* 2013;54(1):1675-9.
138. Bilak S, Simsek A, Capkin M, Guler M, Bilgin B. Biometric and intraocular pressure change after cataract surgery. *Optom Vis Sci.* 2015;92(4):464-70.
139. Saeedi O, Pillar A, Jefferys J, Arora K, Friedman D, Quigley H. Change in choroidal thickness and axial length with change in intraocular pressure after trabeculectomy. *Br J Ophthalmol.* 2014;98(7):976-9.
140. Cashwell LF, Martin CA. Axial length decrease accompanying successful glaucoma filtration surgery. *Ophthalmology.* 1999;106(12):2307-11.
141. Woo SJ, Lee JH. Effect of central corneal thickness on surgically induced astigmatism in cataract surgery. *J Cataract Refract Surg.* 2003;29(12):2401-6.
142. Gul A, Caglar C, Cinal A, Yasar T, Kilic A. Ocular biometry and central corneal thickness in children: a hospital-based study. *Arq Bras Oftalmol.* 2014;77(3):152-4.

143. Lin YW, Wang TH, Hung PT. Biometric study of acute primary angle-closure glaucoma. *J Formos Med Assoc.* 1997;96(11):908-12.
144. Lan YW, Hsieh JW, Hung PT. Ocular biometry in acute and chronic angle-closure glaucoma. *Ophthalmologica.* 2007;221(6):388-94.
145. He M, Huang W, Li Y, Zheng Y, Yin Q, Foster PJ. Refractive error and biometry in older Chinese adults: the Liwan eye study. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2009;50(11):5130-6.
146. Romkens HCS, Beckers HJM, Schouten J, Nuijts R, Berendschot T, Breusegem CM, et al. Early Phacoemulsification After Acute Angle Closure in Patients With Coexisting Cataract. *J Glaucoma.* 2018;27(8):711-6.
147. Cho YK. Early intraocular pressure and anterior chamber depth changes after phacoemulsification and intraocular lens implantation in nonglaucomatous eyes Comparison of groups stratified by axial length *J Cataract Refract Surg* 2008; 34(7):1104–1109
148. Thapa SS, Paudyal I, Khanal S, Paudel N, van Rens GH. Comparison of axial lengths in occludable angle and angle-closure glaucoma--the Bhaktapur Glaucoma Study. *Optom Vis Sci.* 2011;88(1):150-4.
149. Sun X, Dai Y, Chen Y, Yu DY, Cringle SJ, Chen J, et al. Primary angle closure glaucoma: What we know and what we don't know. *Prog Retin Eye Res.* 2017;57:26-45.
150. Wright C, Tawfik MA, Waisbourd M, Katz LJ. Primary angle-closure glaucoma: an update. *Acta Ophthalmol.* 2016;94(3):217-25.
151. Razeghinejad MR, Banifatemi M. Ocular biometry in angle closure. *J Ophthalmic Vis Res.* 2013;8(1):17-24.
152. Xu J, Ouyang Z, Yang Y, Cai X, Wang Z, Lin M, et al. Ocular Biometry in Primary Angle-Closure Glaucoma Associated with Retinitis Pigmentosa. *J Ophthalmol.* 2017;2017:9164846.
153. Dada T, Rathi A, Angmo D, Agarwal T, Vanathi M, Khokhar SK, et al. Clinical outcomes of clear lens extraction in eyes with primary angle closure. *J Cataract Refract Surg.* 2015;41(7):1470-7.
154. Barbosa DT, Levison AL, Lin SC. Clear lens extraction in angle-closure glaucoma patients. *Int J Ophthalmol.* 2013;6(3):406-8.

155. Azuara-Blanco A, Burr J, Ramsay C, Cooper D, Foster PJ, Friedman DS, et al. Effectiveness of early lens extraction for the treatment of primary angle-closure glaucoma (EAGLE): a randomised controlled trial. *Lancet*. 2016;388(10052):1389-97.

