



T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TÜRKİYE KAMU HASTANELERİ KURUMU
FATİH KAMU HASTANELERİ BİRLİĞİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
İSTANBUL EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ
GÖZ HASTALIKLARI KLİNİĞİ
Eğitim Sorumlusu: Prof.Dr. Muhittin TAŞKAPILI

**MATÜR KATARAKTLI OLGULARDA
FAKOEMÜLSİFİKASYON CERRAHİSİ + İOL
İMLANTASYONU ÖNCESİ VE SONRASI ÖN SEGMENT
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dr. Pınar AKÇA GÜLER

**Göz Hastalıkları Kliniği
Tıpta Uzmanlık Tezi**

**Tez Danışmanı
Op.Dr. Sezin ÖZDOĞAN ERKUL**

İSTANBUL - 2017

ÖNSÖZ

İyi birer göz hekimi olmamız için bizi destekleyen eğitim sorumlumuz Prof. Dr. Muhittin TAŞKAPILI'ya, eğitim hayatım boyunca yanımda olan başta çok sevgili tez danışmanım Op. Dr. Sezin Özdoğan ERKUL olmak üzere tüm uzmanlarıma, bilgi birikimi ve deneyimlerini bizlere aktaran değerli hocam Prof. Dr. Hülya GÜNGEL'e, kıymetli asistan arkadaşlarıma ve kliniğimiz hemşire ve personellerine teşekkür ederim.

Oftalmoloji eğitimime olan katkılarından dolayı Doç. Dr. Kadir ELTUTAR'a teşekkür ederim.

Klinik çalışmalarımız sırasında yardımını esirgemeyen sayın başhekimimiz Prof. Dr. Özgür YİĞİT'e teşekkür ederim.

Tüm eğitim ve öğrenim hayatım boyunca beni destekleyen, bugünlere gelmemde büyük emeği olan sevgili aileme ve her daim yanımda olan biricik eşime sonsuz minnet ve sevgilerimi sunarım.

Pınar AKÇA GÜLER

İstanbul 2017

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER ve KISALTMALAR	iii
TABLO LİSTESİ	iv
ŞEKİL LİSTESİ	v
ÖZET	vi
SUMMARY	vii
1. GİRİŞ ve AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. GÖZ ÖN SEGMENT ANATOMİSİ VE HİSTOLOJİSİ	4
2.1.1. Kornea	4
2.1.2. Ön Kamara Açısı	7
2.1.3. İris	11
2.1.4. Lens	12
2.2. ÖN SEGMENT YAPILARININ GÖRÜNTÜLENMESİ	15
2.2.1. Ön Segment OCT (ÖS-OCT) :	16
2.3. KATARAKT	18
2.3.1. Katarakt Türleri	18
2.3.2. Katarakt Cerrahisi	24
3. GEREÇ VE YÖNTEM	30
4. BULGULAR	34
5. TARTIŞMA	50
6. SONUÇ	58
7. KAYNAKLAR	59

SİMGELER VE KISALTMALAR

İOL	: İntraoküler lens
ÖKA	: Ön kamara açısı
AAM	: Açı açıklığı mesafesi
TİBA	: Trabeküler iris boşluk alanı
İK	: İris kalınlığı
SKK	: Santral kornea kalınlığı
ÖKD	: Ön kamara derinliği
LK	: Lens kalınlığı
AU	: Aksiyel uzunluk
USG	: Ultrason
ÖS-OCT	: Ön segment optik koherens tomografi
SL-OCT	: Slit Lamp optik koherens tomografi
UBM	: Ultrasonik biomikroskopi
GİB	: Göz içi basınç
DEGK	: Düzeltilmiş en iyi görme keskinliği
LV	: Lens vault
EKKE	: Ekstrakapsüler katarakt ekstraksiyonu
İKKE	: İntrakapsüler katarakt ekstraksiyonu
PAAG	: Primer açık açılı glokom
PAKG	: Primer açı kapanması glokomu
µm	: Mikrometre
µm²	: Mikrometre kare
mm	: Milimetre
mmHg	: Milimetre civa

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1: Tanımlayıcı özelliklerin dağılımı	34
Tablo 2: Düzeltilmiş en iyi görme keskinliği (LogMAR)	35
Tablo 3: Ön kamara açısı (derece)	37
Tablo 4: Açık açıklığı mesafesi (500 μm mesafeden).....	38
Tablo 5: Açık açıklığı mesafesi (750 μm mesafeden).....	40
Tablo 6: Trabekül İris Boşluk Alanı (μm^2).....	41
Tablo 7: İris kalınlığı (μm)	43
Tablo 8: Ön Kamara Derinliği (mm).....	44
Tablo 9: Lens kalınlığı (mm)	45
Tablo 10: Preoperatif lens kalınlığı ve göz içi basıncı ilişkisi.....	45
Tablo 11: Preoperatif lens kalınlığı ve ön segment parametreleri ilişkisi	46
Tablo 12: Aksiyel Uzunluk (mm)	46
Tablo 13: Göz içi basıncı (mmHg).....	47
Tablo 14: Santral Kornea Kalınlığı (μm).....	49

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1: Hastaların cinsiyet dağılımları.....	35
Şekil 2: DEGK değişimi.....	36
Şekil 3: ÖS-OCT ÖKA görüntüsü.....	37
Şekil 4: ÖS-OCT sol göz temporal kadran.....	37
Şekil 5: ÖKA değişimi.....	37
Şekil 6: ÖS-OCT AAM 500 görüntüsü.....	38
Şekil 7: AAM 500 değişimi.....	39
Şekil 8: ÖS-OCT AAM 750 görüntüsü.....	39
Şekil 9: AAM 750 değişimi.....	40
Şekil 10: ÖS-OCT TİBA görüntüsü.....	41
Şekil 11: TİBA değişimi.....	42
Şekil 12: ÖS-OCT İK görüntüsü.....	42
Şekil 13: İK değişimi.....	43
Şekil 14: ÖKD değişimi.....	44
Şekil 15: AU değişimi.....	47
Şekil 16: GİB değişimi.....	48
Şekil 17: ÖS-OCT SKK görüntüsü.....	49
Şekil 18: ÖS-OCT kornea horizontal hattı.....	49
Şekil 19: SKK değişimi.....	49

ÖZET

Amaç: Matür kataraktlı hastalarda fakoemülsifikasyon ve İOL implantasyonu öncesi ve sonrası ön segmenti görüntülemek ve ölçülen parametreleri karşılaştırarak operasyonun ön segment üzerine olan etkisini değerlendirmek.

Gereç-Yöntem: Sağlık Bilimleri Üniversitesi İstanbul Eğitim ve Araştırma Hastanesi Göz Kliniği'ne Aralık 2015 ile Şubat 2017 tarihleri arasında başvurarak matür katarakt tanısıyla fakoemülsifikasyon ve İOL implantasyonu uygulanmış 50 hastanın 50 gözünün verileri retrospektif olarak incelendi. Hastaların preoperatif ve postoperatif olarak, ÖS-OCT ile yapılmış olan ÖKA, AAM, TİBA, İK, SKK ve A-Scan USG ile yapılmış olan ÖKD ölçümlerinin sonuçları istatistiksel olarak değerlendirildi. Preoperatif LK değerleri A-Scan USG ile belirlendi. Hastaların aplanasyon tonometresiyle ölçülen GİB ve Snellen eşeliyle ondalık olarak ölçülerek LogMAR'a çevrilen DEGK değerleri preoperatif ve postoperatif olarak karşılaştırıldı.

Bulgular: Çalışmada yaşları 18 ile 86 arasında değişen ortalama yaşı $60,7 \pm 14,3$ olan 30 erkek 20 kadın toplam 50 hastanın verileri incelendi. ÖKA, AAM (500 ve 750 μm), TİBA, SKK ve ÖKD'de postoperatif ölçümlerde anlamlı artış izlendi ($p < 0.001$). İK parametresinde postoperatif değerlerde anlamlı fark saptanmadı ($p = 0.343$). Preoperatif ortalama LK değeri $4,17 \pm 0,90$ olarak ölçüldü. LK , preoperatif ÖKA ve ÖKD arasında negatif bir korrelasyon saptandı ($p < 0.001$). Hastaların postoperatif DEGK değerlerinde anlamlı artış, GİB değerlerinde anlamlı azalma olduğu gözlemlendi ($p < 0.001$).

Sonuçlar: Matür kataraktlı olguların komplike vakalar olabilmesi nedeniyle cerrahi öncesi ön segmentin değerlendirilmesi, ön kamara açısı ve ön kamara derinliği hakkında fikir sahibi olunması önemlidir. ÖS-OCT hem preoperatif ön segment görüntülemesinde hem de postoperatif oluşan ön segment değişimlerinin gösterilmesinde kullanılabilir bir yöntemdir. Matür kataraktlarda fakoemülsifikasyon ve İOL implantasyonu sonrası ön kamara derinleşir. ÖKA, TİBA, SKK gibi ön segment parametrelerinde ve DEGK' de artış meydana gelir. GİB anlamlı olarak düşer. Ön segment üzerine olumlu etkileri ve sağladığı görme kazancı sebebiyle fakoemülsifikasyon ve İOL implantasyonu matür katarakt tedavisinde tercih edilebilecek etkin bir yöntemdir.

Anahtar Kelimeler: matür katarakt, fakoemülsifikasyon, ön segment oct

SUMMARY

Objective: To image the anterior segment before and after phacoemulsification and IOL implantation in patients with mature cataract and to evaluate the effect of the operation on the anterior segment by comparing the measured parameters.

Material and Methods: The datas of 50 eyes of 50 patients with mature cataracts, who underwent phacoemulsification and IOL implantation at Ophthalmology Clinic in Istanbul Education and Research Hospital of Health Sciences University between December 2015 and February 2017, were reviewed retrospectively. The preoperative and postoperative measurements of ACA, AOD, TISA, IT, CCT by AS-OCT and ACD by A scan USG were evaluated statistically. Preoperative LT values were determined with A-Scan USG. IOP values measured by applanation tonometry and BCVA values measured in decimal by Snellen's chart and converted to LogMAR's were compared preoperatively and postoperatively.

Results: The datas of 50 patients (30 men and 20 women) ranged from 18 to 86 years whose mean age was 60.7 ± 14.3 years were analyzed. ACA, AOD (500 and 750 μm), TISA, CCT and ACD parameters showed a significant increase postoperatively ($p < 0.001$). There was no significant difference in the postoperative values in IT parameter ($p = 0.343$). Preoperative mean LK value was measured as 4.17 ± 0.90 . There was a negative correlation between LK and preoperative values of ACA and ACD. There was a significant increase in the BCVA and a decrease in the IOP of the patients postoperatively ($p < 0.001$).

Conclusion: Because cases with mature cataracts may be complicated, it is important to have an idea about anterior segment, ACA and ACD before the surgery. AS-OCT is a method that can be used both in preoperative anterior segment imaging and in demonstrating postoperative anterior segment changes. After phacoemulsification and IOL implantation in mature cataracts, the anterior chamber deepens, a significant increase occurs in the anterior segment parameters such as ACA, TISA and CCT. Postoperatively there is a significant increase in BCVA and a decrease in IOP values. Phacoemulsification and IOL implantation is an effective method for mature cataract treatment because of the positive effects on the anterior segment and the gain of visual acuity.

Key words: mature cataract, phacoemulsification, anterior segment oct

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Katarakt küçük ve lokal olabilen veya tamamen kesifleşmeye yol açan lensin herhangi bir opasitesine verilen isimdir. Heredite, travma, enflamasyon, metabolik bozukluklar ve beslenme bozuklukları, radyasyon ya da senil değişiklikler katarakt gelişimine neden olabilir. Korteks ve nükleusun tamamen opaklaşmasına bağlı olarak fundus reflexinin alınmasına engel olan katarakt matür olarak adlandırılır. Tedavi edilebilir körlüğün en sık sebeplerindendir.

Katarakt cerrahisinin amacı opaklaşan lens materyalinin dokulara minimal düzeyde hasar verilerek alınması ve yerine intraoküler lenslerin konularak mümkün olan en iyi görme seviyesine ulaşılmasıdır. Ridley 1949'da ameliyat mikroskobu ile ekstrakapsüler katarakt ekstraksiyonu'nu (EKKE) tanımlamış ve intraoküler lens (İOL) yerleştirilmesini ilk kez uygulamıştır (1). Katarakt cerrahisinde fakoemülsifikasyon ilk kez 1967 yılında Kelman tarafından uygulanmıştır (2).

Kataraktın tek tedavi yöntemi cerrahidir. Katarakt cerrahisinde 20. yüzyılın 2. yarısında önemli gelişmeler olmuştur (3). Gelişen teknoloji ve sosyokültürel düzeyde görülen artış katarakt cerrahisinden beklentilerin artmasına yol açmıştır. Hızlı görsel rehabilitasyon sağlayan daha konforlu bir ameliyat arzulanmaktadır. Günümüzde katarakt cerrahisinde en geçerli yöntem fakoemülsifikasyondur. Fakoemülsifikasyon cerrahisinde kullanılan yöntem, özel piezoelektrik kristaller kullanılarak oluşturulan

ultrason gücünün, fako ucunda meydana getirdiği ossilatuar hareketler aracılığıyla, nükleusun parçalara ayrılması ve aspire edilmesine dayanmaktadır (4-6).

Katarakt cerrahisinin ve İOL implantasyonunun ön kamara derinliği (ÖKD) ve ön kamara açısı (ÖKA) gibi ön segment parametreleri üzerinde etkisi olduğu bilinmektedir (7). Klinik pratikte yarıklı ışık aydınlatma ile biyomikroskopik muayene yapılarak bu parametreler hakkında fikir sahibi olunabilir. Ancak bu şekilde objektif değerlendirme yapılamaz ve ön kamara açısı görülemez.

Ön kamara derinliği (ÖKD) ölçümünde ultrasonik biyometri en yaygın kullanılan yöntemdir(8). Kornea teması gerekliliği nedeniyle topikal anestezi kullanımının zorunlu olması ve enfeksiyon riskinin bulunması bu yöntemin dezavantajlarıdır.

Günümüzde ön kamara açısının değerlendirilmesinde altın standart gonyoskopi olarak kabul edilmektedir. Pratik, ucuz ve biyomikroskop ile yapılan bu yöntemin dezavantajları belli bir klinik tecrübe ve hasta kooperasyonu gerektirmesidir. Bunun yanında gonyoskopi ile ön segment yapılarında objektif ve kantitatif bir değerlendirme yapmak sınırlıdır ve elde edilen bilgilerle hastaların tanı almasında ve takiplerinde bazı eksiklikler ortaya çıkmaktadır. Gonyoskopi yöntemi ile ön kamara açısının direkt olarak değerlendirilmesi için tanısal kontakt lenslerin kullanılması gerekmektedir (9).

Ön segment değerlendirilmesinde kullanılan, santral kornea kalınlığı (SKK), ÖKD ve ÖKA, primer açık açılı glokomun (PAAG) ve primer açı kapanması glokomunun (PAKG) tanı ve takibinde de kullanılan parametrelerdendir. Katarakt cerrahisi sonrası bu parametrelerde meydana gelen değişimleri kalitatif ve kantitatif olarak göstermek amacıyla farklı teknikler kullanılarak pek çok araştırma yapılmıştır (7, 9-12). Ön segment yapılarının objektif ve kantitatif olarak değerlendirmesinde kullanılmak üzere çeşitli yardımcı görüntüleme teknikleri mevcuttur. Ön segment optik koherens tomografi (ÖS-OCT), ultrasonik biyomikroskopi (UBM), Scheimpflug görüntüleme gibi yöntemler bu amaçla günümüzde kullanılmaktadır.

Bizim çalışmamızda kliniğimizde matür katarakt tanısı alarak fakoemülsifikasyon ve İOL implantasyonu yapılmış hastaların ön segment OCT ile ölçülmüş olan ön kamara açısı (ÖKA), açı açıklığı mesafesi (500 ve 750 µm), trabeküler iris boşluk alanı (TİBA), iris kalınlığı (İK), santral kornea kalınlığı (SKK), A scan USG ile ölçülmüş

olan ön kamara derinliği (ÖKD) gibi ön segment parametrelerindeki postoperatif değişimler değerlendirildi.Ölçülmüş olan lens kalınlığı (LK) değerlerinin preoperatif parametrelerle olan ilişkisi incelendi. Ayrıca hastaların preoperatif ve postoperatif göz içi basınç (GİB) ve düzeltilmiş en iyi görme keskinliği (DEGK) değerleri karşılaştırıldı.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. GÖZ ÖN SEGMENT ANATOMİSİ VE HİSTOLOJİSİ

Göz ön segmenti (ön kamara), önde kornea, arkada ise iris ve pupilla ile sınırlandırılmıştır. Ön kamaranın iris kökü ve kornea arasında kalan bölgesinde ön kamara açısı bulunur.

Ön kamara, arka kamaradaki siliyer epitelden salgılanan, yaklaşık 250 µl hümör aköz ile doludur. Ön kamara derinliği değişkendir. Afaklarda ve miyoplarda derin, hipermetroplarda ise dardır. Ön kamara derinliği merkezde en derin olup, iris kökünde ise sığdır.

2.1.1. Kornea

Kornea anatomisi: Kornea gözün en dış tabakası olan tunica fibrosa bulbinin göz küresinin ön tarafındaki saydam kısmıdır. Işık ışınlarının göze giriş noktası olan kalın ve saydam bir dokudur(13, 14). Işığı geçirmek, odaklamak ve gözü dış etkilerden korumak için özelleşmiş saydam ve eğimli bir dokudur. Göze gelen ışığın retinaya ulaşmadan önce ilk olarak ve en çok kırıldığı bölgedir(13-16). Ön yüzeyi hava kornea geçişi olduğu için korneanın temel kırıcı bileşendir. Kırıcılık gücü lensin aksine değişmez. Dışarıdan ölçüldüğünde yatay olarak çapı yaklaşık 12,6 mm, dikey olarak çapı yaklaşık 11,7 mm'dir. Kalınlığı orta kısımlarda yaklaşık 0,5 mm, kenar kısımlarda ise 1,2 mm'dir. Göz küresinin 6'da 1'ini oluşturur(15). Histolojisinde yoğun bağ dokusu

içerir. Beslenmesi hümör aközden ve limbusda bulunan kan damarlarından difüzyon yolu ile olur.

Kornea histolojisi

Kornea dıştan içe doğru 5 tabakaya ayrılır.

1. Epitel 2. Bowman Tabakası 3. Stroma 4. Desme Membranı 5. Endotel

Epitel: En yüzeysel tabakadır ve kornea kalınlığının yaklaşık % 10'unu (50 µm) oluşturur. Son derece ince bir bazal membran üzerine oturan beş veya altı katlı, sekretuar olmayan çok katlı yassı epitel yapısındadır. Epiteli üç farklı tipte hücre grubu oluşturur. *Bazal epitel hücreleri*, küboidal yapıda olup tek sıra halinde dizilirken, bazal membrana oturan yüzleri düz, apikal yüzeyleri yuvarlak hücrelerdir. Bazal tabaka hücreleri mitotik aktiviteye sahiptirler ve mitoz bölünmeyle çoğalarak yeni kornea epitel hücrelerini oluştururlar. Metabolik ve sentetik aktiviteleri fazla olduğundan sitoplazmalarında bol miktarda mitokondri ve golgi cisimciği mevcuttur. Ayrıca tonofilamanlar ve aktin filamanları içerirler. Mitotik aktiviteye sahip bazal tabaka hücrelerinin kaynağı limbusda yerleşmiş olan kök hücreleridir. (17) Bazal hücrelerin üzerine oturan, iki-üç sıra halinde dizilmiş olan tabakaya '*kanat' hücre tabakası* denir. Bu hücrelerin ön yüzleri konveks, arka yüzeyleri konkavdır. Bazal hücreler kenarlara doğru incelen yapıda olduklarından sagittal kesitlerde kanat şeklinde görünürler. En üstte ise 2-3 sıra halinde dizilmiş, *yüzeysel yassı hücreler* yer alır. Bunlar apikal yüzeylerinde çok sayıda mikrovillus ve mikrofilaman içerirler. Bu mikrovillus ve mikrofilamanlar, korneanın hemen önünde bulunan gözyaşı filminin müköz tabakası ile sıkı temas sağlarlar. Kornea epiteli, periferde yüzeyi daha düzensiz olan ve Goblet hücreleri içermesi ile korneal epitelden ayrılan limbal epitel ile devam eder(18, 19). Kornea epitel hücreleri, korneanın saydam olması ve iyi görme için gereklidir.

Epitel bazal membranı histopatolojik olarak PAS ile pozitif boyanan gerçek bir bazal membrandır. Bazal membran yaklaşık 0.05 µm kalınlığındadır. Sıkıca bağlanan fibril ve plak gibi çok iyi anlaşılammış mekanizmalar ile altındaki Bowman tabakasına bağlıdır. (20) Bazal membran en büyük yapısal bileşimini Tip 4 kollajen olmak üzere Tip 5 ve Tip 7 kollajen, laminin, entaktin ve heparin sülfat gibi ekstrasellüler matriks proteinleri oluşturmaktadır.

Bowman tabakası: Epitel bazal membranının hemen altında yer alan, üniform kalınlıkta (10–16 µm) homojen bir tabakadır. Aslında stromaya ait, önde lokalize olmuş modifiye bir elemandır. Yalnızca homojenitesi, fibroblast içermemesi, elektron mikroskopide kollajen fibrillerin kalınlığı (14–36 µm) ve oryantasyonları yönünden farklılık gösterir. Önde bazal membran ile bağlantıları olup, arkada stromanın yüzeyel lamellerine karışır. Bowman tabakası travma, ülser veya diğer nedenlerle hasara uğrarsa rejenere olmaz. Bu tür defektler ancak epitelin hasarlı alana ilerlemesi (fasetasyon) veya stromal kollajenin bu alanı doldurması (fibrozis) ile kapanır. Bowman tabakasında korneal sinirlerin uç dallarının geçiş noktaları olan pek çok por vardır .

Stroma (Substantia Propria): Kornea kalınlığının % 90'ını oluşturur. Primer olarak keratan sülfat ve kondroidin sülfat içeren mukopolisakkarit ara madde içerisinde birbirine paralel sıralanmış düzgün kollajen fibriller ve keratosit, korneal hücre veya korpüskül denilen fibroblast benzeri hücrelerden meydana gelmiştir. Keratositler, kollajen lifleri ve ara maddeyi sentezlemenin yanı sıra patolojik süreçlerde fagositoz ve onarım işlevlerini de yüklenirler. Kollajen liflerin her biri 21–65 µm çapında olup Tip I ve Tip V kollajen içerirler. Kollajen lifler lameller halinde düzgün dizilerek korneal saydamlığa katkıda bulunurlar. Kollajen lifler paralel ve çok geniş açılarla birbirine bağlı, 250–300 bantdan oluşan stromal lamelleri meydana getirirler. Her lamel, yaklaşık 2 µm kalınlığında ve 10-250 µm uzunluğundadır. Korneal stromada tek tük görülen lenfosit dışında iltihabi hücre bulunmaz. Kornea damardan yoksun yapıdadır. Kollajen liflerin çok düzenli dizilimi, kan damarı bulunmaması ve keratositler hariç hücre bulunmaması korneanın saydamlığını sağlayan ana faktörlerdir (21, 22).

Desme membranı: Stromanın altında uzanan kornea endotelinin yaptığı PAS pozitif gerçek bir bazal membrandır. Desme membranının kalınlığı yaş ile artarak 10µm'ye ulaşır. Tip IV, Tip V ve tek kısa zincir yapan kollajen tipi olan Tip III' ü içerir. Tip III kollajen, desme membranında hegzagonal bir şebeke oluşturur. Yüksek oranda glisin, hidroksiglisin ve hidroksiprolin içerir. Desme membranında bulunan kollajen stromaya oranla kollajenazlara karşı daha dirençlidir. Bu nedenle derin korneal ülserlerde perforasyona karşı bir bariyer fonksiyonu görür. Desme membranının en periferik uzantısı, Schwalbe hattını oluşturur.

Desme membranı hasara uğradığı zaman kısmen rejenere olabilir. Travma nedeniyle koptuğu zaman patognomonik olarak tomar şeklinde kıvrılmış, yaylanmış veya dalgalı görünür(20).

Endotel: Desme membranının arkasında korneanın en iç tabakasını oluşturan, hüme aközle temasta olan tek katlı hücre tabakasıdır. Boyuna kesitlerde küboidal, enine kesitlerde poligonal (rektangüler) şekilde izlenirler. Tek katlı, 4-6 µm kalınlıkta, uniform kaldırım taşı mozayığında, 5-7 kenarlı hücrelerden oluşurlar. Endotel hücreleri bariyer ve pompa fonksiyonları sayesinde korneanın hidrasyonunu kontrol eden en önemli tabakadır. İnsan kornea endoteli proliferer olmaz. Endotel kaybı olduğunda bu alan komşu endotel hücrelerince kapatılır .

Doğumda endotel sayısı 3.500- 4.000/mm² (yaklaşık 350.000 - 400.000 hücre)'dir. Speküler mikroskopi kullanılarak direkt muayenede endotelin durumu değerlendirilebilir.

Kornea ödeminin endotelin speküler mikroskop ile direkt görüntülenmesini engellediği olgularda konfokal mikroskopi değerli olabilir. Normal kornealarda santral endotel hücre yoğunluğu yılda ortalama % 0.6 azalır (23). Hayat boyunca endotel hücre yoğunluğu ve topografisi değişir. İkinci ve sekizinci dekatlar arasında endotel hücre yoğunluğu 3.000–4.000 hücre/mm²'den 2.600 hücre/ mm²'ye düşer ve altıgen hücrelerin yüzdesi % 75'ten % 60 civarına iner (24). Korneanın normal şişkinliğinin korunması için gereken hücre/mm² sayısı bilinmemektedir. Ancak çeşitli bölgelerinde 1000 hücre/mm² hücre sayısı ileri dönemde kornea ödemi gelişimi için risk taşır. Hücre yoğunluğunun yanı sıra endotel hücre morfolojisi de fonksiyonu etkiler. Hücre boyutunda farklılıklar (polimegatizm) ve şekil değişiklikleri (polimorfizm) içeren endotel hücreleri normal morfolojiye sahip endotel hücrelerine göre hipoksik strese daha az dayanıklıdırlar (25, 26).

2.1.2. Ön Kamara Açısı

Ön kamara açısı, iris kökü ve kornea arasında oluşan gerçek bir anatomik açıdır. İçerisinde, Trabeküler ağ ile schlemm kanalı gibi aközün geçiş yaptığı yapılar yer alır.

Trabeküler ağ

Trabeküler ağ, ince ağ şeklinde tabakalardan oluşmuştur ve Schlemm kanalının önünde yer alır. Her biri endotel hücrelerinden oluşan bu ağlar kollajen bağ dokusu iskeletini sarar. Bu endotel hücrelerinin fagositik özellikleri de vardır (27).

Trabeküler ağ 3 kısımdan oluşur:

1-Uveal ağ: Ön kamaradaki aközle komşu olan bu kısım, iris kökünden Schwalbe hattına uzanan bantlardan oluşur. Bantların arası 25–75 µm genişlikteki düzensiz kanallar şeklindedir.

2-Korneaskleral ağ: Skleral mahmuz ile skleral sulkusun ön duvarına arasındaki kısımdır. Eliptik delikleri olan tabakalardan meydana gelir. Bu delikler 5–50 µm çaptadırlar ve Schlemm kanalına yaklaştıkça küçülürler.

3-Jukstakanaliküler ağ: En dışta kalan bu kısım; korneaskleral ağı, Schlemm kanalının iç duvarında yer alan endotele bağlar. Dış endotel tabakası aynı zamanda Schlemm kanalının iç duvarını oluşturur. İç endotel tabakası ise trabeküler endotel olarak devam eder. Aközün dışa akışına karşı koyan direncin büyük kısmını jukstakanaliküler ağ oluşturur.

Bu 3 kısım ‘filtran trabeküler ağ’ı oluşturur. Scwalbe hattının hemen arkasında yer alan ön trabeküler ağın ise Schlemm kanalıyla bağlantısı yoktur. Bu nedenle bu kısım da ‘non-filtran trabeküler ağ’ olarak adlandırılır (28).

Schlemm kanalı

Skleral sulkus, trabeküler ağ sayesinde bir kanal gibi görev görür. Ön kamaranın etrafında 360° dolanan bu kanala ‘Schlemm kanalı’ denir. 190–370 µm kalınlıktadır ve endotelle çevrilidir. Bazen tek bir kanal olabildiği gibi septumlarla ayrılmış da olabilir. İç endotel tabakası; aközün, sklera-içi kanallara girmeden önce geçeceği son dokudur. Yüzeyi, kistik vakuoller ve kanala doğru uzanan parmaklı çıkıntılar nedeniyle tümsektir. Endotel hücreleri arasında 0.5–2 µm kalınlıkta porlar vardır. Schlemm kanalının dış duvar endoteli ise por içermeyen ve tek tabakalı olan, kısa ve büyük hücrelerden oluşur.

Sklera-içi kanallar

Schlemm kanalı, kompleks bir ven sistemiyle episkleral venlere ve konjonktival venlere bağlanır. Sklera-içi aköz damarlar, Schlemm kanalının dış duvarından çıkış yaparlar. Sklera-içi kanalların proksimal kısmına aynı zamanda 'toplayıcı kanallar' da denir (27, 29).

Episkleral ve konjonktival venler

Aközün çoğunluğu episkleral venlere drene olurken, bir kısmı da konjonktiva altı dokudan geçip konjonktival venlere drene olur. Episkleral venler, anterior siliyer ve süperior oftalmik venlerle kavernoöz sinüse; konjonktival venler de süperior oftalmik venlere veya fasiyal venlere drene olur.

Skleral mahmuz

Limbusa paralel uzanan ve skleral sulkusun arka duvarını oluşturan fibriller, içe doğru skleral mahmuzu oluştururlar. Skleral mahmuz %75–80 kollajen ile %5 elastik dokudan oluşur. Skleral mahmuz, siliyer kas tarafından Schlemm kanalın kollabe olmasını önler (28).

Schwalbe hattı:

Trabeküler ağın apikal kısmının önünde yaklaşık 50–150 µm genişliğinde düz alanda 'S bölgesi' bulunur. Bu bölgenin önünde trabeküller korneal endotele döner ve Descemet membranının sonu yer alır. Buranın arka kısmına 'Schwalbe hattı' denir. Schwalbe hattı uveal trabekülün limbal stromaya oblik olarak insersiyonu sonucu oluşur (30).

Arka kamaradan ön kamaraya doğru olan hümör aköz akışı pupillanın açıklığından gerçekleşir ve 2 farklı yolla devam eder:

Direkt akım yolu: Trabeküler yol veya konvansiyonel yol da denir. Aközün dışa akımının %83-96'sından sorumludur. Aköz, trabekülüm yoluyla, Schlemm kanalına ve toplayıcı kanallara akar. Oradan da sklera-içi ve episkleral venler aracılığıyla drene olur.

Bu yol, akım basıncına hassas bir yol olup basıncın zirve noktasındaki artış, dışa akımı da artırır. Bu nedenle 'basınca bağımlı yol' olarak da adlandırılır.

İndirekt akım yolu: Uveaskleral veya konvansiyonel olmayan yol da denir. Aköz, siliyer kasın interstisyel aralıklarından, koroid veya suprakoroid aralığa ve oradan da skleraya veya skleranın vasküler kanalları aracılığıyla orbitanın bağ dokusuna akar. Buradan da venlerle genel dolaşıma geçer. Bu yol, aköz akımının %5-15'inden sorumludur ve GİB'den bağımsızdır (28).

Yaşla birlikte lens hacmi artar ve bununla beraber lensin anterior-posterior çapı da artar. Sonuç olarak lens ön kamaraya doğru ilerler. Lense bağlı pupiller blok ile, özellikle ön kamarası sığ olup açılı kapanmasına yatkın olan gözlerde, aközün arka kamaradan ön kamaraya geçişi durur. Arka kamarada GİB artışı sonucu iris öne itilir ve ön kamara sığlaşır. Bu durumda da trabeküler ağda tıkanıklık gelişir ve açının ani kapanması nedeniyle GİB çok yüksek değerlere ulaşabilir.

Ön Kamara Açılı Genişliğinin Derecelendirilmesi

Günümüzde açılı derecelendirmede tercihen Shaffer sistemi kullanılır. Açılı genişliğinin tayin edilmesi, trabekulum iç yüzüne ve irisin ön yüzüne denk gelen ve keşişen iki çizgi arasındaki açıklık miktarının gözlemlenmesiyle gerçekleşir. Bu sistemle her bir açılıya bir sayısal derece (4-0) verilmekte, açının derece cinsinden genişliğini ve tahmini klinik yorumu da belirtilmektedir.

- a. **Grade 4 (35-45°)** : Siliyer cismin rahatlıkla görülebildiği en geniş açıdır. Kapanması mümkün değildir.
- b. **Grade 3 (20-35°)** : Skleral mahmuzun seçilebildiği açık bir açıdır. Kapanması mümkün değildir.
- c. **Grade 2 (20°)** : Sadece trabekulumun izlenebildiği orta derecede dar bir açıdır. Açının kapanma olasılığı az da olsa vardır.
- d. **Grade 1 (10°)** : Sadece Schwalbe hattının veya trabekulumun en üst kısmının izlenebildiği oldukça dar bir açıdır. Kapanma riski yüksektir.
- e. **Grade 0 (0°)** : İridokorneal temas neticesinde kapanmış olan açıdır (31).

2.1.3. İris

Retina ve sklera arasında yerleşen tunica vasküloza bulbu 3 kısımdan oluşur. Bunlar koroid, silier cisim ve iristir. Kelime anlamı gökkuşağıdır. Gözün dıştan seçilen renkli kısmıdır(15). Hümör aköz ile ön ve arka yüzde temas halinde bulunur. Göze giren ışık miktarını pupilla genişliğini değiştirerek ayarlayan bir diyafram görevi görür. Kalınlığı 0,4-0,6 mm çapı ise 11-14 mm kadardır (32). Korneanın arkasında, lens ve silier cismin önünde yer alır. Kornea ve lens arasındaki boşluğu ön kamara ve arka kamara şeklinde ikiye ayırır. Bu iki boşluk irisin ortasında bulunan ve genişliği değişebilen pupilla ile birleşir. Pupilla kenarından 2 mm uzaklıkta bulunan demarkasyon hattı, irisin ön yüzünün pupiller ve siliyer bölge olarak ikiye ayırır.

Histolojik incelemesinde önden arkaya doğru sıra ile ön sınırlayıcı membran, iris stroması, iris sfinkter kası, iris dilatatör kası(myoepitelyum), ön pigment epiteli ve arka pigment epiteli bulunur.

İris stromasında kollojen lifler, fibroblastlar, irise renk veren melanositler ve matriks içeren damardan zengin bir bağ dokusu bulunur. İris damarları, duyu sinirleri, vazomotor, sempatik ve parasempatik sinirler de iris stroması içerisinde bulunur. Stroma ön yüzeyi çok sayıda kriptalar içerir ve doğrudan hümör aköz ile temas halindedir. Sirküler düz kas liflerinden oluşan pupilla sfinkter kası, pupilla etrafında ve stroma içerisinde derin olarak yerleşim gösterir.

İris pigment epiteli iki katlıdır. Bol miktarda melanin içeren arka pigment epitelinin bazal yüzü arka kamaraya, apikal yüzü ise iris stromasına bakar. Apikal yüzü siliyer cisim epiteli olarak devam eder. Pupilla kenarında iris pigment epiteli hafifçe öne doğru geçerek fizyolojik iris ektropiyonunu oluşturur. İnce miyofilamanlar ve melanozomlar içeren anterior miyoepitelyal tabaka, arka pigment epitelinin hemen önünde yer alır ve irisin dilatatör kasını oluşturur.

İris kahverengi yoğun bir biçimde pigment içeren ve kahverengi ile mavi skalası arasında renk veren bir dokudur. Patolojik damarlanma mevcudiyetinde kırmızı renkte de gözlenebilir. Okülokutanöz albinizm olgularında iris pigmentasyonu oluşumunda defekt bulunmaktadır.

Siliyer cisimde iris köküne yakın olarak bulunan ve ön siliyer arterler ile uzun siliyer arterlerin anastomozu sonucu oluşan irisin büyük arter çemberinden oluşan damar dalları, radyal olarak iris stromasında ilerler. İlerleyen bu damar dalları kolaret bölgesinde anastomozlar yaparak irisin küçük arter çemberini meydana getirirler. Stoma içerisinde bulunan iris damarlarının endotellerinde pencere bulunmaz. Bu damarlar bazal membran ile çevrilidirler.

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 nükleustan oluşur. Kendi şeffaflığının korunması ve devamı, ışığı kırmak ve akomodasyon gibi fonksiyonları vardır.

Lens Anatomisi :

Lens kapsülü: Embriyonel dönemde lens epitelyum hücrelerinin ürettiği tip 4 kollajenden oluşan lens kapsülü, vücudun en kalın bazal membrana sahip yapısıdır. Lens kapsülü elastik ve saydamdır. Kapsül kalınlığı her bölgesinde farklılıklar gösterir. Ön ve arka preekvatoriel bölgede en kalın 17-23 mikron, en ince ve hayat boyunca sabit kalan arka kapsül merkezi ise 4 mikron kalınlıktadır (33). Ön kapsül, arka kapsülden daha kalın olup hayatın ileri dönemlerinde ön kapsüldeki kalınlık artışı devam etmektedir (34, 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 mikrondur ve ışık mikroskobunda eozinofilik ve PAS + yapıdadır (34, 35).

Lens Epiteli: Ön kapsül altında tek sıra dizilmiş hegzagonal hücreler tabakasıdır. Lens epitel tabakası 10 x 15 mikron kalınlığında olup tek katlı yassı kübik epitel

hücrelerinden oluşur. Ekvatorda 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 (34, 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, epinükleus ve korteks ayrımı, cerrahi sırasındaki davranış ve görünüşten kaynaklanır. Apikal hücrelerin uzantılarının birleşimi önde Y sütürünü, bazal hücrelerinin uzantılarının birleşimi arka Y sütürünü 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 (34, 35).

Lens Embriyolojisi:

Gestasyonun 25. gününde ön beyin ve diensefalondan optik vezikül çıkıntıları gelişir. Genişleyen optik vezikülün üzerini yüzey ektodermden oluşan tek katlı küboid hücreler örtmeye başlar. Gestasyonun 27. gününde yüzey ektoderm hücreleri kolumnar şekle dönüşerek kalınlaşır. Bu kalınlaşan alana lens düzlemi veya lens plakoidi denir. Lens plakoidinin oluşumunda nöroektodermden salınan kimyasal mediyatörler rol alır. Gestasyonun 29. gününde lens düzleminin merkezinde içeri çökme sonucu lens piti oluşur.

Hücresel artış devam ederken lens piti invajinasyon ile derinleşerek lens kapsülü denen, bazal membranla sarılmış tek sıra kübik epitelten oluşan lens vezikülünü oluşturur. Gestasyonun 33. gününde lens vezikülü oluşurken optik vezülde de içe çökme meydana gelerek iki katlı optik kadeh oluşur.

Lens Biyokimyası:

Ağırlığının % 33'ü protein yapısındadır. Proteinler iki gruba ayrılır:

a) Suda eriyen (kristalin)

b) Suda erimeyen → ürede eriyen→ ürede erimeyen

Proteinlerin % 80'i suda eriyen tipte olup kristalin olarak adlandırılırlar. Kristalinler, lens fibriller hücrelerinin, lens epitelinin yapısındaki intraselüler proteinlerdir. Alfa (α), beta (β), gamma (γ) alt gruplarına ayrılırlar. β ve γ proteinlerin DNA dizilişleri aynı yapıda olduğu için artık β - γ kristalinleri olarak adlandırılmaktadırlar. Alfa kristalinler lens proteinlerinin % 32' si ve en ağır olanlarıdır (600 – 4000 kD). Alfa kristalinler epitel hücrelerinin lens fibrillerine dönüşümünde rol oynarlar. Epitel hücrelerinde alfa kristalin yapımı kortikal hücrelerin yedi katıdır. Bu da transformasyon sonucu üretimdeki azalmayı göstermektedir. Suda çözünen proteinlerin % 55' ini β proteinler oluşturur. γ kristalinler ise en küçük yapıdaki kristalin grubudur (20 kD). Lens proteinlerinin % 1.5' unu oluşturur. Membranın yapısal proteinleri ve hücre çatısındaki proteinler, suda çözünemeyen proteinlerdir.

İki tip suda erimeyen protein vardır :

1)Ürede eriyen: Lens hücrelerinin hücresel çatısını oluştururlar.

2)Ürede erimeyen: Lens fibrillerinin plazma membranlarının yapısında bulunurlar.Membran proteinlerinin % 50' sini oluşturan Major Intrinsic Protein (MIP) ile beraber bulunmaktadırlar. 20-30 yaşlarında bu iki protein birbirine eşittir. MIP lens fibrillerinin uzamasında görülür ve epitel hücrelerinin lens fibrillerine dönüşümünde gap junction rolü oynar. Yaş ilerledikçe lens proteinleri suda erimez hale gelir ve agregatlar oluşturur, bu da lens opasitelerine ve ışığın daha çok saçılmasına neden olur. Ancak katarakt gelişmese de suda erimeyen proteinlerin miktarında artış gösterilmiştir.

Yaşla beraber ürede erimeyen proteinlerin miktarında da artış görülür. Belirgin kahverengi kataraktlarda lens proteinlerinin % 90' ının ürede erimeyen formda olduğu görülmüştür. Zamanla lensin toplam protein miktarında azalma olsa da kataraktlı gözlerde ürede erimeyen protein artışı belirgindir. Bu durum lens kapsülünden kristalin kaybını düşündürür. Kataraktlı gözlerde humör aközde α ve γ kristalinler artmış olarak bulunmuştur. Kortikal kataraktlarda humör aközde α ve γ kristalinler artarken, nükleer kataraktlarda α kristalin artışı, γ kristalin azalması görülür (36).

Lens fizyolojisi :

Lens kristalin bir yapıdadır ve içeriğinin % 66'sı sudur. Su içeriği yaşla birlikte azalır. Lens kütlesinin % 33'ü proteindir ve vücutta en fazla protein içeren dokudur (13). Kalan % 1'ini ise aminoasit, lipid, karbohidrat, elektrolitler ve peptidler oluşturur. Lens volümünün osmoregülasyonu; sodyum iyonlarının aktif pompa ile dışarı, su ve klor iyonlarının pasif olarak içeri girmesiyle sağlanır. Lens metabolizması esas olarak epitelde gerçekleşir. Lens kapsülü, içeri ve dışarı olan difüzyonda ilk bariyerdir. Lens 19 dioptrilik kırma gücüyle korneadan sonra ikinci optik ortamdır. Yaşla birlikte 400 nm ve 1400 nm arası ışık ışınlarının geçişiyle oluşan değişiklikler sarı kahverengi pigmentin oluşumunu artırır. Yaşlanma ile birlikte lenste kahverengi pigmentlerin birikmesinden dolayı ultraviyole ve mavi ışık ışınlarının (350-500nm) absorpsiyonu artar. Bu sebepten yaşlı lifler sıkışır ve dehidrate olurlar (35). Yaşla birlikte epitelyal hücrelerin ağırlıkları azalır, genişlikleri artar.

2.2. ÖN SEGMENT YAPILARININ GÖRÜNTÜLENMESİ

Ön segment yapılarının değerlendirilmesi göz muayenesinin vazgeçilmez bir kısmıdır. Gonyoskopi ÖKA'nı değerlendirmede altın standart kabul edilmektedir. Ancak subjektif bir teknik olup yüksek hasta kooperasyonu ve muayene eden kişinin tecrübeli olmasını gerektirir. Kullanılan lens, bakış pozisyonu, korneaya yapılan basınç ve çevresel aydınlatmadan etkilenir (37). Açının kantitatif olarak değerlendirilmesinde ve irisin arka yapılarının görüntülenmesinde yetersiz kalmaktadır. Günümüzde gelişen teknoloji ile klinik kullanıma giren ön segment optik koherens tomografi (ÖS-OCT), ultrasonik biyomikroskopi (UBM), Scheimpflug görüntüleme gibi yöntemler ön

segment yapılarının objektif olarak ortaya konmasında ve kantitatif ölçülmesinde klinik pratik ve çalışmalara önemli katkılar sağlamaktadır. Hasta takibinde ön segment görüntüleme yöntemlerindeki ölçümler arasındaki farklılığın daha nadir olduğu gösterilmiştir(38).

2.2.1. Ön Segment OCT (ÖS-OCT) :

OCT ön segmentin 6–25 μ çözünürlüğünde kesitsel görüntülenmesine imkan sağlayan non-invaziv ve non-kontakt bir yöntemdir ve görüntülemeyi gerçek zamanlı 2-boyutlu yapar (39, 40). Son geliştirilen modellerde 3 boyutlu görüntü de elde edilebilmektedir. Kontakt olmamalarından dolayı lokal anestezi gerektirmezler ve korneal erozyonla karşılaşmaz (41).

OCT ilk defa Huang ve arkadaşları tarafından Massachusetts Teknoloji enstitüsünde geliştirilmiş ve 1991 yılında yayınlanmıştır (42).

OCT'nin prensibi ultrasona benzer ama burada yayılan ve yansıyan ses değil ışıktır. OCT'nin ön segmentte kullanılması retinal OCT'nin geliştirilmesiyle ortaya çıkmıştır. Retinal OCT'ye (820 nm) göre daha uzun dalga boyu (1310 nm) kullanılır. Bu özellik, sklera ve limbus gibi ışınları yüksek oranda yansıtan dokulara daha fazla penetrasyon sağlayarak iridokorneal açının görüntülenmesine imkan verir. Kornea, iris, açı ve lens yüzeyi gibi ön segment yapılarından görüntüleme sağlanır. 1310 nm dalga boyundaki ışının %90'ı retinaya ulaşmadan absorbe edilir. Bu nedenle ön segment görüntülenmesinde retinal OCT'ye göre daha fazla güç kullanılır. Bu da görüntünün elde edilmesi ve hareketten dolayı oluşan artefaktların ortadan kaldırılmasını sağlar (43). Skleral mahmuz ÖS-OCT'de ön kamara açısının belirlenmesinde önemli bir belirteçtir (44).

OCT'de kullanılan interferometre zaman değişkenine bağlı ise Zaman bağımlı OCT aynı zamanda elde edilen ışığın içerdiği farklı frekansların ayrıştırılarak incelenmesine bağlı çalışıyor ise Spektral OCT (Fourier bağımlı OCT) olarak adlandırılır.

Günümüzde ön segment görüntülemesinde kullanılan iki zaman bağımlı OCT cihazı vardır. Bunlar Visante ÖS-OCT ve Slit Lamp-OCT (SL-OCT) dir.

Visante ÖS-OCT kontakt olmayan optik bir sistemdir. Saniyede 2048'e kadar A-scan görüntüsü alarak ön segment görüntülemesi yapar. Ayrıca derinlik, genişlik ve açı değerlendirmekte de kullanılır. 18 μm 'ye kadar optik aksiyal çözünürlüğe ve 60 μm optik transvers çözünürlüğe sahiptir. Opak bir korneadan da görüntü alabilir ve minimal deneyim gerektirir (45).

SL-OCT modifiye bir yarıkli lamba biyomikroskop olup klinik uygulamada zaman ve yer açısından kolaylık sağlar. Kurulumu ve kullanımı yarıkli lamba biyomikroskopa benzer olduğundan ayrıca kolaylık sağlar. Bununla beraber ışının manuel olarak rotasyonu gerekmektedir. Optik aksiyel çözünürlüğü μm 'den küçüktür ve transvers optik çözünürlüğü 20-100 μm arasındadır. Yazılımı sayesinde SKK, merkezi ÖKD ve ÖKH otomatik olarak hesaplanır. Ayrıca iridokorneal açı parametreleri hakkında da bilgi verir. Visante ÖS-OCT'ye göre SL-OCT'nin aksiyel ve transvers çözünürlüğü daha düşük, görüntü hızı daha yavaştır ve manuel odaklama gerektirir. Daha fazla uygulayıcı beceri gerektirmesi yanında Visante ÖS-OCT'ye göre daha otomatize bir yazılıma sahiptir (46).

Spektral ÖS-OCT daha küçük dalga boyunda ışık (830-870 nm) ile tarama yapar. Saniyede 18,000-40,000 A-tarama elde edilir Böylece daha iyi çözünürlüklü daha detaylı kesitsel görüntüler elde edilir. Schwalbe hattı spektral OCT ile gösterilebilirken zaman bağımlı OCT'ler ile gösterilemez. Ancak Spektral OCT'nin daha düşük dalga boyu penetrasyon derinliğini azaltır ve korneanın daha detaylı iris ve posterior alanların ise daha az detaylı görüntülenebilmesini sağlar.

Ultrasonik biyomikroskopi (UBM) ile karşılaştırıldığında ön segment OCT yüksek bir aksiyel resolüsyon ve daha hızlı bir görüntüleme sağlamaktadır. Başka bir avantajı ise UBM gibi kontakt olmamasıdır. En önemli dezavantajı ise dalga boylarının irisin pigmentleri tarafından absorbe edilmesi nedeniyle iris arkasının görüntülenememesidir. Bu limitasyon nedeniyle plato iris, silyer cisim tümörleri, lens sublukasayonları ve silyer efüzyon gibi sekonder açı kapanması yapabilecek nedenler görülememektedir (47).

Yapılan bazı çalışmalarda ÖS-OCT’de gonyoskopiye göre açı daha kapalı saptanmıştır (37, 48). Bu durumun muhtemel sebebi ÖS-OCT’nin gözle temasının olmaması ve gonyoskopide kullanılan çok daha az ışık gerektirmesidir. UBM ile karşılaştırıldığında ÖS-OCT açı elemanları, ön kamara derinliği, kornea kalınlığı gibi ölçümlerde benzer sonuçlar vermiştir (45, 49). ÖS-OCT’nin diğer bir dezavantajı ise gonyoskopide tüm açığı görmeyi sağlarken ÖS-OCT’de belli kadrarlarda açının görüntülenebilmesidir. Buna bağlı olarak gonyoskopide anterior sineşi alanları daha nadir olarak gözden kaçar. Ayrıca maliyet açısından gonyoskopi daha avantajlıdır.

2.3. KATARAKT

Lensin progresif olarak saydamlığını yitirmesidir. Oluşan opasitelerin bir kısmı sabit ve lokalize iken bir kısmı da ilerleyici ve yaygın şekilde gözlenir. Katarakt tedavi edilebilir körlük nedenlerinin başında yer alır. Etyolojide birçok neden sayılmakla birlikte katarakt oluşumu sırasında oluşan mekanizmalar tam olarak aydınlatılmış değildir. Bu nedenle de oluşumunun engellenmesinde henüz başarılı olunamamış ve günümüzde cerrahi tedavi tek seçenek olarak ortaya çıkmıştır.

2.3.1. Katarakt Türleri

Kataraktlar opasitenin yerleşim yeri göz önüne alınarak morfolojik ya da etyolojilerine göre sınıflandırılabilirler. Etyoloji göz önüne alındığında kataraktlar yedi ana başlık altında toplanırlar.

1. Konjenital kataraktlar
2. Gelişimsel ve juvenil kataraktlar
3. Senil kataraktlar
4. Patolojik kataraktlar
5. Travmatik kataraktlar
6. Komplike kataraktlar
7. Sekonder kataraktlar

Senil kataraktlar:

En sık görülen katarakt tipi olarak dünya çapında önde gelen bir sağlık problemidir.

Gelişmekte olan ülkelerde, yetersiz cerrahi olanaklarla birlikte artan katarakt hastası sayısı, tüm körlüklerin yarısına yaklaşmaktadır (50).

Bu problemin büyüklüğü dünya çapında yaşlı insan popülasyonunun yükselmesi ile birlikte artış göstermektedir (50). Sadece Hindistan'da her sene 3.8 milyon insan katarakt nedeni ile körleşmektedir (51). Afrika'da ise yaklaşık olarak her sene 2 milyon insan katarakt nedeni ile kör olmaktadır (52). Yapılan istatistikî çalışmalarda katarakt nedeni ile oluşan körlük miktarı 2025 yılında tahmini olarak 40 milyona ulaşacaktır (50).

Senil katarakt gelişiminde rol oynayan risk faktörleri:

Yaş: Yaşlanma, katarakt gelişimde en önemli risk faktörlerinden birisidir. 70 Yaşında katarakt gelişme riski, 50 yaşındaki riske göre yaklaşık 13 kat fazladır (53).

Cinsiyet: Yapılan çalışmalarda kadınlarda, erkeklere göre biraz daha fazla tespit edilmiştir. Bu artış belki de kadınların kortikal katarakt gelişimine göre erkeklere nazaran daha yatkın olması ile açıklanabilir (54).

İrk: Beyazlara göre, siyahlarda kortikal ve nükleer katarakt daha sık görülmektedir (55, 56).

Diyabet: Epidemiyolojik araştırmalarda uzun dönem diyabet hastalarında katarakt gelişiminin bariz olarak arttığı görülmüştür. 70 yaşından önce katarakt gelişiminde bu artış oranı daha yüksek tesbit edilirken, 70 yaşından sonra oranda bir azalma gözlenmektedir (57).

Aile Hikayesi: Yapılan bazı çalışmalarda aile hikayesinin katarakt riskinde artışa yol açtığı tespit edilmiştir (54, 58).

İlaçlar: Yapılan klinik ve laboratuvar çalışmaları göstermiştir ki, bazı ilaçlar katarakt gelişimde rol oynamaktadır. Bu ilaçlardan bazıları kortikosteroidler,

fenotiazinler, miyotik kolinerjikler, kanser ilaçları, fotosensitif ilaçlar, diüretikler, trankilizanlar, gut mediyatörleri'dir (59, 60).

Beslenme: Büyük bir vaka-kontrol çalışmasında antioksidan özelliği bulunan riboflavin, vitamin C, E ve karotenoidlerin alınmasının, kortikal, nükleer ve miks katarakt gelişimini önlediği saptanmıştır. Niasin, tiamin ve demirin de koruyucu olduğu tespit edilmiştir (58).

Radyasyon: 295 nm dalga boyundaki UV ışığı korneadan geçerek direkt olarak lens tarafından absorbe edilir. Tek yüksek doz veya multipl düşük doz UV radyasyonu laboratuvar şartlarında hayvanlarda katarakt gelişimine neden olmaktadır (61, 62). UV radyasyonunun özellikle kortikal ve arka subkapsüler katarakt gelişimine yol açtığı düşünülmektedir (63, 64). Elektromanyetik spektrumun diğer kısımlarındaki radyasyonlar da katarakt gelişiminde rol oynarlar (59).

Sigara İçme: Sigara içiciliği ile nükleer katarakta artış olduğu düşünülmektedir. Kortikal katarakta ise böyle bir artış tespit edilmemiştir (65).

Diğer risk faktörleri: Miyopi, sistemik hipertansiyon, kronik diyare, renal yetersizlik.

Senil kataraktın arkasındaki patogenezi karmaşık olup henüz tam olarak bilinmemektedir. Bu, karmaşık ve çeşitli fizyolojik hadiseler arasındaki etkileşimin bir sonucu olarak meydana gelir. Lensin kalınlığı ve ağırlığı yaşla beraber artarken akomodatif gücü azalmaktadır. Nükleer skleroz'da santral nükleus sıkışıp sertleşmekte ve kortikal bölüm konsantrik şekil almaktadır. Bu multiple mekanizma lensin saydamlığının giderek kaybına katkıda bulunmaktadır. Lens epitelinde yaşa bağlı olarak değişim meydana gelmekte, özellikle lens epitel hücrelerinin yoğunluğunda azalma gelişmekte ve lens fibrilleri anormal değişime uğramaktadır. Ek olarak yaşa bağlı olarak lens epitel tabakası ve korteksi yoluyla lens nükleus hücrelerine giriş yapan su, besinler ve antioksidanların, ayrıca suda çözünür düşük molekül ağırlıklı metabolitlerin, bu hücrelere girişinde azalma olur. Bu nedenle yaşa bağlı olarak meydana gelen ilerleyici oksidatif hasar, senil katarakt gelişimine yol açmaktadır.

Oksidatif maddelerin üretiminde artma ve antioksidan vitaminlerin azalması katarakt patogeneziinde önemlidir. Diğer mekanizma ise suda çözünür olan düşük

moleköl ağırlıklı sitoplazmik lens proteinlerinin suda çözünür yüksek moleköl ağırlıklı agregatlara ve suda çözünmeyen membran proteinlerine dönüşmesidir. Bu patolojik dönüşüm lensin saydamlığında azalmaya, ışığın dağılmasına ve lensin refraktif indeksinin birdenbire değişimine sebep olmaktadır. Diğer bir mekanizma ise besinsel faktörler olup özellikle glukoz, eser elementlerin ve vitaminlerin rolüdür.

Senil katarakt temel olarak 3 kısımda incelenir.

1.Nükleer

2.Kortikal

3.Arka subkapsüler

Senil kataraktlar lens opasitesinin yerleştiği tabakalara göre iki ana bölümde incelenirler: Nükleer ve kortikal. Ancak bu sınıflama daha çok kataraktların erken dönemi için daha doğru olmaktadır. Çünkü katarakt ilerlediğinde bu ayrıma ait saf özellikler ayrılanamaz. Yani senil ve ilerlemiş kataraktlarda nükleus, korteks ve subkapsüler kesafetler kaçınılmaz ve bir arada olmaktadır.

Nükleer Katarakt: Yaşla birlikte lens nükleusunun sklerozu, sertleşmesi ve renginin koyulaşması söz konusudur. Nükleer kataraktlar lensteki fizyolojik sklerotik değişikliklerin bir sonucudur. Normal yaşlılarda lenste oluşan fizyolojik değişikliklere rağmen görme keskinliği 20/20 seviyelerindedir(66). Nükleer katarakta lensin yoğunluğu ve kırma indeksi artar. Psödomiyopi gelişir. Başlangıç evrelerde konkav camlarla düzeltilebilen görme keskinliği, sklerotik değişikliklerin artması ile giderek azalır. Bu sklerotik değişim çok yavaş olur. 5-10 seneyi bulabilir. Bazı hastalar özellikle uzaktaki cisimlerde optik distorsiyondan şikayetçi olurlar. Özellikle yüksek aksial myoplarda uzak görme keskinliği psödomyopiye bağlı olarak kısa süre iyi kalabilir. Nükleer katarakta bağlı değişiklikler en iyi yarıklı lamba biyomikroskopisinde, dar ışık-direk aydınlatma ile izlenir. Biyomikroskopik olarak kesit alındığında diffüz lens opasitesinin sadece lens nükleusunu tuttuğu gözlenir. Ancak takip eden dönemde biyomikroskopik muayene ile nükleustaki bu yavaş değişim fark edilmez. Çok başlangıç döneminde ve santral nükleustaki küçük opasitelerde monooküler diplopi şikayeti ve ileri dönemlerde renk tonu ayrımlarında güçlük gözlenebilir. Skleroz bazen sadece fütal nükleustadır. Bu nedenle birbirinden koyu bir alanda ayrılmış iki nükleus

gözlenir. Bu tip nükleer katarakt iki fokuslu lens olarak adlandırılabilir. Nükleer kataraktlar lens yapısal proteinlerinin fizyokimyasal değişikliklere uğraması ile ilişkilidir (a, b, c kristalin).

Oksidasyon, nonenzimatik glikozilasyon, proteolizis, deamidasyon, fosforilasyon ve karbamilasyona bağlı olarak yüksek molekül ağırlıklı proteinlerin (1,000 nm) formasyonu ve agregasyonu gözlemlenir. Bu yüksek molekül ağırlıklı proteinlerin ara yüzde agregasyonu ışığın geçişine engel olur ve nükleer katarakttaki ışık saçılmasına (scattering) neden olur. Nükleer lens proteinlerinin kimyasal modifikasyonu lens renginin önce sarıya, daha sonra kahverengiye, ilerlemiş vakalarda da siyaha dönüşmesine (katarakta nigra) neden olur (67). A (alfa) kristalin proteininin bir moleküler şaperon olarak agregasyonu önleyerek katarakt gelişimini önlediği düşünülmektedir (68). Yakın zamanda yapılan çalışmalar faz seperasyon inhibitörlerinin (PSIs) nükleusun şeffaflığının korunmasında görev aldıklarını düşündürmektedir. Bu inhibitörlerin kaybının nükleer katarakt formasyonuna neden olabileceği düşünülmektedir (69).

Kortikal katarakt: 3 ana katarakt tipinin en yaygınıdır (70). Nükleusa göre daha az kompakttır. Bu sebeple galaktozemi (71) ve diabette (72) elektrolit dengesizliğine bağlı aşırı hidrasyona daha yatkındır ve bu nedenle lensin hidrasyonu artar. Lens sıvıyı humor aközden absorbe eder. Bu, lens protein moleküllerindeki ve amino asit komponentlerindeki yıkıma veya lens kapsülündeki permeabilite artımına bağlı olarak ortaya çıkar. Erken bulgular lenste vakuollerin izlenmesi ya da lens liflerindeki ayrılımdır. Biyomikroskopik olarak ileri dönemlerde periferik kama şeklinde opasiteler ve lens içinde lameller ayrılmalar dikkati çeker. Yarıklar pupilla alanına geldiğinde fokal aydınlatma ile beyaz gri renkli radial opasiteler izlenir. Sonuçta korteks bulanıklaşır, takiben proteinler koagüle olur ve opasiteler şekillenir. Böylelikle değişik kortikal katarakt tipleri ortaya çıkar. Fakat güneş ışığındaki UV ışınlarının gözün supraorbital yapıları tarafından korunan lensin üst yarısına ulaşamayışı neticesinde özellikle alt kadranda ortaya çıktığı düşünülmektedir (73). Neticede bu opasiteler diğer kadrarlarda periferde ortaya çıkarlar. Bu tip kataraktta santral lens geç tutulduğundan hastalar uzak görmelerinin iyi olduğunu söylerler. Kortikal kataraktlar en iyi retroilluminasyon ile gözlemlenirler.

Arka Subkapsüler Katarakt: Diğerlerine göre daha nadir görülür (74, 75). Retroiluminasyonla kolaylıkla görülebilir. Sıklıkla lokalizasyon santraldedir. Fundoskopiyi engelleyebilir. Erken evrelerde glare (76) ve yakına bakarken objelere odaklanma zorluğu gibi sübjektif semptomlardan hasta şikayetçi olur. Akomodasyon sırasında myozisten dolayı santralde lokalize olan arka subkapsüler katarakt, üzerinden geçen ışığın saçılmasına ve makula üzerine odaklanan görüntünün engellenmesine neden olur. Bu nedenle yakın görme daha çok bozulur. Bu teknikte uzun süre tutulan ışıktan dolayı hasta glareden ötürü rahatsız olur. Bu nedenle retroiluminasyonla kolayca opasitenin sınırları açığa çıkarılabilir ve opasiteler gölge şeklinde veya posterior kapsülün santralinde ada şeklinde görülür (77). Erken evrelerde toz benzeri olan bu katarakt direkt illuminasyonla görülemez. Ayrıca retroilluminasyonla da zorlukla görülebilir. Katarakt ilerledikçe bu toz benzeri yapılar ilerleyerek gölge yaparlar ve retroilluminasyonla kolaylıkla görünür hale gelirler ve ileri evrede kalsifiye plak haline gelirler. Bu plak sıkı yapışıklığı nedeniyle cerrahi esnasında vakum yaparken arka kapsülün rüptüre olmasına neden olabilir. Arka subkapsüler kataraktın posterior kapsül ile korteks arasındaki potansiyel boşluğa hücresel debris birikmesi veya kapsül epitel hücrelerinin migrasyonundan ötürü oluştuğu düşünülür (78). Arka subkapsüler katarakt, radyasyon ve steroid alımı sonucu oluşabileceği gibi, DM, yüksek myopi, retinal degenerasyonlar (retinitis pigmentosa) sonucu da oluşabilir (79, 80). Gyrate atrofiyle beraber de görülebilir (81).

Presenil Katarakt: Bu katarakt 55 yaşının altında görülüp sıklıkla arka subkapsüler olmakla birlikte nükleer veya kortikal de olabilir. Arka katarakt hızlı ilerleyip bir yıl içinde tamamıyla arka kapsülü örter. Ek olarak lens epitel hücrelerinde göze çarpan değişimin ardından ödem ve en sonunda dekompanasyon meydana gelir. Bazen nükleus tutulmasa da en sonunda opaklaşır. Lens korteksi başlangıçta tutulmayabilir fakat en sonunda spoke opasiteler gelişir ve hızla ilerler. Bu kataraktın sebebi bilinmemektedir. Fakat bazı çalışmalar galaktoz metabolizmasındaki metabolik bir enzimin eksikliğinin sebep olabileceğini ileri sürmektedir.

Bu enzimin aldoz redüktaz olduğu ve galaktiol denen maddenin lenste birikip, kronik bir osmotik strese sebep olduğu ileri sürülmüştür (82, 83). Bu hastaların cerrahisi iyi yapılmalıdır.

Kapsüler (polar) katarakt: Yaşa bağlı lens kapsülünde lokalize opasite gelişmesidir. Ayrıca bu katarakta persistan pupiler membran, epikapsüler stars, üveitle birlikte posterior sineşi, travma, ilaçlar, radyasyon sebep olabilir.

Kapsüler kalınlaşma, heat (glassblowers) kataraktta görülebilir ve hem Miller Sendromu hem de Lowe Sendromu'nda görülebilir (84). Polar katarakt anterior veya posterior kapsülde görülebilir. Sıklıkla konjenital olmasına rağmen travmaya sekonder de oluşabilir. Polar katarakt sıklıkla opaktır, lokalizedir ve ilerlemez. Stabil olması nedeniyle görme yeterli seviyede olabilir ve konservatif tedavi (pupil dilatasyonu, güneş gözlüğü, optikal refraksiyon) yeterli olabilir.

Ön subkapsüler katarakt: Arka subkapsüler kataraktın aksine ön subkapsüler katarakt ön lens epitelinin tüm tabakasında oluşabilir ve anormal lens kapsülü katılaşmasına yol açar . Arka subkapsüler kataraktla beraber görülebilir ve sıklıkla lokal travma, radyasyon, üveit ve ilaçlar sebep olabilir.

Lens epitelinin dekompansasyonu: Bazı vakalarda bütün anterior kapsül epitelinde generalize bulanıklıkla birlikte ödem görülebilir. Bu durum, sıklıkla arka subkapsüler ve kortikal kataraktın birkaç yıl içinde matür katarakta dönüşeceğine işaret edip hızla vizyon kaybına neden olur. Bazen presenil kataraktlarda da görülebilir.

İlerlemiş katarakt: Matür katarakt, korteks ve nükleusun opaklaşması sonucu retina reflesinin alınamamasına sebep olur. Bu evrede lens beyazdır ve bu nedenle kataraktın tarihte şelale (waterfall) olarak adlandırılmasına sebep olmuştur (85). İlerleyen evrelerde korteksin likefiye olmasıyla, kahverengi (Brown) nükleus yerçekiminin etkisiyle aşağıya yerleşir ve Morgagnian katarakt olarak adlandırılır. Eğer lens şişerse Entumesan katarakt olarak adlandırılır. Kortikal sıvının biraz kaçması sonucu lens gümüşümsü beyaz ve kuru bir hal alır ve Hipermatür (Hiperdür) katarakt olarak adlandırılır.

2.3.2. KATARAKT CERRAHİSİ

Katarakt cerrahisi, şu anki modern haline yıllarca süren cerrahi denemeler ve teknolojik buluşlar sonucunda gelmiştir. Kataraktın tarihçesi incelendiğinde, ilk cerrahi müdahalelerin Hindu tıbbında uygulandığına rastlanır. Katarakt ilk olarak MÖ. 1000

yıllarında Mısırlılar tarafından tanımlanmıştır. Ancak eski Babil, Mısır ve Yunan tıbbında kataraktın tedavisine ait bir kayda rastlanmamaktadır (86).

Hindu Susruta uyguladığı mil çekme yönteminde, skleradan keskin bir bıçakla girer ve başka künt bir aletle lensi vitreus içine iterdi. Bu yöntem 1950'li yıllara kadar Anadolu'da da hekim olmayan kehhaller tarafından uygulanmıştır. Halk arasında kırılma da denilen kehhallerin en meşhuru 1225'te yaşamış olan İbrahim bin İsmail bin Mehmed'dir.

On sekizinci yüzyılda birçok cerrah kadavralarda yaptığı ameliyatlara lensi gözün dışına çıkarmayı başarmışlardır. Ancak büyük bir cesaretle canlı bir hastada ilk katarakt ekstraksiyonunu gerçekleştiren Fransız Daviel'dir (87). 1752'de yaptığı ameliyatta gözün alt yarısından açtığı limbal insizyonla lensi göz dışına çıkarmıştır. 1773'te İngiltere'de Sharp intrakapsüler tekniği uygulamış, 1860'ta ise Von Graefe ilk kez üst limbustan yaklaşımlı ekstrakapsüler cerrahiyi gerçekleştirmiştir. Korneal kesinin sütürlenmesi ilk defa 1867'de Williams tarafından denenmiştir. 1940'ta kapsülü vakumlayan erezifak Barraquer tarafından kullanılmıştır. 1949 yılında İngiltere'de Ridley, ameliyat mikroskobu kullanarak ilk defa EKKE ameliyatının sonunda arka kamaraya akrilik bir lens yerleştirmiştir. Bu olay katarakt cerrahisindeki en önemli dönüm noktalarından biridir.

1951 yılında İtalyan Strampelli ilk defa ön kamara lensini kullanmıştır. Şu anki cerrahi sistemlerin çoğunda kullanılan fakoemulsifikasyon ise 1967 yılında Amerikalı Kelman tarafından icat edilmiştir. 1975 yılında Hollandalı Binkhorst iris-pupil destekli GİL'leri kullanmıştır. Katlanabilir lensler ise 1984 yılında Amerikalı Mazzocco ve Güney Afrikalı Epstein tarafından kullanılmıştır. 1991 yılından beri katarakt cerrahisi refraktif amaçlar için de uygulanmaktadır ve 1997 yılından beri uyum yapan lensler kullanılmaktadır (87).

Şu an kullanılan primer katarakt cerrahi yöntemleri; intrakapsüler katarakt ekstraksiyonu (İKKE), ekstrakapsüler katarakt ekstraksiyonu (EKKE) ve fakoemulsifikasyondur. İKKE'de lens kapsülüyle birlikte çıkarılırken, EKKE'de arka kapsül ve ön vitreus yüzü bozulmadan lensin kesif kısmı çıkartılır.

Fakoemülsifikasyon

Fakoemülsifikasyon ultrason enerjisi yardımıyla lens materyalinin bölünüp küçültülerek temizlenmesi ilkesine dayalı bir kapalı sistem EKKE cerrahisidir.1960'larda Dr. Kelman tarafından bulunan ve geliştirilen bir cerrahi tekniktir. Modern fakoemülsifikasyon cihazlarının ilki ancak 1971 yılında patent alabilmiştir (88).

Fakoemülsifikasyon kısa operasyon süresi, daha az astigmatizma, erken rehabilitasyon gibi birçok avantaja sahiptir. Ek olarak ameliyatın kapalı sistemle uygulanması intraoperatif ve postoperatif olarak karşılaşılabilen hifema, ekspulsif hemoraji, iris prolapsusu, retina dekolmanı gibi riskleri azaltmaktadır. Öğrenim sürecinin zor olması, pahalı cihazların kullanılması ve maliyetlerin artması ise dezavantajlar olarak görülmektedir (89-91).

Fakoemülsifikasyon cihazları kabaca 4 ana bölümden oluşmaktadır:

- 1.Ana gövde ve kontrol paneli
- 2.Bağlantı sistemi
- 3.Elcekler
- 4.Ayak pedalı

Ana gövde ve kontrol paneli; fako cihazının ana işlevleri bu parça tarafından kontrol edilir ve ön vitrektomi, bipolar diatermi gibi ek fonksiyonlar da bu bölüm tarafından gerçekleştirilir. Bağlantı sistemi irrigasyon-aspirasyon borularını ve gerekli elektromagnetik gücün üretilmesini sağlayacak olan elektriğin iletilmesini sağlayan kabloyu içerir. Elcekler cerrahi sırasında kullanılan değişik amaçlarla kullanılırlar. Bunlar Fakoemülsifikasyon elceği, aspirasyon irrigasyon elceği, ön vitrektomi elceği ve diatermi elcekleridir. Ayak pedalı fakoemülsifikasyon cihazının üç farklı pozisyonu sayesinde cerrah tarafından kontrol edilmesini sağlar. İlk aşamada irrigasyon ikinci aşamada irrigasyon ve aspirasyon ve son aşamada ise ultrasonik fakoemülsifikasyon oluşur (92). Standart fakoemülsifikasyonda elcek ultrasonik enerjiyi oluşturur, iletir ve irrigasyon ve aspirasyonu sağlar (93). Gövde kısmı piezoelektrik ya da magnetostriktif sistemi içerirler ve bunlar elektrik enerjisinin ultrasonik enerjiye dönüşümünden

sorumlu materyallerdir. Elceğin ucunda yer alan iğne yardımıyla ultrasonik enerji nükleusa iletilir. Bu iğne titanyumdan yapılmıştır ve ortalama 1 mm çapında, kenarları keskin, sert ve ultrasonik dalgaları iletmeye uygun yapıda üretilmiştir. Standart fako elceğinde silikon bir kılıf fakoemülsifikasyon iğnesinin üzerine takılmaktadır ve bu kılıfın uç kısmına yakın iki adet delik mevcuttur. İrrigasyon sıvısı iğne ile kılıf arasından geçer titreşimlerle ısınan iğnenin soğumasına yardımcı olur. Titanyum iğnenin bir lümeni vardır ve aspirasyon bu lümeden gerçekleşmektedir. Standart bir fakoemülsifikasyon iğnesi 19 G olup dış çapı 1,1 mm, iç çapı ise 0,9 mm'dir.

Fakoemülsifikasyon cerrahisinde ultrasonik enerjinin nasıl fonksiyon gösterdiği ile ilgili olarak bazı mekanizmalar ileri sürülmüştür (94). Bunlar:

-Akustik parçalama: Fakoemülsifikasyon iğnesinin önünde 400 km/saat hızla hareket eden yaklaşık 500 atmosfer basınca sahip bir sıvı dalgası oluşmaktadır.

-Mikrokavitasyon kabarcıkları oluşumu: Fakoemülsifikasyon ucunun hareketi ön kamara sıvısı içinde yaklaşık 150 mikron çapında ve 5500° sıcaklığa ulaşan kabarcıklar oluşturmakta ve lens nükleusunu parçalamak için gerekli enerjiyi sağlamaktadır.

-Direkt mekanik parçalama etkisi (ENG jackhammer effect): İğnenin ileri geri hareketiyle oluşan parçalayıcı etkidir.

Ameliyatta kullanılacak farklı ultrasonik parçalama modları mevcuttur (95-97).

-Devamlı mod: Ultrasonik enerji kesintisizdir, dinlenme süresi yoktur. Fakoemülsifikasyon gücü önceden belirlenen değere gelerek kesintisiz çalışma sağlanır.

- Pulse mod: Bu modda ultrasonik dalgaların sıklığı ve amplitudu değişkendir.

- Burst mod: Tek veya multi burst olarak iki seçenek vardır.

Bazı temel nükleus bölme teknikleri (98-105) :

-Böl ve ye (Divide and conquer): Çok yumuşak katarakt hariç olmak üzere tüm kataraktların alınması için kullanılan öğrenmesi en kolay ve en yaygın yöntem olarak Howard Gimbel tarafından tanımlanmıştır. Yeterli hidrodiseksiyon ve

hidrodelineasyondan sonra kontinü ultrason kullanılarak nükleusun merkezine derin bir oluk açılır ve bu oluktan nükleus iki parçaya ayrılır. Aynı işlem kalan parçaları da ikiye ayırmak için kullanılır.

-Horizontal Fako parçalama (Phaco Chop): Nagahara'nın kazandırdığı horizontal fako parçalama tekniği, merkezi oluk yapılmasını gerektirmez, aksine lens nükleusundaki doğal çatlak çizgilerinin kullanılarak bir çatlak düzlemi oluşturulmasını savunur. Fakoemülsifikasyon ucu nükleus merkezine gömülür ve nükleus, chopper (parçalayıcı) adı verilen manipülatör ile ultrasonik güç kullanılmadan bölünür. Daha sonra aynı yöntem ile fako ucu yarım nükleus parçalarından birine batırılır ve chopper ile küçük kama şeklinde nükleus parçaları oluşturulur.

-Dur ve Parçala (Stop and Chop): Koch ve Katzen horizontal fako parçalamayı, merkezi bir oluk oluşturarak oyma ve çatlatma ile nükleusun iki parçaya bölünmesiyle başlayan ve takiben heminükleusların parçalanması ile devam eden bir şekilde modifiye etmişlerdir ("dur ve parçala(stop and chop)"). Bu sayede horizontal parçalamadan farklı olarak ayrılan kadranların hareketi için potansiyel bir boşluk sağlanmıştır. Merkezdeki bu boşluğa çekilen kadranların perifer bölgeleri görüş alanına gelmekte, merkeze yakın, daha güvenli yeni konumlarından chopper ile yakalanmaları ve kesilmeleri kolaylaşmaktadır.

-Vertikal Parçalama: Klasik horizontal fako parçalama , direkt görüntüleme olmadan parçalayıcının kapsüler kenarın altına ve ekvatoryel nükleusun etrafına yerleştirilmesi zorluğunu da beraberinde getirmektedir. Dur ve parçala tekniğinde de bir oluk açılması gerekmektedir. Her iki zorluğu da bertaraf eden vertikal parçalama teknikleri geliştirilmiştir. "Phaco Quick Chop", "Phaco Snap and Split" gibi terimler de vertikal parçalama tekniğini tanımlamak için farklı cerrahlar tarafından kullanılmıştır. Yüksek vakum ve patlama modu kullanılarak nükleusun merkezine fako ucu saplandıktan sonra sivri uçlu bir parçalayıcı fako ucunun hemen yanından olacak şekilde nükleusa batırılır. Fako ucunu kaldırırken parçalayıcı bastırılır ve aletler birbirinden ayrılarak nükleustaki doğal çatlak çizgilerinin de etkisiyle parçalanma sağlanır. Yumuşak kataraktlar için uygun değildir.

Vertikal ve horizontal chop teknikleri sert kataraktlarda, zayıf zonüllerde, kapsüloreksis kenar yırtılmalarında ve küçük pupillada önemli artışı olan tekniklerdir. Ultrasonik gücün az kullanılmasıyla kornea endotelinin korunması amaçlanmaktadır.



3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmaya İstanbul Eğitim ve Araştırma Hastanesi Göz Kliniği'ne Aralık 2015 ile Şubat 2017 tarihleri arasında görme azlığı şikayeti ile başvurarak matür katarakt tanısı alan ve tedavi amacıyla fakoemülsifikasyon ve İOL implantasyonu uygulanmış olan 50 hastanın 50 gözü dahil edildi. Hastaların operasyon öncesi ve sonrası kaydedilmiş olan verileri retrospektif olarak incelendi.

Glokom, psödoeksfoliasyon, kornea dejenerasyonu, üveit, posterior sineşi, retina dekolmanı gibi başka oküler patolojilerin de eşlik ettiği ve operasyon sırasında ve/veya sonrasında herhangi bir komplikasyon gelişmiş olan olgular çalışmaya dahil edilmedi.

Çalışma için İstanbul Eğitim ve Araştırma Hastanesi Etik Kurulu onayı alındıktan sonra hastaların operasyon öncesi ve sonrası kaydedilmiş olan verileri retrospektif olarak incelendi. Çalışmaya dahil edilen tüm hastalara katarakt operasyonunun ameliyat esnasında ve ameliyat sonrası ortaya çıkabilecek olası komplikasyonları anlatılarak aydınlatılmış onamları alınmıştı. Çekim yapılmadan önce OCT çekimi hakkında hastalara ayrıntılı bilgi verilmişti.

Tüm hastaların yaş ve cinsiyetleri kaydedildi. Ameliyat öncesi ve sonrasında keratometrik ölçümler ve refraksiyon değerlerinin tespiti için KR-7000PTM (Topcon, Mölndal, İSVEÇ) otokeratorefraktometre cihazı kullanıldı. Düzeltilmiş en iyi görme keskinlikleri değerlendirildi. Preoperatif DEGK tüm hastalarda el hareketi düzeyinde olduğu için LogMAR'a göre 3.0 olarak alındı. Goldmann aplanasyon tonometresi ile

GİB'ları ölçüldü. Biyomikroskopik ön segment muayenesi yapıldı matür katarakt olduğu teyid edildi. Hastalara TOPCON 3D OCT-2000FA Plus spektral OCT cihazı kullanılarak karanlık bir ortamda pupil dilatasyonu yapılmadan önce ön segment görüntülemesi yapıldı. Tüm hastalar hareketsiz bir taburede oturtularak başları alın ve çeneliğe yerleştirildi. İdeal görüntü elde etmek ve daha sonra yapacağımız ölçümlerimizin tutarlı olması için hastaların lateral kantuslarının cihazdaki başın yerleştirildiği kısımda bulunan referans çizgiler hizasında olmasına dikkat edildi. Cihazın içindeki fiksasyon ışığına bakmaları sağlandı . Korneanın merkezinden geçen aksiyel planda ölçümler alındı. Temporal kesitten görüntü sağlamak için sağ gözde saat 9 hizasından sol gözde saat 3 hizasından ölçüm yapıldı. Tüm ölçümler aynı kişi tarafından en az iki defa tekrarlandı. Görüntü kalitesi yüksek olan çekim seçilerek cihazın bağlı olduğu ve verileri aktardığı bilgisayar üzerindeki program aracılığı ile analiz edildi. Ön kamara açısı (ÖKA) , açı açıklığı mesafesi (AAM) , trabeküler iris boşluk alanı (TİBA), iris kalınlığı (İK), santral kornea kalınlığı (SKK) parametreleri ölçüldü.

A-Scan USG ölçümleri E-Z Scan AB5500+ cihazı ile standart protokol altında ve aynı kişi tarafından gerçekleştirildi. Ölçümler hasta sırt üstü yatar pozisyondayken yapıldı. Korneal anestezinin sağlanması için topikal olarak 1 damla proparakain HCL %5 (Alcaine®, Alcon) damlatıldıktan sonra 30 saniye beklendi. A-scan USG'nin ölçüm probu yumuşak silikon göz kabı hastanın alt ve üst göz kapakları açılarak takıldıktan sonra vida yardımı ile sabitlendi. Göze baskı oluşturmamaya dikkat edildi. Silikon kabın içerisine immersiyon için yeterli miktarda serum fizyolojik eklendi. Hastaya ölçüm probunun ucundaki kırmızı ışığa bakması söylendi. Ölçüm işlemi aynı kişi tarafından 2 kez tekrarlandı ve lens kalınlığı (LK), ön kamara derinliği (ÖKD), aksiyel uzunluk (AU) değerleri iki ölçümün ortalaması alınarak kaydedildi. İOL gücü hesaplamasında göz aksiyel uzunluğu 22 mm'den küçük ise, Hoffer Q, 22–24 mm arasında ise SRK II, 24 mm'den büyükse SRK T formülleri kullanıldı. Daha sonra hastaların pupillaları %0.5' lik tropikamid ile dilate edilip lensin ayrıntılı muayenesi ve olguların matür kataraktlı olmayan gözlerinin fundus muayeneleri yapıldı. Matür kataraktlı olan gözlerde kataraktın yoğunluğu nedeniyle fundus seçilemediği için B-scan ultrasonografi ile olası arka segment patolojileri açısından değerlendirme yapıldı.

Tüm hastalara lokal anestezi altında fakoemulsifikasyon ve İOL implantasyonu aynı protokole göre uygulandı. Cerrahi işlemden 30 dakika önce tüm hastalara %2.5 fenilefrin ve %0.5'lik tropikamid damlatılarak pupillaları dilate edildi Cerrahi saha temizliği yapılarak göze tel blefarosta takıldı. Konjonktivaya %5'lik povidin-iyodin damlatılarak en az 3 dakika beklendi. İnferonazal kadrana postlimbal subtenon insizyon yapılarak, bu alana kanül yardımıyla 1-2 ml %2 lidokain hidroklorür (Jetokain, Adeka) enjekte edildi. 20 gauge MVR bıçak ile temporal ve nazal limbustan ön kamaraya girildi. Yeterli midriyazis sağlanamayan hastaların gözüne 0.1cc %0.5 adrenalin intrakamaral olarak verildi. Hastaların tümünde ön kapsül refleksi iyi seçilemediği için hava koruması altında %0.1 tripan blue ile boyandı. Korneal ana giriş 2,8 mm' lik bıçak ile yapıldı. Ön kamara kohesiv bir viskoelastik madde ile dolduruldu. Kapsülöreksis yapıldı. Hidrodisseksiyon uygulandı. "Bölme ve ele geçirme (divide and conquer)" , "dur ve parçala", horizontal ve vertikal fako parçalama teknikleri olmak üzere fakoemulsifikasyon teknikleri ile nukleus emülsifiye edildi. Bimanuel irrigasyon ve aspirasyon ile korteks materyalinin temizliği yapıldı. Ana giriş yerinden katlanabilir İOL viskoelastik madde kullanılarak kapsül içine implante edildi. Viskoelastik maddenin aspirasyonu yapıldı. Antibiyotik proflaksisi 10 mg/ml konsantrasyonunda 0,1ml intrakamaral sefuroksim sodyum enjeksiyonu ile yapıldı. Stromal hidrasyon uygulanarak yara yeri kapatıldı. Göz steril shield ile kapatılarak operasyona son verildi.

Hastaların kontrollerde DEGK değerleri ve Goldman aplanasyon tonometrisi ile göz içi basınçları ölçüldü. Biomikroskopik muayeneleri yapıldı. Postoperatif 1. gün ve 1.ay ön segment OCT ile görüntülemeleri alındı. Postoperatif 1. ay A scan USG ile ÖKD ve aksiyel uzunlukları ölçüldü. Kontakt bir yöntem olması ve oluşabilecek enfeksiyon riski nedeniyle postoperatif 1.gün A scan USG ile ölçüm alınmadı. Hastaların preoperatif ve postoperatif verileri karşılaştırılarak analiz edildi.

Verilerin İstatistiksel Analizi

İstatistiksel analiz için SPSS 15.0 for Windows programı kullanıldı. Tanımlayıcı istatistikler; sayısal değişkenler için ortalama, standart sapma, minimum, maksimum, kategorik değişken için sayı ve yüzde olarak verildi. Bağımlı gruplarda sayısal değişkenler farklar normal dağılım koşulunu sağlamadığından Friedman Analizi ile

yapıldı. Alt grup analizleri Wilcoxon Analizi ile test edildi ve Bonferroni düzeltmesi ile yorumlandı. Sayısal değişkeler arası ilişkiler parametrik test koşulu sağlandığında Pearson Analizi ile, parametrik test koşulu sağlanmadığında Spearman Korelasyon Analizi ile test edildi. İstatistiksel alfa anlamlılık seviyesi $p < 0,05$ olarak kabul edildi.



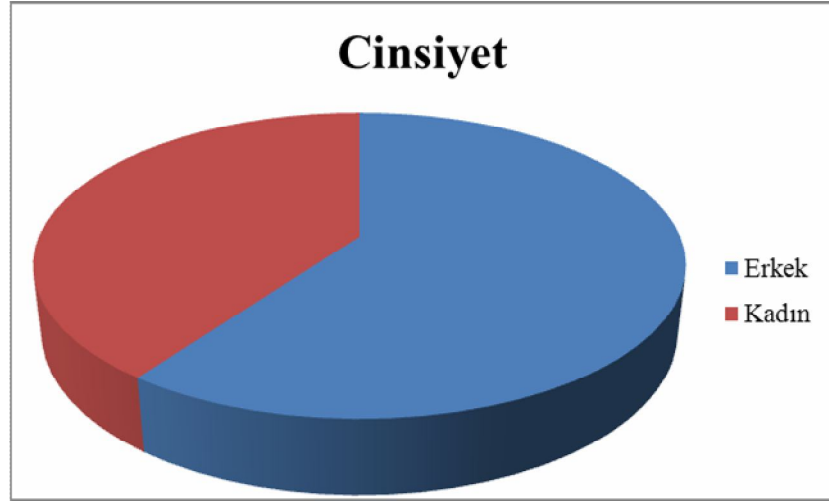
4. BULGULAR

Demografik Özellikler

Çalışmaya İstanbul Eğitim ve Araştırma Hastanesi'ne Aralık 2015 ile Şubat 2017 tarihleri arasında görme azlığı şikayeti ile başvurmuş olan ve matür katarakt tanısı konulan 50 hastanın 50 gözü dahil edildi. Hastaların yaşları 18 ile 86 arasında değişmekte olup yaş ortalaması $60,7\pm 14,3$ olarak saptandı. Hastaların 30'u erkek (%60) 20'si (%40) kadındı (Şekil 1). Hastaların tanımlayıcı özelliklerinin dağılımı Tablo 1'de gösterilmektedir.

Tablo 1: Tanımlayıcı özelliklerin dağılımı

Yaş Ort.±SD (Min- Max)		60,7±14,3 (18-86)
Cinsiyet n (%)	Erkek	30 (60,0)
	Kadın	20 (40,0)



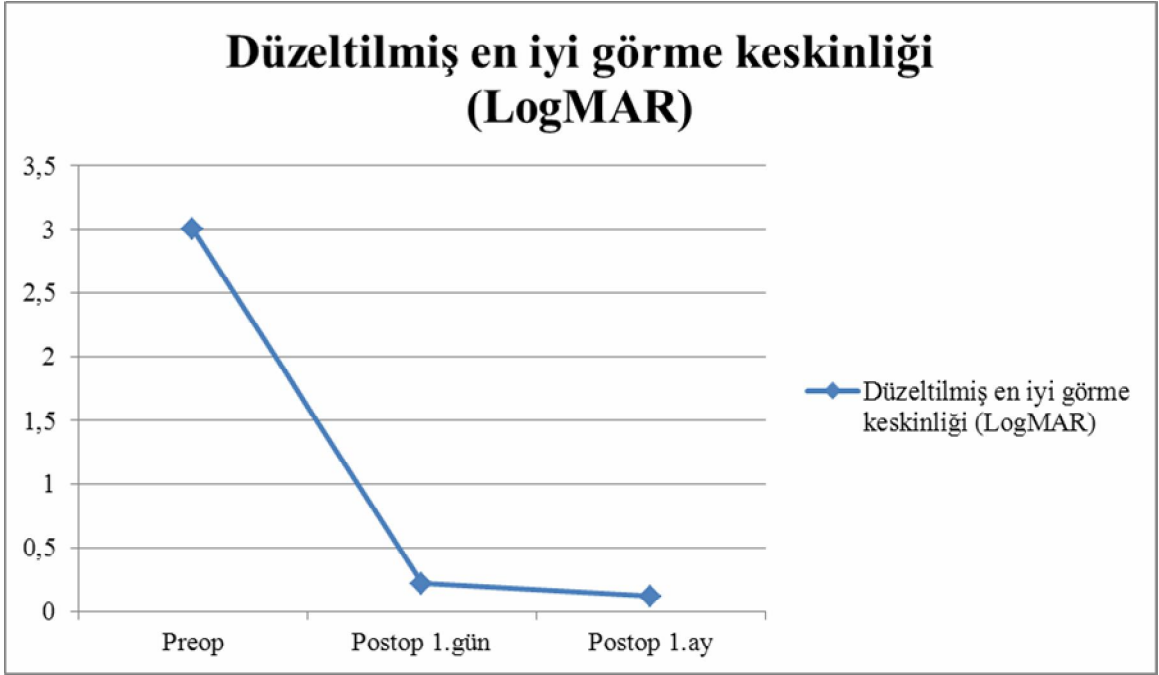
Şekil 1: Hastaların cinsiyet dağılımları

Düzeltilmiş en iyi görme keskinliği (LogMAR)

Matür katarakt nedeniyle opere edilen olguların Snellen eşeline göre ondalık olarak alınıp LogMAR'a çevrilen düzeltilmiş en iyi görme keskinliği (DEGK) değerleri tüm hastalarda postoperatif istatistiksel olarak anlamlı oranda yüksek bulundu ($p < 0.001$). DEGK değerleri tablo 2'de izlenmektedir. Preoperatif ve postoperatif DEGK değişimi Şekil 2'de gösterilmektedir.

Tablo 2: Düzeltilmiş en iyi görme keskinliği (LogMAR)

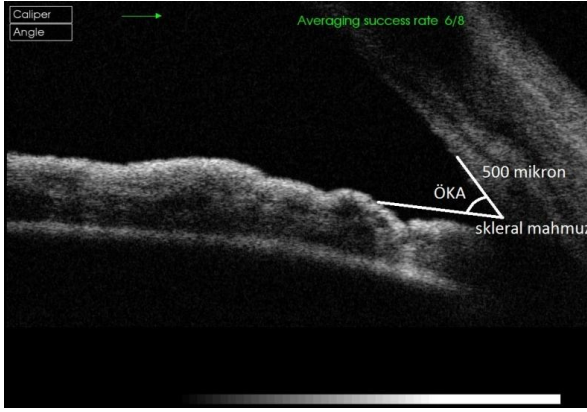
		Ort.	SD	Min	Max
DEGK (LogMAR)	Preop	3,00	0,00	3	3
	1.gün	0,22	0,21	0	1
	1.ay	0,12	0,17	0	0,7
	p	<0,001			



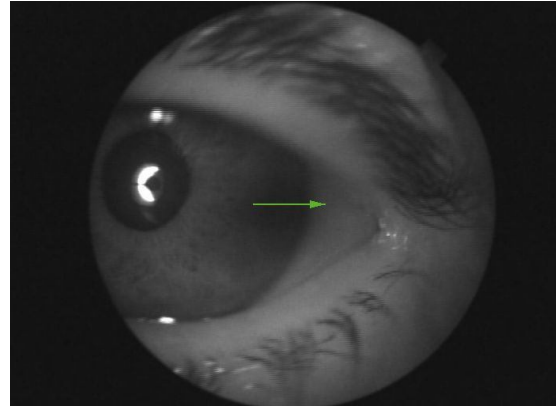
Şekil 2: DEGK değişimi

Ön Kamara Açısı (derece)

Matür kataraktlı hastaların ön segment OCT görüntülemesinde skleral mahmuzdan kornea endoteli doğrultusunda 500 mikron mesafe uzaklıktaki noktayla bu noktadan iris ön yüzeyine dik çizildiğinde elde edilen noktanın kesişimi arasındaki açı olarak ölçülen ön kamara açısı (ÖKA) değerleri postoperatif olarak preoperatif değerlere göre istatistiksel olarak anlamlı oranda yüksek bulundu ($p < 0.001$). Şekil 3'te ÖS-OCT ile ÖKA ölçümü ve Şekil 4'te ölçümün yapıldığı sol göz temporal kadran görüntüsü izlenmektedir. Tablo 3'te ÖKA değerleri ve Şekil 5'te ortalama ÖKA değerlerindeki değişim gösterilmektedir.



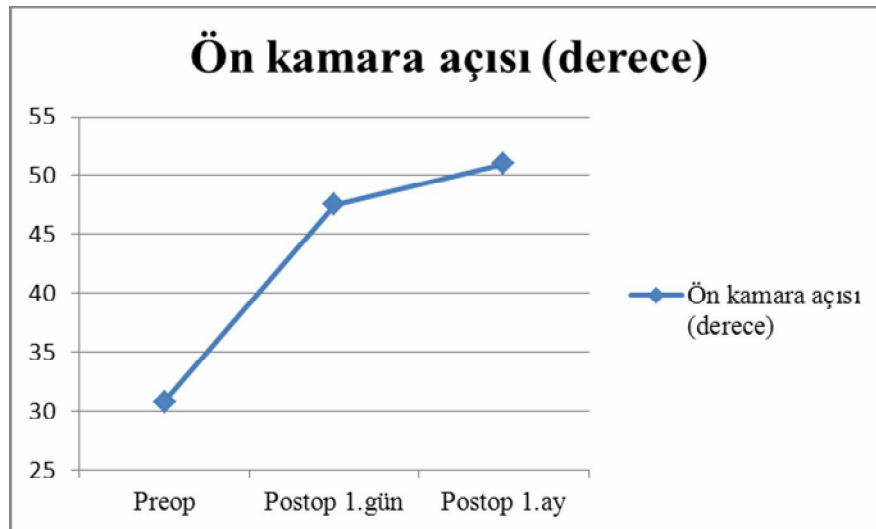
Şekil 3: ÖS-OCT ÖKA görüntüsü



Şekil 4: ÖS-OCT sol göz temporal kadran

Tablo 3: Ön kamara açısı (derece)

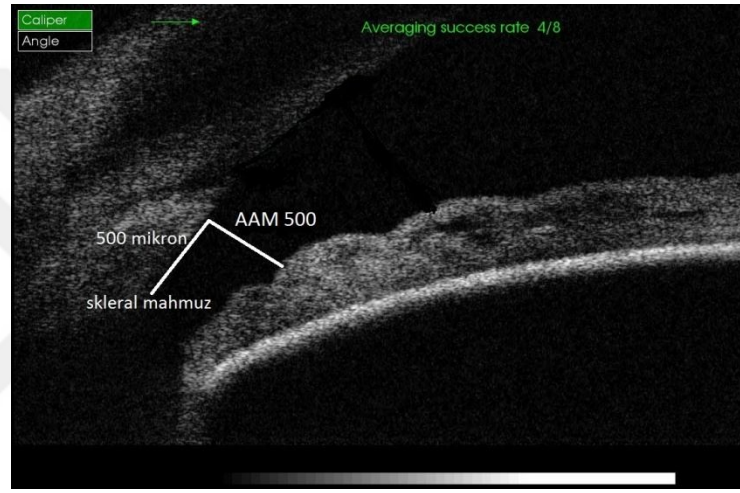
		Ort.	SD	Min	Max
ÖKA (derece)	Preop	30,8	9,0	9,1	51,3
	Postop 1.gün	47,5	5,8	36,7	59,5
	Postop 1.ay	51,0	6,2	37,9	66
	p	<0,001			



Şekil 5: ÖKA değişimi

Açı Açıklığı Mesafesi (500 µm mesafeden)

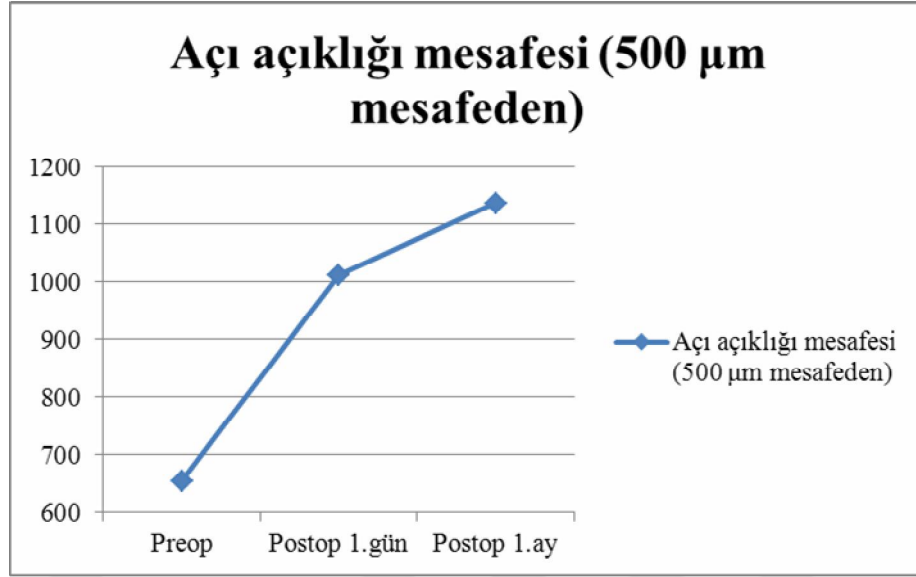
Skleral mahmuzdan kornea endoteli hizasında 500 mikron mesafeden iris ön yüzeyine dik çizilerek ölçülen açı açıklığı mesafesinde postoperatif değerlerde preoperatif değerlere göre istatistiksel olarak anlamlı artış izlendi ($p<0.001$). Şekil 6'da ÖS-OCT ile 500 mikron mesafeden AAM ölçümü gösterilmiştir. Tablo 4'te hastaların preoperatif ve postoperatif AAM 500 değerleri ve Şekil 7'de ortalama AAM 500 değerlerindeki değişim izlenmektedir.



Şekil 6: ÖS-OCT AAM 500 görüntüsü

Tablo 4: Açı açıklığı mesafesi (500 µm mesafeden)

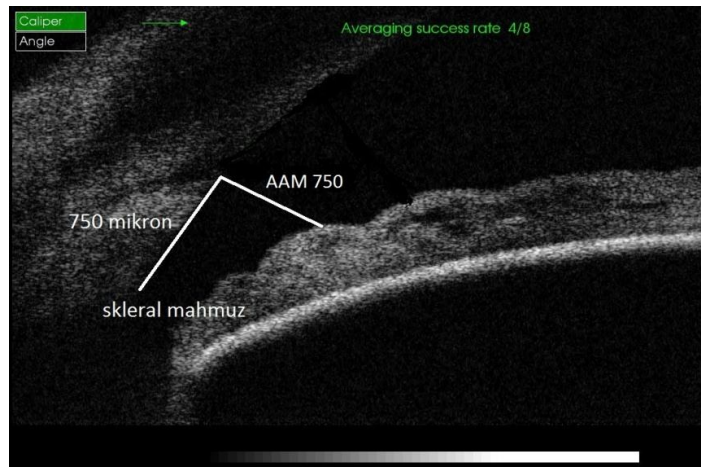
		Ort.	SD	Min	Max
AAM 500 (µm)	Preop	655,1	206,4	170	1042
	Postop 1.gün	1012,2	168,7	601	1336
	Postop 1.ay	1137,1	217,0	694	1543
	p	<0,001			



Şekil 7: AAM 500 değişimi

Açı Açıklığı Mesafesi (750 µm mesafeden)

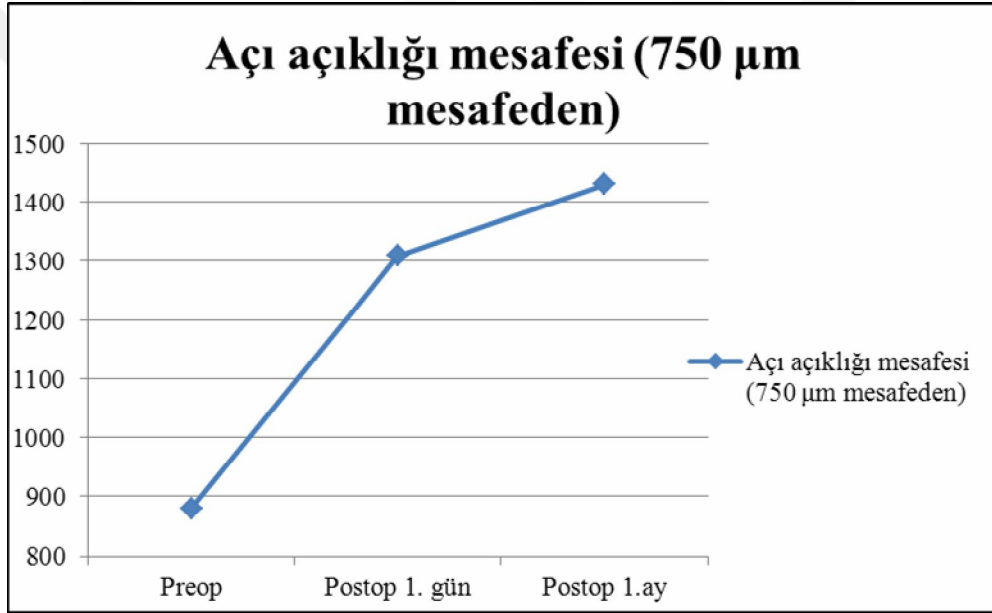
Skleral mahmuzdan kornea endoteli hizasında 750 mikron mesafeden iris ön yüzeyine dik çizilerek ölçülen açı açıklığı mesafesinde postoperatif değerlerde preoperatif değerlere göre istatistiksel olarak anlamlı artış izlendi ($p < 0.001$). Şekil 8’de ÖS-OCT ile 750 mikron mesafeden AAM ölçümü gösterilmiştir. Tablo 5’te hastaların preoperatif ve postoperatif AAM 750 değerleri ve Şekil 9’da ortalama AAM 750 değerlerindeki değişim görülmektedir.



Şekil 8: ÖS-OCT AAM 750 görüntüsü

Tablo 5: Açı açıklığı mesafesi (750 µm mesafeden)

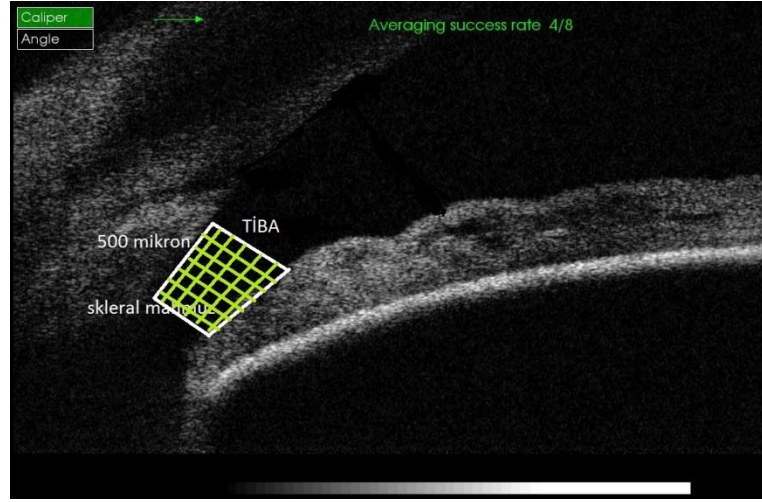
		Ort.	SD	Min	Max
AAM 750 (µm)	Preop	880,3	267,0	319	1297
	Postop 1.gün	1309,0	212,8	886	1685
	Postop 1.ay	1430,4	221,2	1016	1875
	p	<0,001			



Şekil 9: AAM 750 değişimi

Trabekül iris boşluk alanı (µm²)

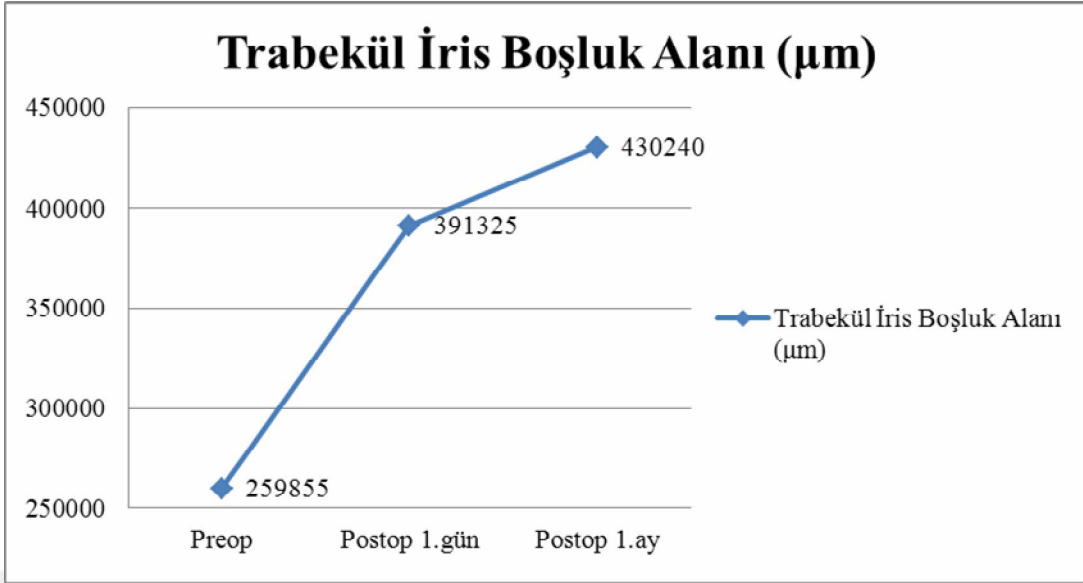
Skleral mahmuzdan iris ön yüzeyine çekilen dik çizgi ve skleral mahmuzdan kornea endoteli hizasında 500 µm mesafedeki noktadan iris ön yüzeyine çekilen dik çizgi arasındaki alan olan Trabekül iris boşluk alanı (TİBA), postoperatif olarak preoperatif değerlere göre anlamlı artmış izlendi (p<0.001). Şekil 10'da ÖS-OCT ile TİBA ölçümü gösterilmektedir. Preoperatif ve postoperatif TİBA değerleri Tablo 6'da ve ortalama TİBA değerlerindeki değişim Şekil 11'de yer almaktadır.



Şekil 10: ÖS-OCT TİBA görüntüsü

Tablo 6: Trabekül İris Boşluk Alanı (μm^2)

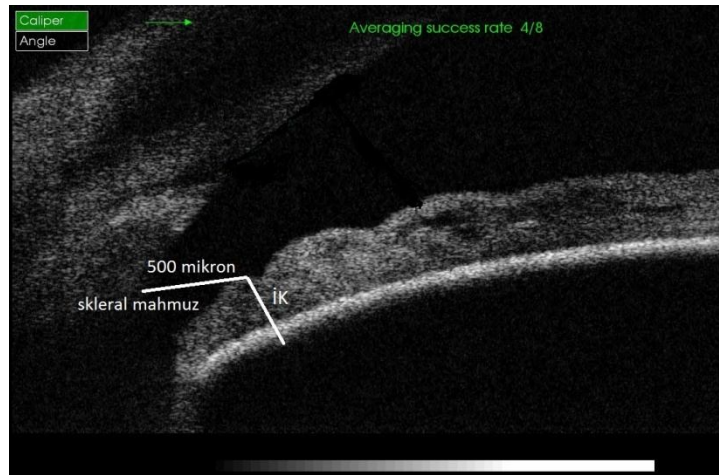
		Ort.	SD	Min	Max
TİBA (μm^2)	Preop	259855,0	77084,4	80000	398000
	Postop 1.gün	391325,0	57720,4	224500	516000
	Postop 1.ay	430240,0	73430,2	229250	574500
	p	<0,001			



Şekil 11: TİBA değişimi

İris kalınlığı (µm)

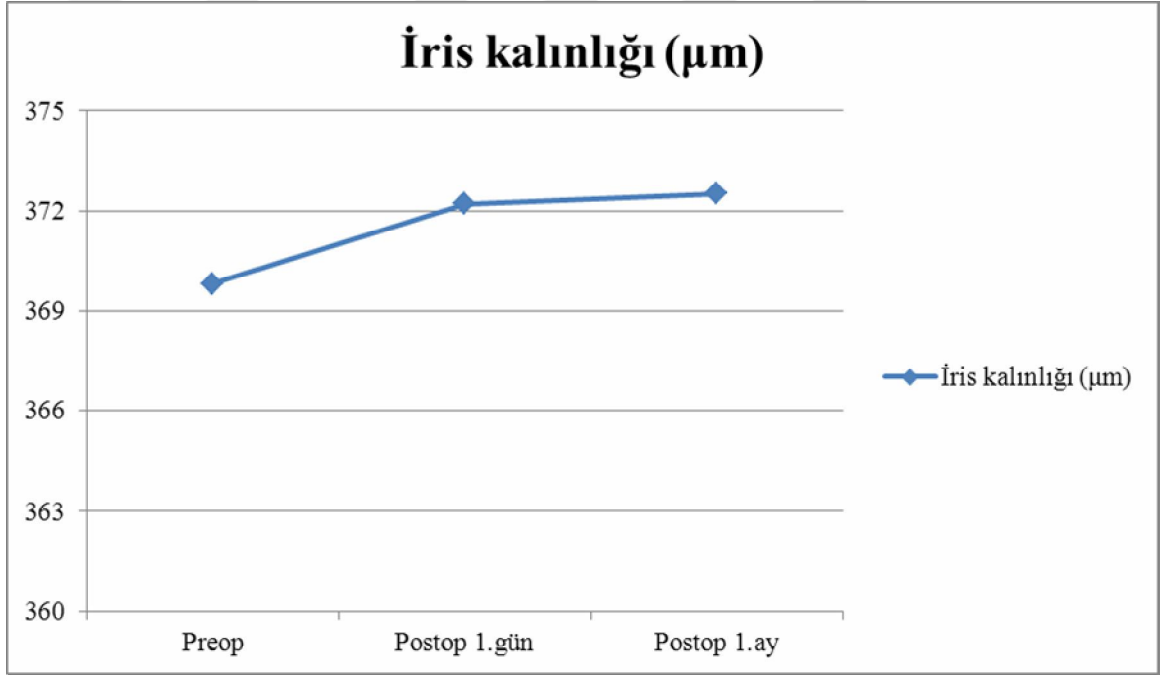
Ön segment OCT görüntülemesinde skleral mahmuzdan irise çizilen 500 µm mesafedeki iris kalınlığında postoperatif değerlerde preoperatif değerlere göre istatistiksel olarak anlamlı değişim izlenmemiştir (p=0,343). Şekil 12’de ÖS-OCT ile İK ölçümü izlenmektedir. Tablo 7’de preoperatif ve postoperatif iris kalınlığı değerleri ve Şekil 13’te ortalama İK değerlerindeki değişim görülmektedir.



Şekil 12: ÖS-OCT İK görüntüsü

Tablo 7: İris kalınlığı (μm)

		Ort.	SD	Min	Max
İK (μm)	Preop	369,8	57,2	249	512
	Postop 1.gün	372,2	57,6	243	504
	Postop 1.ay	372,5	58,1	260	510
	p	0,343			



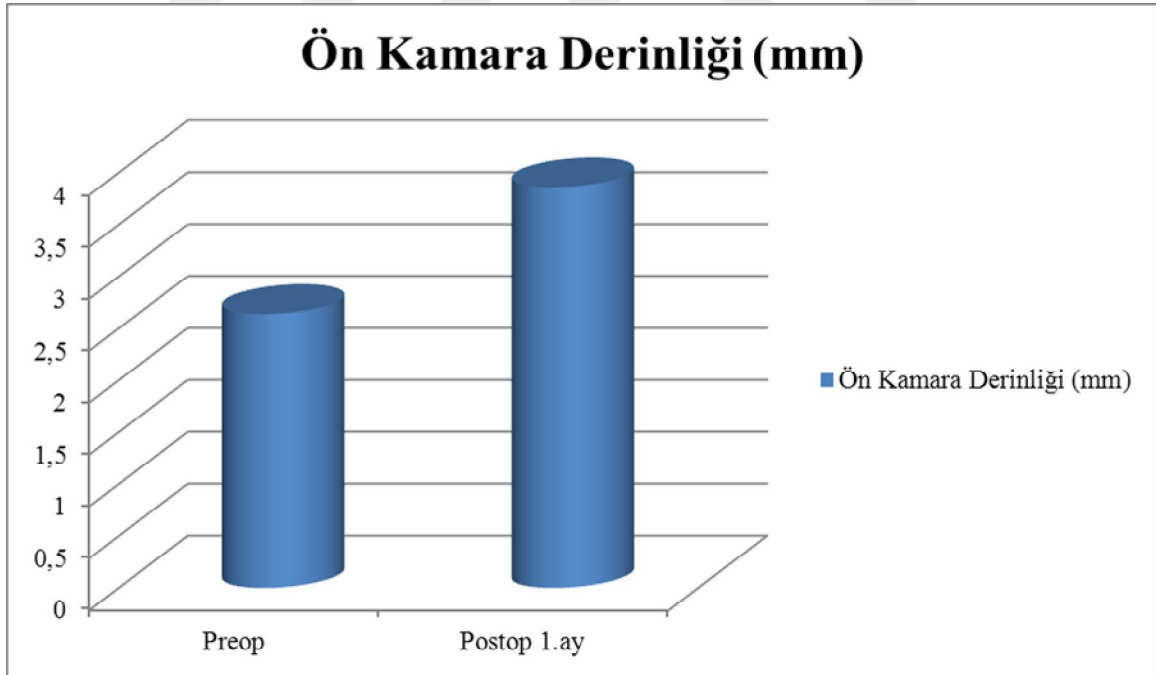
Şekil 13: İK değişimi

Ön kamara derinliği (mm)

A scan USG ile ölçülen ön kamara derinliği (ÖKD) sonuçlarından postoperatif değerler preoperatif değerlere göre istatistiksel olarak anlamlı derecede artmış bulundu ($p<0.001$). Tablo 8’de preoperatif ve postoperatif ÖKD değerleri ve Şekil 14’te ortalama ÖKD değerlerindeki değişim izlenmektedir.

Tablo 8: Ön Kamara Derinliği (mm)

		Ort.	SD	Min	Max
ÖKD	Preop	2,64	0,43	1,84	3,75
	Postop 1.ay	3,86	0,40	2,84	5,06
	p	<0,001			



Şekil 14: ÖKD değişimi

Lens kalınlığı (mm)

Hastalara preoperatif olarak A scan USG ile yapılan ölçümlerde lens kalınlığı (LK) değerlerinin 2.4 ve 5.97 arasında değiştiği görüldü. Ortalama LK değeri $4,17\pm 0,90$ olarak saptandı. Tablo 9’da hastaların preoperatif LK değerleri görülmektedir.

Tablo 9: Lens kalınlığı (mm)

Preop Lens Kalınlığı Ort.±SD (Min- Max)	4,17±0,90 (2,4-5,97)
--	-----------------------------

Lens kalınlığının preoperatif göz içi basıncıyla ilişkisi

Matür kataraktlı hastaların ölçülmüş olan lens kalınlıkları ve preoperatif göz içi basınçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir doğru orantı saptandı ($r=0.459$ $p<0.001$). Tablo 10’da bu ilişki gösterilmiştir.

Tablo 10: Preoperatif lens kalınlığı ve göz içi basıncı ilişkisi

		Preop LK
Preop GİB	r	0,459
	p	<0,001

Lens kalınlığının preoperatif ön segment parametreleriyle olan ilişkisi

Matür kataraktlı hastaların preoperatif lens kalınlığı ve ön segment OCT görüntülemesiyle ölçülen AAM500, AAM750, TİBA, ÖKA ve ÖKD parametreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ters orantı saptandı (sırasıyla r; -0.480, -0.529, -0.387, -0.584, -0.651 sırasıyla p; <0.001, <0.001, 0.006, <0.001, <0.001). Lens kalınlığı ile İK ve SKK değerleri arasında anlamlı bir ilişki tespit edilmedi (sırasıyla r; 0.955, 0.230 sırasıyla p; 0.955, 0.230). Lens kalınlığı ve preoperatif ön segment parametreleri arasındaki ilişki tablo 11’de yer almaktadır.

Tablo 11: Preoperatif lens kalınlığı ve ön segment parametreleri ilişkisi

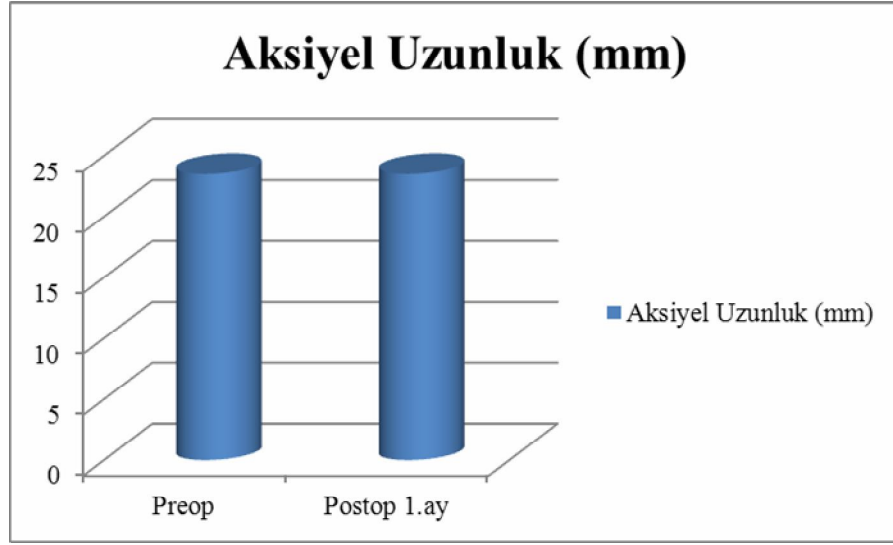
Preop	AAM500		AAM750		TİBA		İK		ÖKA		SKK		ÖKD	
	rho	p	rho	p	rho	p	rho	p	rho	p	rho	p	rho	p
Preop LK	-0,480	<0.001	-0,529	<0.001	-0,387	0.006	0.008	0.955	-0,594	<0.001	0.173	0.230	-0,651	<0.001

Aksiyel uzunluk (mm)

Hastaların A scan USG ile ölçülen preoperatif ve postoperatif aksiyel uzunlukları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark izlenmedi ($p=0.136$). Tablo 12’ de hastaların preoperatif ve postoperatif aksiyel uzunluk değerleri ve Şekil 15’te ortalama AU değerlerindeki değişim görülmektedir.

Tablo 12: Aksiyel Uzunluk (mm)

		Ort.	SD	Min	Max
AU (mm)	Preop	23,5	0,8	22,16	25,77
	Postop 1.ay	23,5	0,9	22,14	25,79
	p	0,136			



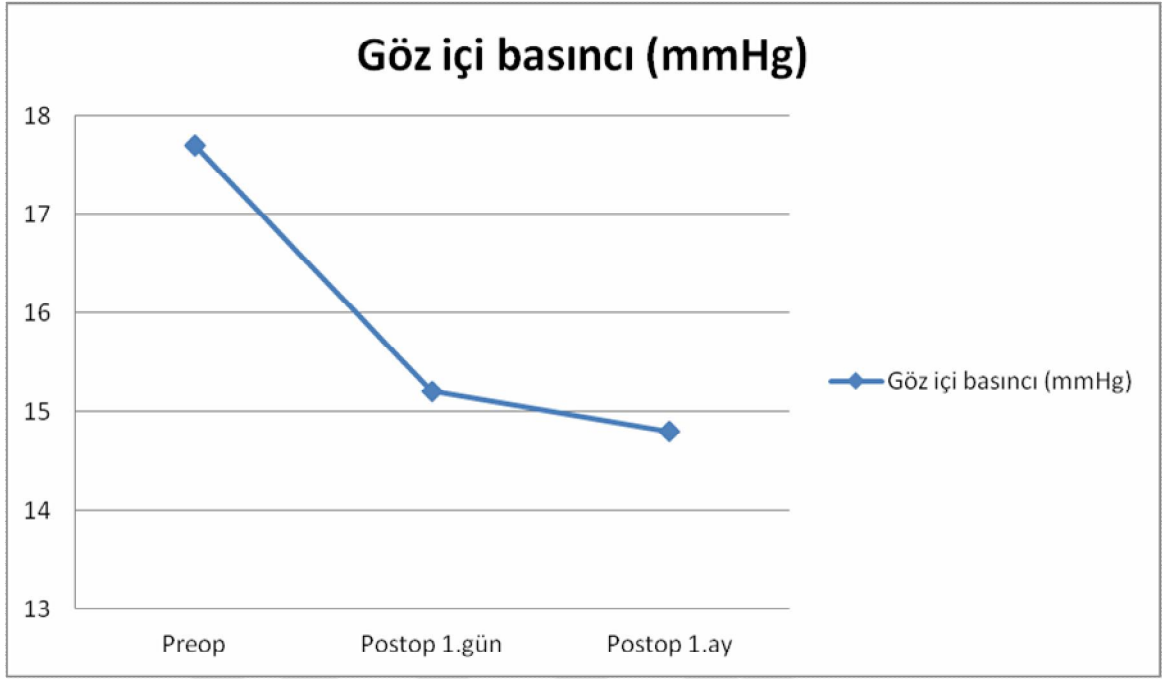
Şekil 15: AU değişimi

Göz içi basıncı (mmHg)

Goldmann aplanasyon tonometrisi ile ölçülen hastaların göz içi basınç değerlerinden postoperatif değerler preoperatif değerlere göre istatistiksel olarak anlamlı oranda düşük bulundu ($p < 0.001$). Göz içi basınç değerleri tablo 13'te ve ortalama GİB değerlerindeki değişim Şekil 16'da görülmektedir.

Tablo 13: Göz içi basıncı (mmHg)

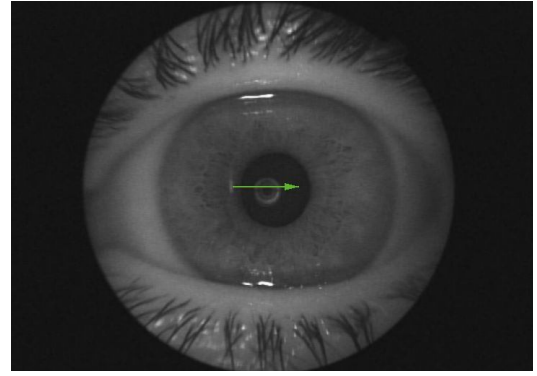
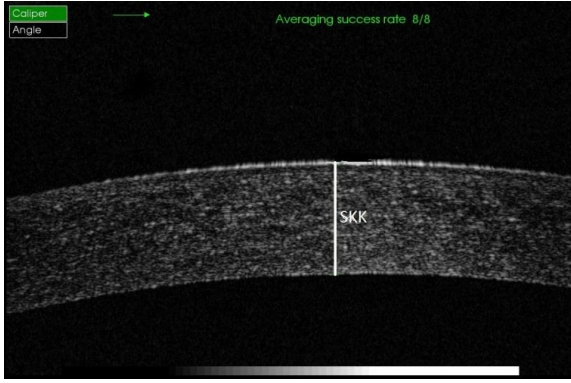
		Ort.	SD	Min	Max
GİB (mmHg)	Preop	17,7	2,5	12	23
	Postop 1. Gün	15,2	2,2	11	19
	Postop 1. Ay	14,8	2,2	11	20
	p	<0,001			



Şekil 16: GİB değişimi

Santral kornea kalınlığı (µm)

Santralde kornea epitelinden endoteline çekilen dik çizginin ölçümü ile bulunan santral kornea kalınlığı (SKK) parametresinde postoperatif değerlerde preoperatif değerlere göre istatistiksel olarak anlamlı artış izlendi ($p < 0.001$). Şekil 17’de ÖS-OCT ile SKK ölçümü ve Şekil 18’de ölçümün alındığı kesitin geçtiği santral kornea görüntüsü mevcuttur. En yüksek değerler postoperatif 1. günde ölçülmüştür. Tablo 14’de preoperatif ve postoperatif SKK değerleri ve Şekil 19’da ortalama SKK değerlerindeki değişim yer almaktadır.

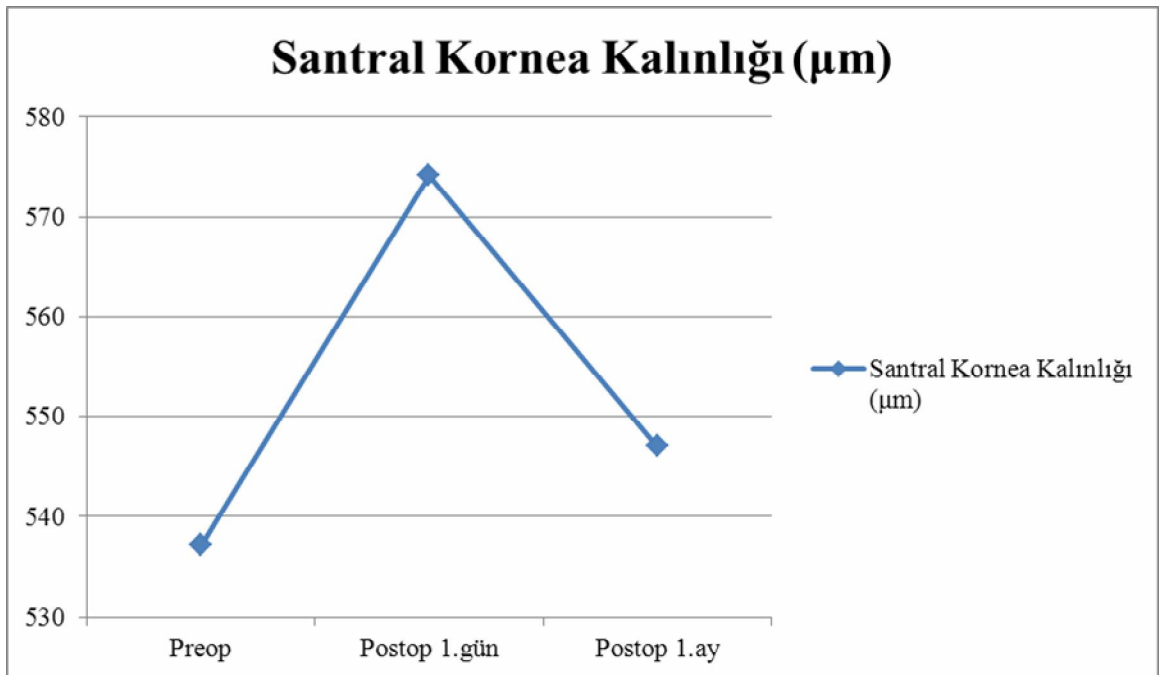


Şekil 17: ÖS-OCT SKK görüntüsü

Şekil 18: ÖS-OCT kornea horizontal hattı

Tablo 14: Santral Kornea Kalınlığı (μm)

		Ort.	SD	Min	Max
SKK (μm)	Preop	537,2	26,1	470	606
	Postop 1.gün	574,1	46,3	490	780
	Postop 1.ay	547,0	25,1	485	610
	p	<0,001			



Şekil 19: SKK değişimi

5. TARTIŞMA

Lensin kesifleşerek saydamlığını yitirmesi sonucu katarakt oluşumu, çağımızda en sık görme azlığına yol açan sebepler arasındadır. Kataraktın ilerlemesine bağlı olarak görme düzeyi körlük sınırına kadar düşebilir. Dünyada bilateral katarakt nedeniyle kör olan yaklaşık 19 milyon insan olduğu tahmin edilmektedir (106). Kataraktın tek tedavisi cerrahidir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde cerrahi uygulanan olgular içinde matür kataraktı olanların oranı oldukça yüksektir.

Modern katarakt cerrahisindeki temel amaç eskiyen lens materyalinin çeşitli tekniklerle göz içinden uzaklaştırılarak yerine görsel rehabilitasyonu sağlamak amacıyla yapay bir intraokuler lens yerleştirilmesidir. 1967’de Kelman tarafından uygulanmaya başlanan fakoemülsifikasyon yöntemi katarakt cerrahisindeki en önemli buluşlardan biri olarak kabul edilmektedir (107). Günümüzde gelişmiş ülkelerde matür katarakt tedavisinde de fakoemülsifikasyon öncelikli olarak tercih edilen yöntemdir (108, 109).

Oluşturulan kesinin tipi, büyüklüğü ve yara kapatma tekniği operasyon sonrası dönem üzerinde oldukça etkilidir. Bu nedenle postoperatif hızlı yara iyileşmesi, vizüel rehabilitasyonun erken dönemde sağlanması, astigmatizmanın en aza indirilmesi amacıyla sütürsüz küçük kesili katarakt cerrahisi geliştirilmiştir. İKKE’den EKKE yöntemine geçiş, fakoemülsifikasyon tekniğinin tercih edilmesindeki artış ve katlanabilir intraoküler lenslerin gelişimi kesilerin küçülmesini sağlayan önemli faktörlerdir. Bu ilerleme yaklaşık 3.5 mm’lik kesiler kullanarak operasyon gerçekleştirilebilmesini sağlamıştır (110). Mikro insizyon yönteminin bulunmasıyla da

1.5 mm'nin altındaki kesilerden bile fakoemülsifikasyon cerrahisi yapmak mümkün olmuştur (111). Katarakt cerrahisinin temel amacı hastaya azalan görmesinin geri kazandırılmasıdır. Fakoemülsifikasyon yönteminin EKKE ile kıyaslandığında postoperatif daha yüksek düzeyde görme keskinliği sağladığı ve komplikasyon oranının daha az olduğu bildirilmiştir (112). Bizim çalışmamızda da görüldüğü üzere ilerlemiş kataraktı olan hastaların görmeleri el hareketi düzeyine kadar düşmekte komplikasyonsuz bir fakoemülsifikasyon cerrahisi ve İOL implantasyonu ile postoperatif tam görme seviyesine kadar ulaşılabilir.

Ön segment parametrelerinin preoperatif olarak değerlendirilmesi başarılı bir katarakt cerrahisi için oldukça önemli bir adımdır. Bu değerlendirme; matür, nigra, travmatik, fakomorfik, komplike kataraktlar gibi özellikli olgularda ameliyatın aciliyeti, seçilecek cerrahi yöntem, olası karşılaşılabilecek intraoperatif komplikasyonlar ve alınması gereken önlemler gibi konular hakkında fikir vererek cerrahi öncesi planlamada fayda sağlar. Katarakt cerrahisi yanı sıra glokom, kornea ve refraktif cerrahi açısından da objektif, doğru ve tekrarlanabilir ön segment ölçümleri yapmak önem arz eden bir durumdur.

Katarakt cerrahisi ve intraoküler lens implantasyonu sonrası ÖKA, ÖKD ve diğer ön segment parametrelerinde değişiklikler olduğu bilinmektedir (10). Geliştirilmiş olan çeşitli ön segment görüntüleme sistemleri ile bu parametrelerin kalitatif ve kantitatif olarak değerlendirilmesi mümkün olmuştur. Scheimpflug kamera sistemi, Orbscan korneal topografi, ultrasonik biyomikroskopi ve ön segment OCT klinikte sıklıkla başvurulan görüntüleme yöntemlerindedir.

OCT, UBM, Orbscan ve Scheimpflug yöntemleriyle ÖKA kantitatif olarak ölçülebilir. Scheimpflug prensibi ile çalışan cihazlarla posterior korneal kurvatur, korneanın total dioptrik gücü, ön kamara hacmi ve derinliği hesaplanabilir. Bunun yanında kornea pakimetrik haritaları, kornea, lens ve İOL'ün kesitsel görüntüleri değerlendirilir. Fakat Orbscan ve Scheimpflug ile ön kamara açısı görüntülemesi yapılamaz. OCT ve UBM cihazları ise hem ölçüm yapmayı hem de kesitsel olarak açının görüntülenmesini sağlar.

Ön kamara açısı iris ile kornea arka yüzeyi arasındaki açının ölçülmesi ile hesaplanmaktadır. Açı görüntüsünün sağlanması için ise skleral mahmuz, iris kökü, aç

resesyonu, ön siliyer cisim ve schlemm kanalı gibi ön segment yapılarının alınan kesitte gözlenmesi gerekmektedir. Açık görüntülenmesini ve niceliksel olarak açının değerlendirilmesini sağlaması ile görüntüleme yöntemleri arasında ÖS-OCT ve UBM klinik pratikte diğer yöntemlere göre bir adım öne çıkmaktadır.

Akustik yayılım prensibine dayanan ve immersiyon tekniği ile kullanılan UBM ile yapılan ölçümlerin tekrar edilebilirlik oranının aynı gözlemciler arasında yüksek, farklı gözlemciler arasında ise düşük olduğunu bildiren yayınlar mevcuttur (113, 114). Bu durum çekilen görüntülerin kalitesinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır. UBM ile ideal görüntü elde edilmesi tecrübe gerektiren ve öğrenmesi zahmetli olan bir süreçtir.

Nonkontakt bir yöntem olan ÖS-OCT ise yüksek bir aksiyel rezolüsyon ile hızlı ve pratik bir şekilde açık görüntüsü alınmasını sağlamaktadır. Fakat ÖS-OCT ile siliyer cisim UBM' den farklı olarak görüntülenememektedir.

Klinik rutinde ÖKD ölçümünde en sık kullanılan yöntem A-scan USG ile ölçümdür. Uzun bir öğrenme süreci gerektirmeyen kolay uygulanabilir bir tekniktir. A-scan USG ile aplanasyon ve immersiyon tekniklerinin kullanıldığı diğer yöntemler kıyaslandığında ölçülen değerlerde farklılıklar olabileceği bildirilmiştir (115). Farklı kişiler tarafından yapılan ölçümlerde farklı sonuçlar bulunabileceği de söylenmiştir. (116). Ölçüm yaparken göze fazla basınç uygulamak, ÖKD ölçümünde farklı sonuçlar alınmasının temel sebebi olarak düşünülmektedir. Farklı cihazlar ile yapılan ölçümlerde de sonuçlar arasında farklılıklar olabileceği Norrby ve arkadaşları tarafından belirtilmiştir (117).

Son zamanlarda ön kamara derinliğinin ölçülmesinde A-scan USG ve UBM gibi kontakt ve immersiyon gerektiren yöntemler yerine Sirius, Pentacam, İOL Master, ÖS-OCT gibi nonkontakt cihazlar ön plana çıkmaya başlamıştır. Bu cihazlarla yapılan ölçümlerde alınan sonuçların doğruluk oranı oldukça yüksek ve ölçümlerin tekrarlanabilirliği kolaydır. A-scan USG ile Pentacam-Scheimflug, Orbscan ve optik pakimetrisinin karşılaştırıldığı bir çalışmada A-scan USG ile yapılan ölçümlerde daha düşük değerler saptandığı diğer üç cihazla yapılan ölçümlerde çıkan sonuçların ise birbirine daha yakın değerler olduğu gösterilmiştir. Yapılan indentasyonun A-scan USG ile daha düşük değerler alınmasına neden olabileceği belirtilmektedir (118). Pentacam-Scheimflug ile Orbscan karşılaştırıldığında ise Pentacam ile ölçülen değerlerin daha

düşük olduğu bildirilmiştir (119). Bizim çalışmamızda oluşabilecek hata payını en aza indirmek için tüm hastaların ÖKD ölçümleri aynı kişi tarafından tek bir A-scan USG cihazı kullanılarak ve aynı hastadan ardışık 5 ölçüm alınarak yapılmıştır.

Ünsal ve ark. yaptıkları çalışmada UBM kullanarak fakoemülsifikasyon ve İOL implantasyonu uygulanan hastaların ön segmentlerindeki morfolojik değişimi incelemiştir. Preoperatif ve postoperatif 2. ayda yapılan ölçümlerde ÖKA ve ÖKD değerlerinde anlamlı bir artış olduğu görülmüş buna karşılık iris kalınlığı ve diğer değerlendirdikleri parametrelerde anlamlı bir değişim izlenmemiştir (120).

Pereira ve ark.'nın katarakt cerrahisi uygulanmış hastalarda yapmış oldukları bir diğer UBM çalışmasında ÖKD'nin 1,31 kat, ÖKA'nın ise sırasıyla temporal, nazal, superior ve inferior kadranlarda 1,26, 1,53, 1,36, 1,52 kat yükseldiği bulunmuştur (121).

Uçakhan ve ark. 44 hastada fakoemülsifikasyon ve İOL implantasyonu sonrası üçüncü ayda Pentacam ile yaptıkları ölçümlerde ön kamara hacminde preoperatif değerlere göre 1,22 kat, ÖKD'de 1,34 kat, ÖKA'da ise 1,23 kat artma saptamıştır. Ayrıca Scheimpflug görüntülerden irisin konfigürasyonunda arkaya doğru bir kayma olduğu izlenmiştir (122).

Küçümen ve ark. 47 gözde yaptıkları çalışmada hastalara preoperatif ve katarakt ekstraksiyonu ve İOL implantasyonu sonrası postoperatif 1.hafta ve 1. ay ÖS-OCT ile görüntüleme yapmışlardır. Postoperatif ÖKD değerlerinde, temporal ve nazal ÖKA değerlerinde anlamlı artış olduğunu göstermişlerdir (123). Kim ve ark.'ları ÖS-OCT ile yaptıkları çalışmada nonglokomatöz popülasyonda katarakt ameliyatı sonrası TİBA500, ÖKA ve AAM500 gibi ön segment parametrelerinin, ameliyat öncesi değerlere göre anlamlı derecede arttığını belirtmişlerdir (124). Kim ve ark. tarafından yapılan primer açık açılı glokomlu olgulardaki ameliyat öncesi ve sonrası değerlerin karşılaştırıldığı başka bir çalışmada da benzer şekilde bu parametrelerde artış izlenmiştir. (125).

Bizim çalışmamızda da matür kataraktlı gözlerde ÖS-OCT ile yaptığımız ölçümler ile bu çalışmalara benzer sonuçlar alınmıştır. Postoperatif ÖKA, AAM (500 ve 750 µm), TİBA, ve ÖKD değerlerinde preop değerlere göre istatistiksel olarak anlamlı artış olduğu görülmüştür ($p<0.001$). İris kalınlığı değerlerinde ise anlamlı bir fark

izlenmemiştir (p=0.343). Ön kamara hacmi ve iris konfigürasyonuna dair bir değerlendirme yapılmamıştır.

Fakoemülsifikasyon sonrası ön segmentte oluşan değişiklikleri ortaya koymak için Kashiwagi ve ark. yaptığı bir çalışmada ön kamara derinlik analizörü (ÖKDA) kullanarak, pupilla merkezinden periferine kadar ÖKD'ni kantitatif ve nonkontakt bir şekilde değerlendirmişlerdir. Üst limbustan yapılan 3.5 mm'lik korneal kesi ile fakoemülsifikasyon sonrası ÖKD ve GİB değişimleri değerlendirilmiştir. Fakoemülsifikasyon sonrası GİB'de anlamlı düşüş görülmüş ancak 1., 3., 5. ve 8. aylarda ölçülen GİB değerleri arasında fark olmadığı gösterilmiştir. ÖKD'de anlamlı artış olduğu bulunmuş ve ameliyat öncesi ile kıyaslandığında en fazla midperiferde artış olduğu bildirilmiştir. Ayrıca ameliyat öncesi konveks olan irisin ameliyat sonrası konkav veya düz hale geldiğini ve bu şekliyle profilaktik lazer iridotomi yapılan dar açılı gözlerdeki irisin şekli ile benzerlik gösterdiğini belirtmektedirler. ÖKD'ndeki bu değişimin kataraktlı lensin çıkarılıp yerine İOL yerleştirilmesine bağlı olduğu düşünülmektedir (12).

Lensin açılı kapanması ve dar ÖKD'nde belirleyici bir faktör olduğunu söyleyen çeşitli çalışmalar mevcuttur. (126-128). Singapur'da yapılan bir çalışmada lens kalınlığının ÖKD üzerinde temel bir belirleyici olduğu, lens pozisyonunun ise normal açılı ve dar açılı gözler arasında % 4 oranında bir fark gösterdiği belirtilmiştir. Bu çalışmada lens pozisyonu direkt olarak ölçülememiş, teorik bazı formüllere göre lens vault (LV) değeri hesaplanmıştır. Lens vault değeri; skleral mahmuz arasında uzanan bir doğrudan lens ön kutbuna dik uzanan mesafe olarak tanımlanır. (127).

Preoperatif LV değerinin fakoemülsifikasyon ve İOL implantasyonu sonrası açıldaki genişleme ve GİB düşüşü konusunda yol gösterici olduğu bildirilmiştir. ÖKD artışı preoperatif LV ile pozitif korelasyon gösterirken, ön kamara genişliği ile negatif korelasyon gösterir (129). Lens vault değerinin ÖKD üzerinde lensin kalınlığından daha belirleyici bir faktör olduğu söylenmiştir (130). Nongpiur ve ark. çalışmasında yüksek LV'nin açılı kapanmasına neden olabileceğini belirtmişlerdir (131). Yüksek LV değerleri iridolentiküler temasla ilişkili olarak iris kurtatüründe belirginleşmeye ve pupiller blok oluşmasına neden olmaktadır. Lens kalınlığındaki artış da lens ön yüzünün öne doğru

kaymasına neticede irisin öne doğru yer değiştirmesine, ÖKD ve ön kamara hacmi değerlerinde azalmaya neden olmaktadır (131, 132).

Praveen ve ark. lens kalınlığında 1 mm'lik artışın ÖKD'nde ortalama 0,4 mm azalmaya sebep olduğunu bildirmişlerdir (126). Yapılan başka bir çalışmada ise lens kalınlığı /aksiyel uzunluk oranının açı kapanması glokomunda yol gösterici olabileceği öne sürülmüştür (133). Bu oran yüksekse açı kapanması glokomu gelişme ihtimali daha yüksektir (134).

Aksiyel uzunluk değerinin ön segment parametreleri üzerinde etkili olduğu ve AU değeri 23 mm altında olanlarda ÖKD ve açı parametrelerinin daha düşük olduğu bildirilmiştir (135).

Mansouri ve ark. çalışmasında fakomorfik açı kapanması olan gözlerle matür kataraktlı gözlerin ön segment parametrelerini ÖS-OCT ile ölçerek karşılaştırmışlardır. Fakomorfik açı kapanması olan gözlerde ÖKD, AAM, TİBA parametreleri matür kataraktlara göre daha düşük LV değeri daha yüksek olarak saptanmıştır. ÖS-OCT ile ölçülen bu parametrelerin fakomorfik açı kapanmasını matür kataraktan ayırmada kullanılabilecek önemli göstergeler olduğunu belirtmişlerdir. Aksiyel uzunluklar arasında anlamlı bir fark saptamamışlardır (136).

Bizim çalışmamızda glokomu bulunmayan matür kataraktlı gözlerin preoperatif lens kalınlıkları A scan USG ile ölçülmüştür. Ortalama lens kalınlığı değeri $4,17 \pm 0,90$ olarak bulunmuştur. Lens kalınlığı ile preoperatif ön segment parametrelerinden AAM500, AAM750, TİBA, ÖKA ve ÖKD parametreleri arasında anlamlı oranda negatif korelasyon olduğu tespit edilmiştir. Lens kalınlığı arttıkça açıda daralma ÖKD'nde azalma olduğu gözlenmiştir. Preoperatif LK ve preoperatif GİB arasında ise pozitif korelasyon saptanmıştır. Hastaların A scan USG ile ölçülen ortalama preoperatif AU değeri 23.5 olup postoperatif anlamlı bir değişim izlenmemiştir.

Katarakt cerrahisi sonrası, kan-aköz bariyerinin etkilenmesi sonucu oluşan çeşitli biyokimyasal değişikliklere bağlı olarak, GİB'nda değişiklikler olabileceği düşünülmektedir. Operasyon ile aköz hümör üretiminin azaldığı, trabeküler ağ ve uveasklral yolla dışa akımın arttığı söylenmektedir (137, 138). Katarakt cerrahisi ve intraoküler lens implantasyonu sonrası hem glokomlu (139, 140) hem de glokomu

bulunmayan (141) gözlerde GİB değerlerinde anlamlı azalma saptanmıştır. Bizim çalışmamızda da fakoemülsifikasyon ve İOL implantasyonu uyguladığımız olguların postoperatif GİB değerleri istatistiksel olarak anlamlı oranda düşük bulunmuştur.

Fakoemülsifikasyon sonrası ÖKD'nde artış, ÖKA'nda genişleme ve GİB'nda da düşme meydana geldiğinden, kronik açı kapanması glokomu ve kataraktı olan (fakomorfik glokomu olanlarda acil) hastalara tedavinin ilk aşaması olarak fakoemülsifikasyon cerrahisi planlanmaktadır (142-144). Liu ve ark. tarafından PAKG hastalarında yapılan çalışmada fakoemülsifikasyon sonrası GİB düşüşü anlamlı olarak bulunmuştur. Preoperatif GİB ve ÖKD'nin postoperatif GİB'ni belirlemede önemli olduğu belirtilmektedir (144).

Matür katarakt cerrahisinde sıklıkla tercih edilen yöntemlerden olan planlı ekstrakapsüler katarakt ekstraksiyonunda fakoemülsifikasyona göre daha büyük insizyon yapılarak nükleusun manuel şekilde çıkartılması sırasında ve sütürasyon aşamasında özellikle trabeküler ağda ve diğer açı elemanlarında hasar oluşabileceği ve aköz dışı akım direncinde artma olabileceği ve sonuç olarak postoperatif daha yüksek GİB değerlerine neden olabileceği söylenmiştir. Nükleusun ultrasonik titreşimlerle kapsül içinde parçalanarak emülsifiye edildiği fakoemülsifikasyon tekniğinde ise kapalı bir sistem ile göz içi dokulara hasar minimal oranda gerçekleşmektedir (145).

Katarakt ameliyatı sonucu endotelin uğradığı travmatik strese bağlı olarak endotel hücre yoğunluğunda azalma ve morfolojik değişim olduğu bilinmektedir. Fakoemülsifikasyon ile oluşan endotel hasarından; fako ucunun titreşimi ile yaydığı ısı, mikro hava kabarcıkları, serbest radikal oluşumu, cerrahi aletlerin ve nükleus parçalarının endotele teması, korneanın mekanik deformasyonu gibi bir çok farklı faktör sorumlu tutulmuştur (146-148)

SKK kornea endotel işlevinin göstergesi olarak kullanılabilir önemli bir parametredir. Lundberg ve ark.'nın çalışmasında erken dönem postoperatif korneal ödem ile endotel hücre kaybı arasında anlamlı bir ilişki saptanmıştır. Postoperatif 1. gündeki SKK artışının fakoemülsifikasyonun neden olduğu endotel hasarının kullanışlı bir göstergesi olduğunu kabul etmişlerdir (149). Ventura ve ark. fakoemülsifikasyon sonrası SKK'nın postoperatif 1.gün preoperatif değerlere göre önemli ölçüde arttığını,

takip muayenelerinde 3. ay veya 1 yıl sonunda SKK'nın preoperatif değerlere geri döndüğünü saptamışlardır (150)

SKK ölçümünde ultrasonik pakimetre altın standart yöntemdir. Günümüzde optik koherens tomografi, konfokal biyomikroskopi, speküler mikroskop, Pentacam Scheimpflug görüntüleme, optik slit tarama pakimetri, parsiyel koherens interferometri gibi cihazlar da SKK ölçümünde kullanılmaktadır. (151-154). Santral kornea kalınlığı üzerinde yaş ve cinsiyetin etkisi yoktur (155), ancak ölçülen değerlerde minimal diüurnal değişimler görülebilmektedir (156).

Çalışmamızda matür kataraktı olan hastaların ÖS-OCT ile ölçtüğümüz SKK değerlerinde postoperatif değerlerde preoperatif değerlere göre istatistiksel olarak anlamlı artış olduğu görülmüştür ($p<0.001$). En yüksek değerler postoperatif 1. günde ölçülmüştür. Sert kataraktlarda yüksek ultrasonik enerji ile fakoemülsifikasyon uygulanması sonucu korneal endotel hasarında artış olması ve postoperatif 1. günde en fazla olan korneal ödem bu durumu açıklayan sebepler olarak düşünülebilir. Postoperatif 1. ayda ölçülen ortalama SKK değeri postoperatif 1. güne göre daha düşük preoperatife göre daha yüksek bulunmuştur. Olguların hiç birinde korneal ödem kalıcı olmamıştır. Postoperatif 1. ayda biyomikroskop muayenelerinde bütün olguların korneaları saydam olarak izlenmiştir.

6. SONUÇ

Çalışmamızda matür katarakt tanısı ile fakoemülsifikasyon cerrahisi ve arka kapsül içine İOL implantasyonu uygulanan 50 hastanın ön segment parametreleri preoperatif ve postoperatif olarak değerlendirilmiştir. Literatürle uyumlu olarak ÖKA, AAM (500 ve 750 μm), TİBA, SKK, ÖKD parametrelerinde postoperatif istatistiksel olarak anlamlı artış olduğu görülmüştür. Preoperatif ölçülen lens kalınlığı ile aç elemanları ve ön kamara derinliği arasında negatif, GİB ile pozitif bir korelasyon olduğu bulunmuştur.

Çalışmamızda hastaların ameliyat sonrası DEGK değerlerinde anlamlı bir artış, GİB değerlerinde anlamlı bir azalma olduğu saptanmıştır. Elde ettiğimiz veriler ışığında matür katarakt tedavisinde, fakoemülsifikasyon ve İOL implantasyonunun görsel kazanç sağlamada etkin, ön kamara parametrelerinde olumlu değişiklikler oluşturan, göz içi basıncında azalma sağlayan ve tercih edilmesi gereken bir yöntem olduğunu düşünmekteyiz.

Çalışmamız sonucunda matür katarakt gibi özellikli ve komplikasyon riski yüksek olgularda ÖS–OCT'nin preoperatif ön segment görüntülemesi sayesinde cerrahi planlamada ve matür kataraktlı lensin alınıp yerine yapay intraoküler lens konulması sonucu oluşan ön segment değişimlerinin kalitatif ve kantitatif değerlendirmesinde faydalı bir yöntem olduğunu söyleyebiliriz.

7. KAYNAKLAR

1. Özçetin, H., *Güncel katarakt cerrahisi*, in *Katarakt ve tedavisi*. 2005. p. 301-390.
2. Pandey, S.K., E.J. Milverton, and A.J. Maloof, *A tribute to Charles David Kelman MD: ophthalmologist, inventor and pioneer of phacoemulsification surgery*. *Clinical & experimental ophthalmology*, 2004. **32**(5): p. 529-533.
3. Brilliant, G.E. and L.B. Brilliant, *Using social epidemiology to understand who stays blind and who gets operated for cataract in a rural setting*. *Social Science & Medicine*, 1985. **21**(5): p. 553-558.
4. Fishkind, W.J., T.F. Neuhann, and R.F. Steinert, *The phaco machine: the physical principles guiding its operation*. Saunders Elsevier, Philadelphia, PA, 2010: p. 75-92.
5. Fishkind, W.J., *the phaco machine : how it acts and reacts*, in *Phacoemulsification*, S. Agarwal, A. Agarwal, and A. Agarwal, Editors. 2004: New delhi : jaypee. p. 87-98.
6. Buratto, L., *The physical principles of phacoemulsification*, in *Phacoemulsification*. 1998, Slack Thorofare, NJ. p. 25.
7. Altan, C., et al., *Anterior chamber depth, iridocorneal angle width, and intraocular pressure changes after uneventful phacoemulsification in eyes without glaucoma and with open iridocorneal angles*. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, 2004. **30**(4): p. 832-838.
8. Buehl, W., et al., *Comparison of three methods of measuring corneal thickness and anterior chamber depth*. *American journal of ophthalmology*, 2006. **141**(1): p. 7-12. e1.
9. Shingleton, B.J., et al., *Long-term changes in intraocular pressure after clear corneal phacoemulsification: normal patients versus glaucoma suspect and glaucoma patients*. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, 1999. **25**(7): p. 885-890.

10. Yıldırım, N., A. Özer, and A. Şahin, *Fakoemülsifikasyonemülsifikasyon ve intraoküler lens implantasyon cerrahisinin ön kamara derinliği, ön kamara açısı ve göz içi basıncı üzerine etkisi*. *T. Oft. Gaz*, 2006. **36**: p. 311-315.
11. Pohjalainen, T., et al., *Intraocular pressure after phacoemulsification and intraocular lens implantation in nonglaucomatous eyes with and without exfoliation*. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, 2001. **27**(3): p. 426-431.
12. Kashiwagi, K., F. Kashiwagi, and S. Tsukahara, *Effects of small-incision phacoemulsification and intraocular lens implantation on anterior chamber depth and intraocular pressure*. *Journal of glaucoma*, 2006. **15**(2): p. 103-109.
13. Snell, R., *Clinical Anatomy for Medical Students*. Vol. 3. 1986, Boston: Little Brown and Company.
14. Ganong, W., *Rewiev of Medical Physiology*. Vol. 7. 1995, USA: A Simon&Schuster Company.
15. Wheater, P., H. Burkitt, and V. Daniels, *Functional Histology: A text and Colour Atlas*. Vol. 2. 1987, Hong Kong: Churcill Livingstone Medical Division of Longman Group Ltd.
16. April, W., *Clinical Anatomy*. Vol. 3. 1997, Egypt: Williams&Wilkins A Waverly Company.
17. Shapiro, M., J. Friend, and R. Thoft, *Corneal re-epithelialization from the conjunctiva*. *Investigative ophthalmology & visual science*, 1981. **21**(1): p. 135-142.
18. Dua, H.S. and A. Azuara-Blanco, *Limbal stem cells of the corneal epithelium*. *Survey of ophthalmology*, 2000. **44**(5): p. 415-425.
19. Savage, C.R. and S. Cohen, *Proliferation of corneal epithelium induced by epidermal growth factor*. *Experimental eye research*, 1973. **15**(3): p. 361-366.
20. Kim T, P.D., *Developmental abnormalities of the cornea: Developmental corneal anomalies of size and shape*. In: *Krachmer JH, Mannis MJ, Holland EJ (eds). Cornea*, . 1997, St. Louis: : Mosby-Year Book. . 871-888.
21. Miller, A., et al., *Substance P immunoreactive sensory nerves supply the rat iris and cornea*. *Neuroscience letters*, 1981. **23**(3): p. 243-249.
22. Yanoff, M., B.S. Fine, and B.S. Fine, *Ocular pathology*. 2002:163-168: Mosby Philadelphia.
23. Bourne, W.M., L.R. Nelson, and D.O. Hodge, *Central corneal endothelial cell changes over a ten-year period*. *Investigative ophthalmology & visual science*, 1997. **38**(3): p. 779-782.
24. Yee RW, M.M., Schultz RO, Edlehauser HF., *Changes in the normal corneal endothelial cellular pattern as a function of age*. . *Curr Eye Res.* , 1985; 671-677. **4**.
25. Mcdermott ML, A.H., *Corneal endothelium*. *Janoff M, Dukers JS*. . 4th. ed. *Ophthalmolgy* 2nd edition, 2004; 423., St Louis:: Mosby-Year Book. .

26. Doughty, M.J. and M.L. Zaman, *Human corneal thickness and its impact on intraocular pressure measures: a review and meta-analysis approach*. Survey of ophthalmology, 2000. **44**(5): p. 367-408.
27. Yalvac, I., *Glokom*, in *Temel Göz Hastalıkları. 2.Baskı*, P. Aydın, Akova,Y.A., Editor. 2010, Günes Kitabevi: Ankara. p. 457-64.
28. Lens, A., S.C. Nemeth, and J.K. Ledford, *Anterior and Posterior Chambers*, in *Ocular Anatomy and Physiology*. 2008, SLACK. p. 67-103.
29. Johnstone, M.A., *A New Model Describes an Aqueous Outflow Pump and Explores Causes of Pump Failure in Glaucoma*, in *Glaucoma*, F. Grehn and R. Stamper, Editors. 2006, Springer Berlin Heidelberg: Berlin, Heidelberg. p. 3-34.
30. Gabelt, B.T. and P.L. Kaufman, *Production and Flow of Aqueous Humor*, in *Adler's Physiology of the Eye*, L.A. Levin, P.L. Kaufman, and A. Alm, Editors. 2011, Elsevier Health Sciences. p. 274-307.
31. Carlesimo, S.C., et al., *Nd: Yag laser iridotomy in Shaffer-Etienne grade 1 and 2: angle widening in our case studies*. Int J Ophthalmol, 2015. **8**(4): p. 709-13.
32. Gökmen, F., *Sistemik Anatomi*. 2003, İzmir: Güven Kitabevi.
33. Özçetin, H., *Lens anatomisi*, in *Katarakt ve tedavisi*. 2005. p. 8-15.
34. Duane, T., in *Clinical Ophthalmology*. 1985, Harper & row publishers inc: Pennsylvania. p. 1-20.
35. *Lens and cataract*, in *Basic and Clinical science course*. 2008-2009, American Academy of Ophthalmology: USA. p. 5-42.
36. Weingeist, T., T. Liesegang, and M. Grand, *Lens and Cataract*, in *Basic and Clinical Science Course 2000-2001*, American Academy of Ophthalmology. p. 10-17.
37. Sakata, L.M., et al., *Comparison of gonioscopy and anterior segment ocular coherence tomography in detecting angle closure in different quadrants of the anterior chamber angle*. Ophthalmology, 2008. **115**(5): p. 769-74.
38. Scheie, H.G., *Width and pigmentation of the angle of the anterior chamber; a system of grading by gonioscopy*. AMA Arch Ophthalmol, 1957. **58**(4): p. 510-2.
39. Wolffsohn, J.S. and L.N. Davies, *Advances in anterior segment imaging*. Curr Opin Ophthalmol, 2007. **18**(1): p. 32-8.
40. Fujimoto, J.G., et al., *Optical Coherence Tomography: An Emerging Technology for Biomedical Imaging and Optical Biopsy*. Neoplasia (New York, N.Y.), 2000. **2**(1-2): p. 9-25.
41. See, J.L., *Imaging of the anterior segment in glaucoma*. Clin Experiment Ophthalmol, 2009. **37**(5): p. 506-13.
42. Huang, D., et al., *Optical coherence tomography*. Science, 1991. **254**(5035): p. 1178-81.
43. Werner, L., et al., *Meridional differences in internal dimensions of the anterior segment in human eyes evaluated with 2 imaging systems*. Journal of Cataract & Refractive Surgery, 2008. **34**(7): p. 1125-1132.

44. Liu, S., et al., *Assessment of scleral spur visibility with anterior segment optical coherence tomography*. J Glaucoma, 2010. **19**(2): p. 132-5.
45. Dada, T., et al., *Comparison of anterior segment optical coherence tomography and ultrasound biomicroscopy for assessment of the anterior segment*. J Cataract Refract Surg, 2007. **33**(5): p. 837-40.
46. Lavanya, R., et al., *Comparison of anterior chamber depth measurements using the IOLMaster, scanning peripheral anterior chamber depth analyser, and anterior segment optical coherence tomography*. British journal of ophthalmology, 2007. **91**(8): p. 1023-1026.
47. van den Berg, T.J. and H. Spekrijse, *Near infrared light absorption in the human eye media*. Vision Res, 1997. **37**(2): p. 249-53.
48. Nolan, W.P., et al., *Detection of primary angle closure using anterior segment optical coherence tomography in Asian eyes*. Ophthalmology, 2007. **114**(1): p. 33-9.
49. Radhakrishnan, S., et al., *Comparison of optical coherence tomography and ultrasound biomicroscopy for detection of narrow anterior chamber angles*. Arch Ophthalmol, 2005. **123**(8): p. 1053-9.
50. Kupfer, C., *Bowman lecture. The conquest of cataract: a global challenge*. Transactions of the ophthalmological societies of the United Kingdom, 1984. **104**: p. 1-10.
51. Minassian, D. and V. Mehra, *3.8 million blinded by cataract each year: projections from the first epidemiological study of incidence of cataract blindness in India*. British journal of ophthalmology, 1990. **74**(6): p. 341-343.
52. Steinkuller, P.G., *Cataract: the leading cause of blindness and vision loss in Africa*. Social Science & Medicine, 1983. **17**(22): p. 1693-1702.
53. HILLER, R., R.D. Sperduto, and F. EDERER, *Epidemiologic associations with cataract in the 1971–1972 National Health and Nutrition Examination Survey*. American journal of epidemiology, 1983. **118**(2): p. 239-249.
54. Bonadni, M., *Risk Factors for Age-related Cortical, Nuclear, and Posterior Subcapsular Cataracts*. American Journal of Epidemiology, 1989. **133**(6).
55. Apple, D.J., et al., *Biocompatibility of implant materials: a review and scanning electron microscopic study*. American Intra-Ocular Implant Society Journal, 1985. **10**(1): p. 53-66.
56. HILLER, R., R.D. SPERDUTO, and F. EDERER, *Epidemiologic associations with nuclear, cortical, and posterior subcapsular cataracts*. American journal of epidemiology, 1986. **124**(6): p. 916-925.
57. Ederer, F., R. Hiller, and H.R. Taylor, *Senile lens changes and diabetes in two population studies*. American Journal of Ophthalmology, 1981. **91**(3): p. 381-395.
58. Leske, M.C., L.T. Chylack, and S.-Y. Wu, *The lens opacities case-control study: risk factors for cataract*. Archives of Ophthalmology, 1991. **109**(2): p. 244-251.
59. Leske, M.C. and R.D. Sperduto, *The epidemiology of senile cataracts: a review*. American Journal of Epidemiology, 1983. **118**(2): p. 152-165.

60. Harding, J. and R. Van Heyningen, *Epidemiology and risk factors for cataract*. Eye, 1987. **1**(5): p. 537-541.
61. Pitts, D.G., A.P. Cullen, and P.D. Hacker, *Ocular effects of ultraviolet radiation from 295 to 365 nm*. Investigative ophthalmology & visual science, 1977. **16**(10): p. 932-939.
62. Zigman, S., T. Yulo, and J. Schultz, *Cataract induction in mice exposed to near UV light*. Ophthalmic Research, 1974. **6**(2-4): p. 259-270.
63. Taylor, H.R., et al., *Effect of ultraviolet radiation on cataract formation*. New England Journal of Medicine, 1988. **319**(22): p. 1429-1433.
64. Bochow, T.W., et al., *Ultraviolet light exposure and risk of posterior subcapsular cataracts*. Archives of Ophthalmology, 1989. **107**(3): p. 369-372.
65. West, S., et al., *Cigarette smoking and risk of nuclear cataracts*. Archives of ophthalmology, 1989. **107**(8): p. 1166-1169.
66. Kashima, K., et al., *Aging studies on normal lens using the Scheimpflug slit-lamp camera*. Investigative ophthalmology & visual science, 1993. **34**(1): p. 263-269.
67. Heyningen, V., R: *What happens to the human lens in cataract ?*, in *American Academy of Ophthalmology Committee on Continuing Education in Ophthalmology: American Academy of Ophthalmology: Selected Readings in Ophthalmology Companion Source Manual*, Spivey B, Henkind P, and Lichter P, Editors. 1976, American Academy of Ophthalmology: San Francisco. p. 112.
68. Horwitz, J., *Proctor Lecture. The function of alpha-crystallin*. Investigative ophthalmology & visual science, 1993. **34**(1): p. 10-22.
69. Clark, J.I., J.C. Livesey, and J.E. Steele, *Phase separation inhibitors and lens transparency*. Optometry & Vision Science, 1993. **70**(11): p. 873-879.
70. Maraini, G., et al., *Distribution of lens opacities in the Italian-American case-control study of age-related cataract*. Ophthalmology, 1990. **97**(6): p. 752-756.
71. Kinoshita, J.H., *Mechanisms initiating cataract formation proctor lecture*. Investigative Ophthalmology & Visual Science, 1974. **13**(10): p. 713-724.
72. Kinoshita, J.H., P. Kador, and M. Catiles, *Aldose reductase in diabetic cataracts*. Jama, 1981. **246**(3): p. 257-261.
73. Schein, O.D., et al., *Cortical lenticular opacification: distribution and location in a longitudinal study*. Investigative ophthalmology & visual science, 1994. **35**(2): p. 363-366.
74. Taylor, H.R. and S.K. West, *The clinical grading of lens opacities*. Australian and New Zealand journal of ophthalmology, 1989. **17**(1): p. 81-86.
75. Klein, B.E., R. Klein, and K.L. Linton, *Prevalence of age-related lens opacities in a population: the Beaver Dam Eye Study*. Ophthalmology, 1992. **99**(4): p. 546-552.
76. Lasa, M., et al., *Glare sensitivity in early cataracts*. British journal of ophthalmology, 1993. **77**(8): p. 489-491.

77. Datiles MB, *Clinical evaluation of cataracts*, in *Duane's Clinical Ophthalmology*, Tasman W and Jaeger EA, Editors. 1993, JB Lippincott: Philadelphia. p. 6.
78. Yanoff M and Fine BS, *Lens*, in *Duane's Foundations of Clinical Ophthalmology*, Tasman W and Jaeger EA, Editors. 1986, JB Lippincott: Philadelphia. p. 2.
79. Fishman, G., R. Anderson, and P. Lourenco, *Prevalence of posterior subcapsular lens opacities in patients with retinitis pigmentosa*. British journal of ophthalmology, 1985. **69**(4): p. 263-266.
80. Fagerholm, P. and T. Philipson, *Cataract in retinitis pigmentosa An analysis of cataract surgery results and pathological lens changes*. Acta ophthalmologica, 1985. **63**(1): p. 50-58.
81. Kaiser-Kupfer, M., et al., *Cataract in gyrate atrophy: clinical and morphologic studies*. Investigative ophthalmology & visual science, 1983. **24**(4): p. 432-436.
82. Stambolian, D., *Galactose and cataract*. Survey of ophthalmology, 1988. **32**(5): p. 333-349.
83. Stevens, R.E., et al., *Idiopathic presenile cataract formation and galactosaemia*. British journal of ophthalmology, 1989. **73**(1): p. 48-51.
84. Vrensen, G., et al., *Heterogeneity in ultrastructure and elemental composition of perinuclear lens retrodots*. Investigative ophthalmology & visual science, 1994. **35**(1): p. 199-206.
85. Duke-Elder S, *System of Ophthalmology*. 1969, CV Mosby: St. Louis. p. 63.
86. Ozcetin H and Basar D, *Katarakt tedavisinin tarihçesi*, in *Katarakt ve tedavisi*, O. H, Editor. 2005, SCALA yayıncılık: İstanbul. p. 93-137.
87. ES, R., in *The lens*, Y. M and D. JS, Editors. 1999, Mosby: Londra. p. 1-33.
88. Buratto L, Barboni P, and Firrincieli, *Katarakt cerrahisinde gelişmeler*, in *Fakoemulsifikasyon prensipleri ve teknikleri*, Buratto L , et al., Editors., Aksu kitabevi: İstanbul. p. 1-35.
89. Usta, Y.B., *Fako-pekke cerrahi yöntemlerin karşılaştırılması*. Türkiye Klinikleri Journal of Ophthalmology, 1992. **1**(3): p. 201-203.
90. Karel F, *Fakoemulsifikasyonda avantaj-dezavantaj, endikasyon-kontraendikasyon*, in *Türk Oftalmoloji Derneği XXVIII. Ulusal Kongre Bulteni*. 1994: Antalya.
91. Yaycioglu, R.A., et al., *Fakoemulsifikasyon Cerrahisinde Öğrenme Eğrisi-II: İki Cerrahin Karşılaştırılması*. Türkiye Klinikleri Journal of Ophthalmology, 2005. **14**(4): p. 156-161.
92. Yılmaz, O., *Fakoemulsifikasyon aygıtları ve sıvı dinamiği*, in *TOD katarakt ve refraktif cerrahi birimi. Turk Oftalmoloji Derneği eğitim yayınları no:2, Fakoemulsifikasyon*. 2004: Bursa Fikret Ozsan Matbaası. p. 11-30.
93. Halıcı H, Çilesiz İ, and Elçioğlu M, *Yeni bir fakoemulsifikasyon cihazı tasarımı ve uygulaması*, in *İtüdergisi mühendislik*. 2006. p. 15-26.

94. Packer M, et al., *The Physics of phaco*. J Cataract Refractive Surg, 2005. **31**(424): p. 31.
95. H, Ö., *Güncel katarakt cerrahisi*, in *Katarakt ve tedavisi*. 2005, SCALA yayıncılık: İstanbul. p. 299-390.
96. Debroff, B.M., *Current Methods of Ultrasound Phaco Power Modulation*. Techniques in Ophthalmology, 2005. **3**(1): p. 6.
97. Kaynak, S., et al., *Fakoemülsifikasyon cerrahisinde ultrason gücünün kullanım modaliteleri*. Oft. Gaz, 2006. **36**: p. 68-74.
98. Nagahara K, *Kişisel fakoemülsifikasyon tekniği* in *Fakoemülsifikasyon prensipleri ve teknikleri*, Buratto L , et al., Editors. 2005, Aksu kitabevi: İstanbul. p. 295-301.
99. Vasavada, A.R. and S.M. Raj, *Our Approach to Phacoemulsification*. Techniques in Ophthalmology, 2006. **4**(4): p. 129-138.
100. Can, I., et al., *Comparison of Nagahara phaco-chop and stop-and-chop phacoemulsification nucleotomy techniques*. Journal of Cataract & Refractive Surgery, 2004. **30**(3): p. 663-668.
101. Shafranov, G., *Phacoemulsification*. Techniques in Ophthalmology, 2004. **2**(3): p. 93-102.
102. Braga-mele, R., *QuickChop Phacoemulsification: Technique and Tips*. Techniques in Ophthalmology, 2004. **2**(1): p. 1-4.
103. Pandit, R.T. and T.A. Oetting, *Pop-and-chop nucleofractis*. Journal of Cataract & Refractive Surgery, 2003. **29**(11): p. 2054-2056.
104. Devgan, U., *The Flip-and-Chop technique*. Techniques in Ophthalmology, 2005. **3**(1): p. 1-5.
105. Koch, P.S., *Mastering phacoemulsification: a simplified manual of strategies for the spring, crack, and stop & chop technique*. 1994: Slack.
106. Organization, W.H., *The World Health Report 1998: Life in the 21st century a vision for all*, in *The world health report 1998: life in the 21st century A vision for all*. 1998, World Health Organization.
107. Pandey, S.K., E.J. Milverton, and A.J. Maloof, *A tribute to Charles David Kelman MD: ophthalmologist, inventor and pioneer of phacoemulsification surgery*. Clin Experiment Ophthalmol, 2004. **32**(5): p. 529-33.
108. Chakrabarti, A., S. Singh, and R. Krishnadas, *Phacoemulsification in eyes with white cataract*. Journal of Cataract & Refractive Surgery, 2000. **26**(7): p. 1041-1047.
109. Vasavada, A., R. Singh, and J. Desai, *Phacoemulsification of white mature cataracts*. Journal of Cataract & Refractive Surgery, 1998. **24**(2): p. 270-277.
110. Mamalis, N., *From the editor. Is smaller better?* . J Cataract Refractive Surg, 2003. **29**(1049-50).
111. Alió, J.L., A. Agarwal, and P. Klonowski, *0.7 mm Microincision cataract surgery*, in *Minimizing Incisions and Maximizing Outcomes in Cataract Surgery*. 2010, Springer. p. 13-23.

112. de Silva, S.R., Y. Riaz, and J.R. Evans, *Phacoemulsification with posterior chamber intraocular lens versus extracapsular cataract extraction (ECCE) with posterior chamber intraocular lens for age-related cataract*. Cochrane Database Syst Rev, 2014(1): p. Cd008812.
113. Spaeth, G.L., et al., *Intraobserver and interobserver agreement in evaluating the anterior chamber angle configuration by ultrasound biomicroscopy*. Journal of glaucoma, 1997. **6**(1): p. 13-17.
114. Urbak, S.F., *Ultrasound biomicroscopy. III. Accuracy and agreement of measurements*. Acta Ophthalmologica Scandinavica, 1999. **77**(3): p. 293-297.
115. Giers, U. and C. Epple, *Comparison of A-scan device accuracy*. J Cataract Refract Surg, 1990. **16**(2): p. 235-42.
116. Norrby, S., *Multicenter biometry study of 1 pair of eyes*. J Cataract Refract Surg, 2001. **27**(10): p. 1656-61.
117. Norrby, S., et al., *Comparison of 2 A-scans*. Journal of Cataract & Refractive Surgery, 2003. **29**(1): p. 95-99.
118. Koranyi, G., et al., *Anterior chamber depth measurement: A-scan versus optical methods*. Journal of Cataract & Refractive Surgery, 2002. **28**(2): p. 243-247.
119. Lackner, B., G. Schmidinger, and C. Skorpik, *Validity and repeatability of anterior chamber depth measurements with Pentacam and Orbscan*. Optometry & Vision Science, 2005. **82**(9): p. 858-861.
120. Unsal, E., K. Eltutar, and I.K. Muftuoglu, *Morphologic changes in the anterior segment using ultrasound biomicroscopy after cataract surgery and intraocular lens implantation*. Eur J Ophthalmol, 2017. **27**(1): p. 31-38.
121. Pereira, F.A. and S. Cronemberger, *Ultrasound biomicroscopic study of anterior segment changes after phacoemulsification and foldable intraocular lens implantation*. Ophthalmology, 2003. **110**(9): p. 1799-1806.
122. Uçakhan, Ö.Ö., M. Özkan, and A. Kanpolat, *Anterior chamber parameters measured by the Pentacam CES after uneventful phacoemulsification in normotensive eyes*. Acta ophthalmologica, 2009. **87**(5): p. 544-548.
123. Kucumen, R.B., et al., *Anterior segment optical coherence tomography measurement of anterior chamber depth and angle changes after phacoemulsification and intraocular lens implantation*. Journal of Cataract & Refractive Surgery, 2008. **34**(10): p. 1694-1698.
124. Kim, M., et al., *Changes in Anterior Chamber Configuration after Cataract Surgery as Measured by Anterior Segment Optical Coherence Tomography*. Korean J Ophthalmol, 2011. **25**(2): p. 77-83.
125. Kim, M., et al., *Anterior Chamber Configuration Changes after Cataract Surgery in Eyes with Glaucoma*. Korean J Ophthalmol, 2012. **26**(2): p. 97-103.
126. Praveen, M., et al., *Lens thickness of Indian eyes: impact of isolated lens opacity, age, axial length, and influence on anterior chamber depth*. Eye, 2009. **23**(7): p. 1542-1548.
127. Friedman, D.S., et al., *Ultrasonographic biomicroscopy, Scheimpflug photography, and novel provocative tests in contralateral eyes of Chinese*

- patients initially seen with acute angle closure. *Archives of ophthalmology*, 2003. **121**(5): p. 633-642.
128. Lowe, R.F., *Causes of shallow anterior chamber in primary angle-closure glaucoma: ultrasonic biometry of normal and angle-closure glaucoma eyes*. *American journal of ophthalmology*, 1969. **67**(1): p. 87-93.
 129. Huang, G., et al., *Association of biometric factors with anterior chamber angle widening and intraocular pressure reduction after uneventful phacoemulsification for cataract*. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, 2012. **38**(1): p. 108-116.
 130. Sng, C.C., et al., *Determinants of anterior chamber depth: the Singapore Chinese Eye Study*. *Ophthalmology*, 2012. **119**(6): p. 1143-1150.
 131. Fontana, S.T. and R.F. Brubaker, *Volume and depth of the anterior chamber in the normal aging human eye*. *Archives of Ophthalmology*, 1980. **98**(10): p. 1803-1808.
 132. He, M., et al., *Refractive error and biometry in older Chinese adults: the Liwan eye study*. *Investigative ophthalmology & visual science*, 2009. **50**(11): p. 5130-5136.
 133. Markowitz, S.N. and J.D. Morin, *The ratio of lens thickness to axial length for biometric standardization in angle-closure glaucoma*. *American journal of ophthalmology*, 1985. **99**(4): p. 400-402.
 134. Lan, Y.-W., J.-W. Hsieh, and P.-T. Hung, *Ocular biometry in acute and chronic angle-closure glaucoma*. *Ophthalmologica*, 2007. **221**(6): p. 388-394.
 135. Kim, M., et al., *Changes in anterior chamber configuration after cataract surgery as measured by anterior segment optical coherence tomography*. *Korean Journal of Ophthalmology*, 2011. **25**(2): p. 77-83.
 136. Mansouri, M., et al., *Anterior segment optical coherence tomography parameters in phacomorphic angle closure and mature cataracts*. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2014. **55**(11): p. 7403-9.
 137. Savage, J.A., et al., *Extracapsular cataract extraction and posterior chamber intraocular lens implantation in glaucomatous eyes*. *Ophthalmology*, 1985. **92**(11): p. 1506-1516.
 138. McGuigan, L.J., et al., *Extracapsular cataract extraction and posterior chamber lens implantation in eyes with preexisting glaucoma*. *Archives of Ophthalmology*, 1986. **104**(9): p. 1301-1308.
 139. Meyer, M.A., M.L. Savitt, and E. Kopitas, *The effect of phacoemulsification on aqueous outflow facility*. *Ophthalmology*, 1997. **104**(8): p. 1221-1227.
 140. Tennen, D.G. and S. Masket, *Short-and long-term effect of clear corneal incisions on intraocular pressure*. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, 1996. **22**(5): p. 568-570.
 141. Kim, D.D., J.W. Doyle, and M.F. Smith, *Intraocular pressure reduction following phacoemulsification cataract extraction with posterior chamber lens implantation in glaucoma patients*. *Ophthalmic Surgery, Lasers and Imaging Retina*, 1999. **30**(1): p. 37-40.

142. Hayashi, K., et al., *Changes in anterior chamber angle width and depth after intraocular lens implantation in eyes with glaucoma*. Ophthalmology, 2000. **107**(4): p. 698-703.
143. Roberts, T.V., et al., *Primary phacoemulsification for uncontrolled angle-closure glaucoma*. Journal of Cataract & Refractive Surgery, 2000. **26**(7): p. 1012-1016.
144. Liu, C.J.-l., et al., *Factors predicting intraocular pressure control after phacoemulsification in angle-closure glaucoma*. Archives of ophthalmology, 2006. **124**(10): p. 1390-1394.
145. Demirbay, P., et al., *Ekstrakapsüler katarakt ekstraksiyonu ve fakoemulsifikasyon cerrahisi sonrası göz içi basınç değişimi*. MN Oftalmoloji, 2001. **8**: p. 346-348.
146. Kim, E.K., et al., *Viscoelastic protection from endothelial damage by air bubbles*. Journal of Cataract & Refractive Surgery, 2002. **28**(6): p. 1047-1053.
147. Cameron, M.D., J.F. Poyer, and S.D. Aust, *Identification of free radicals produced during phacoemulsification*. Journal of Cataract & Refractive Surgery, 2001. **27**(3): p. 463-470.
148. Hayashi, K., et al., *Risk factors for corneal endothelial injury during phacoemulsification*. Journal of Cataract & Refractive Surgery, 1996. **22**(8): p. 1079-1084.
149. Lundberg, B., M. Jonsson, and A. Behndig, *Postoperative corneal swelling correlates strongly to corneal endothelial cell loss after phacoemulsification cataract surgery*. American journal of ophthalmology, 2005. **139**(6): p. 1035-1041.
150. Ventura, A.S., R. Wälti, and M. Böhnke, *Corneal thickness and endothelial density before and after cataract surgery*. British journal of ophthalmology, 2001. **85**(1): p. 18-20.
151. Kranitz, K., et al., *Corneal changes in progressive keratoconus after cross-linking assessed by Scheimpflug camera*. J Refract Surg, 2012. **28**(9): p. 645-9.
152. Rainer, G., et al., *Comparison of ultrasound pachymetry and partial coherence interferometry in the measurement of central corneal thickness*. J Cataract Refract Surg, 2002. **28**(12): p. 2142-5.
153. Bechmann, M., et al., *Central corneal thickness determined with optical coherence tomography in various types of glaucoma*. Br J Ophthalmol, 2000. **84**(11): p. 1233-7.
154. Cosar, C.B. and A.B. Sener, *Orbscan corneal topography system in evaluating the anterior structures of the human eye*. Cornea, 2003. **22**(2): p. 118-21.
155. Gul, A., et al., *Ocular biometry and central corneal thickness in children: a hospital-based study*. Arq Bras Oftalmol, 2014. **77**(3): p. 152-4.
156. Shah, S., et al., *Assessment of the diurnal variation in central corneal thickness and intraocular pressure for patients with suspected glaucoma*. Ophthalmology, 2000. **107**(6): p. 1191-3.