

T.C.
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
GÖZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

KATARAKT HASTALARINDA GONYOSKOPIK MUAYENENİN
BIOMETRİK ÖLÇÜMLER ÜZERİNE
ETKİSİ

Uzmanlık Tezi

Dr. Ahmet Taner UYSAL

Trabzon-2019

T.C.
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
GÖZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

KATARAKT HASTALARINDA GONYOSKOPIK MUAYENENİN
BIOMETRİK ÖLÇÜMLER ÜZERİNE
ETKİSİ

Uzmanlık Tezi

Dr. Ahmet Taner UYSAL

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Adem TÜRK

Trabzon-2019

ÖNSÖZ

Tez danışmanım olarak çalışmam ve uzmanlık eğitimim süresince her aşamada yardımını, desteğini ve zamanını esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. Adem Türk'e,

Uzmanlık eğitimim ve tez çalışmalarım boyunca bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım değerli hocalarım Prof. Dr. Nurettin Akyol, Prof. Dr. Halil İbrahim İmamoğlu, Prof. Dr. Hidayet Erdöl, Doç. Dr. Mehmet Kola ve Dr. Öğr. Üyesi Dilek Uzlu'ya,

Rotasyon eğitimim sırasında katkılarından dolayı Anestezi ve Reanimasyon Anabilim Dalı öğretim üyeleri, asistan ve klinik çalışanlarına,

Uzmanlık eğitimim boyunca birlikte çalışmaktan keyif aldığım asistan, hemşire, teknisyen ve personel arkadaşlarıma,

Her koşulda yanımda olan ve desteklerini hep hissettiğim sevgili aileme,

Sevgisini ve desteğini hep hissettiğim, varlığından güç aldığım biricik eşim Emel Uysal ve moral kaynağım kızım Pelin Uysal'a teşekkür ederim.

Dr. Ahmet Taner Uysal

ÖZET

Katarakt hastalarında gonyoskopik muayenenin biyometrik ölçümler üzerine etkisi.

Uysal AT, Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi, Trabzon, 2018.

Amaç: Gonyoskopik muayenenin göz içi lensi (GİL) gücünü tayin etmede kullanılan oküler biyometrik ölçüm parametreleri üzerine olan muhtemel etkilerini araştırmak.

Gereç ve yöntem: Prospektif olarak gerçekleştirilen bu çalışmada, 20 Temmuz 2015 - 20 Temmuz 2016 tarihleri arasında Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Kliniği'ne başvuran ve rutin göz muayenesi sırasında katarakt olduğu tespit edilen, cerrahi endikasyon doğrultusunda preoperatif hazırlık yapılan 60 hastanın 120 gözü değerlendirildi. Katılımcıların cerrahi uygulanacak olan tek gözlerine Goldmann 3 aynalı merceği ile gonyoskopik muayene yapıldı ve diğer gözleri kontrol grubu olarak belirlendi. Biyometrik ölçümler ve GİL gücü ölçümleri gonyoskopik muayene öncesinde ve sonrasında 5. dakikada, 15. dakikada ve 30. dakikada hastaların her iki gözlerinde de olmak üzere gerçekleştirildi. Tekrarlayan biyometrik ölçümlerden elde edilen yatay ve dikey keratometri (K1, K2), yatay kornea çapı (YKÇ), merkezi kornea kalınlığı (MKK), ön kamara derinliği (ÖKD), pupil çapı (PÇ), aksiyel uzunluk (AU) ve GİL gücü değerleri (SRK/T ve Haigis formülleri kullanılarak) kaydedildi. Gonyoskopi uygulanan ve uygulanmayan gözlere ait ölçüm neticeleri istatistiksel olarak kıyas edildi.

Bulgular: Çalışmadaki 32'si kadın (%53,3), 28'i (%46,7) erkek toplam 65 hastanın yaş ortalaması $69,05 \pm 9,97$ (46-93) idi. Gonyoskopi uygulanan grupta 2.4 mm'deki K1 değerine ait müteakip ölçümlerde istatistiksel olarak fark oluşmadığı, 2.4 mm'deki K2 değerlerinde ise sadece bazal değerler ile 15. dakikada alınan değerler arasında anlamlı fark olduğu ($p=0,007$), diğer zaman dilimlerinde ise bazal değerlere nispeten fark oluşmadığı görüldü. Yine 3.3 mm'den alınan K1 ve K2 değerlerinin bazal değerlere nispeten müteakip ölçümlerde istatistiksel olarak fark

sergilemediği görüldü. MKK değerleri açısından gonyoskopi uygulanan grupta bazal değerler ile müteakip ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı farkın geliştiği ve ölçülen değerlerin bazal değerlere nispeten daha yüksek çıktığı görüldü ($p<0,05$). YK, ÖKD, P, AU değerleri ile SRK/T ve Haigis formülleri kullanılarak hesap edilen GİL gücü değerlerinin ise hem gonyoskopi uygulanan grupta hem de gonyoskopi uygulanmayan grupta müteakip ölçümlerde anlamlı bir farklılık sergilemediği görüldü (hepsi için $p>0,05$).

Sonuç: Oküler biyometrik ölçümlerin öncesinde gerçekleştirilen gonyoskopik muayene uygulamasının biyometrik ölçümler neticesinde hesaplanacak GİL gücü değerleri üzerine etkili olmadığı, ancak klinik olarak anlamlı olmasa da geçici olarak keratometri ve MKK değerlerini etkileyebildiği görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Gonyoskopi, Katarakt, biyometri, göziçi lensler

SUMMARY

Effect of gonioscopic examination on biometric measurements in cataract patients.

Uysal AT, Karadeniz Technical University Faculty of Medicine, Trabzon, 2018.

Purpose: To investigate the possible effects of gonioscopic examination on ocular biometric parameters used to determine intraocular lens (IOL) power.

Method: In this prospective study, 120 eyes of 60 patients who were admitted to the Black Sea Technical University Eye Clinic between 20 July 2015 - 20 July 2016 and who were found to have cataracts during routine eye examinations and who were prepared preoperatively for surgical indications were evaluated. Gonioscopic examination was performed with the Goldmann 3-mirror-lens in the single eyes of the participants who were to undergo surgery and the other eye of the participants were identified as the control group. Biometric measurements and IOL power measurements were performed before gonioscopic examination and at the 5th minute, 15th minute and 30th minute in both eyes of the patients. Horizontal and vertical keratometry (K1, K2), horizontal corneal diameter, central corneal thickness (CCT), anterior chamber depth (ACD), pupil diameter, axial length (AL) and IOL power values (using SRK / T and Haigis formulas) obtained from repeated biometric measurements were recorded. The measurements of gonioscopy using eyes and gonioscopy non-using eyes were compared statistically.

Results: 32 women (53.3%) and 28 male (46.7%) patients were included in the study. The mean age of these patients was 69.05 ± 9.97 (46-93). There was no statistically significant difference in the subsequent measurements of K1 value at 2.4 mm in the gonioscopy group and at K2 values at 2.4 mm there was a significant difference between only baseline values and 15 minute values ($p = 0.007$), at other time periods, it was seen that the basal values did not differ relatively. It was also observed that K1 and K2 values obtained from 3.3 mm did not show any statistical difference in the subsequent measurements compared to the baseline values. There

was a statistically significant difference between the baseline values and the subsequent measurements in the gonioscopy group in terms of CCT values and the measured values were found to be relatively higher than the baseline values ($p < 0.05$). It was seen that horizontal corneal diameter, ACD, pupil diameter, AL and the IOL power values calculated by using SRK / T and Haigis formulas did not show any significant difference in the subsequent measurements in both the gonioscopy-using group and the gonioscopy non-using group ($p > 0,05$ for all).

Conclusion: It was observed that the gonioscopic examination performed before the ocular biometric measurements was not effective on the IOL power values calculated on the basis of the biometric measurements but could temporarily affect the keratometry and CCT values even though it was not clinically significant.

Keywords: Biometry; Cataract; Gonioscopy; Lenses, Intraocular

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
ÖZET.....	ii
SUMMARY.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	vi
KISALTMALAR DİZİNİ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
TABLolar DİZİNİ.....	xi
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Ön Segment Anatomisi.....	3
2.1.1. Kornea.....	3
2.1.2. Korneoskleral Limbus.....	3
2.1.3. Ön Kamara.....	4
2.1.4. Ön Kamara Açısı	4
2.1.5. Pupilla	5
2.1.6. Lens.....	5
2.2. Gonyoskopi	6
2.2.1. Gonyoskopik Sınıflandırma Sistemi	7
2.3. Katarakt.....	9
2.3.1. Epidemiyoloji.....	9

2.3.2. Katarakt Nedenleri.....	9
2.3.3. Kataraktın Tanısı.....	10
2.3.4. Kataraktın Sınıflandırılması.....	10
2.3.5. Katarakt Tedavisi.....	11
2.4. Biyometri Parametreleri.....	11
2.4.1. Kornea Kırma Gücü Ölçümü	12
2.4.2. Aksiyel Uzunluk Ölçümü	13
2.4.3. Tahmini Ön Kamara Derinliği Ölçümü.....	14
2.4.4 Göz İçi Lens Gücünü Etkileyen Diğer Faktörler.....	15
2.5. İntraoküler Lens Gücü Ölçüm Formülleri.....	16
2.5.1. Teorik Formüller.....	16
2.5.2. Regresyon Formülleri.....	16
2.5.3. İkinci Kuşak Formüller.....	17
2.5.4. Üçüncü Kuşak Formüller.....	18
2.5.5. Dördüncü Kuşak Formüller.....	18
3. YÖNTEM VE GEREÇLER.....	20
3.1. Hasta Seçimi.....	20
3.1.1. Çalışmaya dahil edilme kriterleri.....	20
3.1.2. Çalışmaya dahil edilmeme kriterleri.....	20
3.2. Çalışma Protokolü.....	21
3.3. İstatistiksel Analiz.....	23
4. BULGULAR.....	25

5. TARTIŞMA.....	33
6. SONUÇLAR.....	41
7. KAYNAKLAR.....	42
8. EKLER.....	47



KISALTMALAR DİZİNİ

GİL:	Göz içi lensi
AU:	Aksiyel uzunluk
ÖKD:	Ön kamara derinliği
K1,K2:	Keratometri değerleri
D:	Dioptri
UBM:	Ultrasonik biometri
μ:	Mikron
UV:	Ultraviyole
Nm:	Nanometre
Mm:	Milimetre
ELP:	Efektif lens pozisyonudur
ODKR:	Optik düşük koherens reflektometri
MKK:	Santral korneal kalınlık

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Ön kamara açısı anatomisi.....	5
Şekil 2. Shaffer açısı derecelendirme sistemi	8
Şekil 3. Goldmann 3 aynalı lensinin görüntüsü.....	21
Şekil 4. Nidek AL-Scan Optik biyometri cihazının görünümü.....	22
Şekil 5. Nidek AL-Scan Optik biyometri ile bir katılımcıdan elde edilen ve çeşitli biyometrik ölçümleri içeren ekran görüntüsü.....	23



TABLolar DİZİNİ

Tablo 1. Kataraktlı hastaların gonyoskopi ölçümlerine ait müteakip ölçümlerdeki ortalama keratometri değerleri.....	26
Tablo 2. Kataraktlı hastaların gonyoskopi uygulanmayan gözlerine ait müteakip ölçümlerde alınan ortalama keratometri değerleri.....	27
Tablo 3. Çalışmaya dahil edilen kataraktlı hastaların gonyoskopi uygulanan gözlerine ait müteakip ön segment parametre ölçüm değerleri.....	29
Tablo 4. Çalışmaya dahil edilen kataraktlı hastaların gonyoskopi uygulanmayan gözlerine ait müteakip ön segment parametre ölçüm değerleri.....	30
Tablo 5. Çalışmaya dahil edilen kataraktlı hastaların gonyoskopi uygulanan gözlerine ait müteakip GİL gücü ölçüm sonuçları.....	31
Tablo 6. Çalışmaya dahil edilen kataraktlı hastaların gonyoskopi uygulanmayan gözlerine ait müteakip GİL gücü ölçüm sonuçları.....	32

1.GİRİŞ VE AMAÇ

Katarakt, tüm dünyada görme kaybının en önemli, en yaygın ve tedavi edilebilir sebepleri arasında yer almaktadır. Görme kaybının derecesine göre kataraktlı olgularda yaşam kalitesi anlamlı ölçüde etkilenebilmektedir. Günümüzde katarakt tedavisinde modern fakoemülsifikasyon cerrahisi uygulanmaktadır. Teknolojideki gelişmelere paralel olarak, fakoemülsifikasyon cerrahisi yalnızca katarakt nedeniyle değil, refraktif nedenlerle de uygulanmakta ve yalnızca ameliyatın değil, refraktif sonuçlarının da mükemmelliğe ulaşması hedeflenmektedir. Cerrahi işlem sonrasında istenilen refraktif sonuçların elde edilebilmesinde GİL gücünün doğru hesaplanabilmesi oldukça önemli bir yer tutmaktadır.

Oküler biyometri cihazları başlıca keratometri değerlerini (K1,K2), aksiyel uzunluğu (AU) ve ön kamara derinliğini (ÖKD) hesaplayarak yapısında mevcut bulunan çeşitli biyometrik formüller vasıtasıyla GİL gücünü hesaplamaktadır. Dolayısıyla GİL gücünün doğru hesaplanabilmesi için bu parametrelerin de doğru ölçülmüş olması gerekmektedir.

Katarakt ameliyatına aday kişilerin bir kısmında rutin oftalmolojik muayene esnasında gonyoskopik muayenelerin yapılması gerekmektedir. Gonyoskopik muayene özellikle iridokorneal açının dar olduğu düşünülen, sığ ön kamara derinliği bulunan, psödoeksfoliasyon ya da iris dokusunda neovaskülarizasyon tespit edilen bireylerde ve glokom hastalarında rutin olarak yapılması gereken bir değerlendirme yöntemidir. Dolayısıyla bahsedilen oküler özellikleri bulunan katarakt hastalarında ameliyat öncesi gonyoskopik muayenelerin yapılması cerrahiye bağlı gelişebilecek komplikasyonların önlenmesi açısından oldukça önem arz etmektedir.

Gonyoskopik muayene sonrası gözün ön kamara hacmi ve aksiyel uzunluğu gibi biyometrik ölçümlerine ait ilk yarım saatte geri dönüşebilen etkilenmelerin geliştiğini bildiren literatürde çalışmalar bulunmaktadır. Ancak çalışma gruplarındaki yaş ortalamalarının düşük olduğu görülmektedir. Artan yaşla birlikte oküler rijidite ve kornea elastisitesindeki değişimlerin gelişmesi bahsedilen çalışmalara ait sonuçların kataraktın daha yoğun görüldüğü ileri yaş grubuna uygulanmalarını sınırlamaktadır. Dolayısıyla kataraktojenik yaşlarda gonyoskopik muayene yoluyla

korneaya gerekleŒecek temasın oküler biyometrik ölçümler üzerine olabilecek muhtemel etkileri halan daha tam olarak anlaŒılamamıŒtır.

Bu alıŒmadaki amacımız, kataraktı olan hastalarda cerrahi öncesi gonyoskopik muayene uygulanmak zorunda kalınan olgularda, gonyoskopik muayenenin GİL gücünü tayin etmede kullanılan oküler biyometrik ölçüm parametreleri üzerine olan muhtemel etkilerini araŒtırmaktır. Klinik pratikte sıkça gerekleŒtirilen, kataraktı olan hastalarda cerrahi öncesi gonyoskopik muayene ve GİL gücü hesaplanması konusuna açıklık getirilmesi ve literatürdeki boŒluğın doldurulması amalanmıŒtır.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Ön Segment Anatomisi

2.1.1. Kornea

Kornea, göz küresinin 1/6 kısmını oluşturan saydam, avasküler, horizontal-oval bir yapıdır. Dış yüzünün vertikal çapı ortalama 11.0 mm, horizontal çapı ortalama 12.6 mm iken iç yüzü daha yuvarlaktır ve iç yüzde horizontal ve vertikal çaplar ortalama 11.6 mm olacak şekilde birbirine eşittir. Doğumdan sonra 3. yılın sonuna kadar büyümeye devam eden korneanın merkezi kalınlığı, yaşamın ilk haftasında 0.58 mm iken erişkinde 0.52 mm'dir. Kornea önden arkaya sırayla epitel, bowman tabakası, stroma, descemet membranı ve endotel olmak üzere 5 tabakadan oluşmaktadır.

Kornea refraktif imajın retina üzerine odaklanmasında önemli rol oynar. Toplam kornea kırıcılığı ortalama 42,3 diyoptri olup, gözün toplam kırıcılığının % 70' i kadardır. Kornea ön yüzünün merkezi eğrilik yarıçapı 7,8 mm olup bu 48,2 diyoptrilik güce denk gelir. Bu yüzey eğriliğinin yanında hava (n=1,00) ve kornea (n=1,376) arasındaki refraktif indeks farkı da kırılma olayında önemlidir. Buna zıt olarak korneanın arka yüzeyinin eğrilik yarıçapı 6,8 mm olup, toplamda 5,9 diyoptrilik negatif bir güç oluşturur. Kornea ile kamaralar sıvısı arasında ise minimal bir refraktif indeks farkı (1,376-1,336) vardır (1).

2.1.2. Korneoskleral Limbus

Korneadan skleraya geçişin olduğu dairesel bir bölgedir. Horizontal meridyende 1.0-1.5 mm, vertikal meridyende ise 1.5-2.0 mm genişliğindedir. Ön kamara açısıyla olan ilişkisinden ve cerrahi işaret olarak kullanılmasından dolayı önemli bir bölgedir. Limbusun iç yüzünde skleral sulkus bulunur. Dış tarafında Schlemm kanalını, iç tarafında trabeküler ağı içerir. Ön sınırını Schwalbe hattı oluştururken, keskin arka kenarında sklera mahmuzunu yer alır.

2.1.3. Ön Kamara

Ön tarafında korneanın posterior yüzeyi, arkasında lensin pupiller parçası ile irisin anterioru, periferde trabeküler ağ, skleral mahmuz, silyer cisim ve iris kökü arasında kalan alan, ön kamarayı oluşturur. Ön kamaranın en büyük çapı 11,3 ile 12,4 mm arasında veya yaklaşık olarak kornea çapı kadardır.

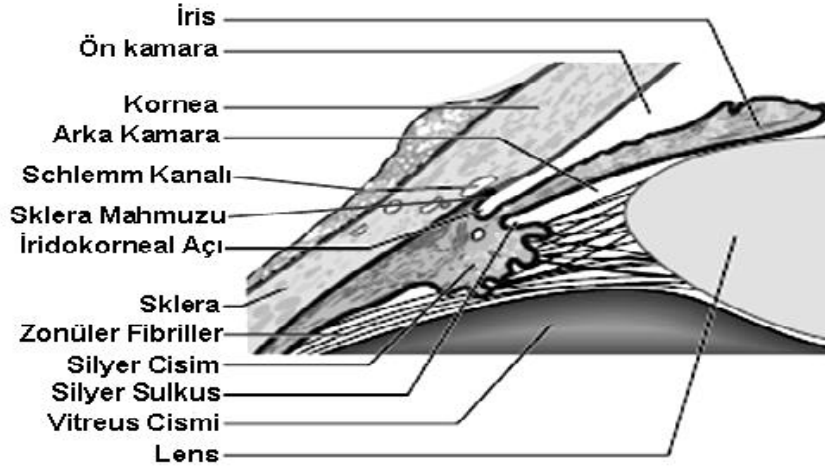
Ön kamara derinliğini etkileyen başlıca faktörler; aksiyel uzunluk, ırk, cinsiyet, yaş ve genetikdir (2).

Ön kamara, hipermetroplarda, miyoplara göre daha sığdır. Hipermetroplarda ön kamara derinliği 3-3,5 mm, emetroplarda 3,1-3,6 mm iken; miyoplarda 3-3,8 mm'dir. Ön kamara derinliği, genellikle lensin kalınlaşmasına bağlı olarak yaşla birlikte azalır (3). 15 yaşından önce derinlik 3,6- 3,65 mm, 15- 35 yaşları arasında 3-3,7 mm, 35-55 yaşları arasında 2,8-3,3 mm'dir. Erkeklerde ön kamara daha derindir (2).

Maksimum akomodasyonda ön kamara derinliği 0,24 mm kadar azalır (4). Kristalin lensin ön kutbunun öne protrüzyonu sonucunda ÖKD düşer (5). Lens kalınlık artışına ilaveten lensin korneaya doğru hareketi de bu düşüşün sebebi olabilir (6).

2.1.4. Ön Kamara Açısı

Kornea ile irisin birleşme yerinde bulunan ön kamara açısı (iridokorneal açı), trabeküler ağ yapısını içerir ve aközün dışı akımından sorumlu bir bölgedir (Şekil 1). Ön kamara, ön tarafta korneanın posterior yüzeyi, arkada lensin pupiller parçası ile irisin anterioru, periferde trabeküler ağ, sklera mahmuzunu, silyer cisim ve iris kökü bulunur. Açı bölgesi ön kamaranın en dar kısmını oluşturur.



Şekil 1. Ön kamara açısı anatomisi (7)

Ön kamara açısı şu yapıları içerir; schwalbe hattı, trabeküler ağ, schlemm kanalı, sklera mahmuzu, siliyer cisim, iris kökü.

2.1.5. Pupilla

Pupilla, irisin ortasında bulunan, aköz hümanın arka kamaradan ön kamaraya geçişini sağlayan açıklıktır. Göze giren ışık miktarını ayarlayarak odak derinliğini artırırken sferik ve kromatik aberasyonları önler. Normal pupillanın çapı 2-6 mm olup, normal ışıklandırılmış bir odada ortalama 3 mm'dir. İnfantlarda pupilla daha küçük olup 7-8 yaşlarında normal çapına ulaşır. Yaşlılarda daha küçük olma eğilimindedir. Normal insanların % 20'sinde pupilla çapları farklıdır buna fizyolojik anizokori olarak adlandırılmaktadır (1).

2.1.6. Lens

Kristalin lens, iris ve pupillanın arkasına yerleşmiş yaklaşık 9 mm çapında ve 5 mm kalınlığında olan tamamen şeffaf, bikonveks bir yapıdır. Lens ön yüzü arka yüzüne göre daha düzdür. Lensin ön ve arka yüzlerinin eğrilikleri küresel değil, paraboliktir. Ön yüzün eğrilik yarıçapı 10 mm, arka yüzün eğrilik yarıçapı 6 mm'dir. Lens arka yüzünün meydana getirdiği 0.5 D kurala aykırı astigmatizma korneanın 0.5 D uygun fizyolojik astigmatizması ile yok edilir. Lens +20 D dolayındaki kırma gücüyle, korneadan sonra gözün ikinci önemli refraktif gücünü oluşturur.

Lens üç bölümden oluşur:

1-Lens kapsülü: Lens kapsülü, lensin yapısal elamanları olan epitel hücreleri ve fibrilleri saran, koruyan dıştaki elastik ve şeffaf tabakadır. Lens kapsülü, yumuşak, homojen, asellüler bir yapıdadır. Ön ve arka kapsülde ince, ekvatora yakın zonüllerin yapışma yerlerinde en kalındır. Anterior lens kapsülü, vücudun en kalın bazal membranı olup, anterior lens epitelinin bazal membranıdır. Posterior lens kapsülü, kapsülün en ince kısmıdır.

2-Anterior lens epiteli: Anterior lens kapsülünün hemen altında yerleşmiş tek sıra hücrelerden oluşur.

3- Korteks ve nükleus: Lensten hiçbir zaman hücre kaybı olmaz. Yeni oluşanlar en dışta iken eski üretilen fibriller merkezde sıkıştırılmış halde kalırlar. En eskileri olan embriyonik ve fetal nükleuslar ise lensin en ortasındadır ve klinik pratikte buna 'nükleus' denilir. Bunun etrafındaki yumuşak olan infantil ve erişkin nükleusa ise epinükleus denilir. Korteks ve nükleus arasında belirgin bir morfolojik fark yoktur ve aralarında geçiş kademelidir.

2.2. Gonyoskopi

Ön kamara açısını değerlendirmede günümüzde standart yöntem olan gonyoskopi, 1800'lü yılların sonlarında Trantas tarafından geliştirilmiştir. Gözlemcinin deneyimi ve ortam aydınlatması gibi faktörlere dayandığı için, farklı sonuçlara yol açabilen oldukça subjektif bir değerlendirme tekniğidir. Korneaya farkında olmadan yapılabilecek aşırı bası ya da muayene sırasında aşırı aydınlık ortam, ön kamara açısının olduğundan daha geniş tahmin edilmesine yol açabilmektedir.

Normal bir gözde açığı gonyoskopik lens olmadan incelemek mümkün değildir. Snell kanununa göre yüksek yoğunluktaki bir ortamdan düşük yoğunluktaki ortama geçen ışık, doğrultusundan uzaklaşarak kırılmaktadır. Ön kamaradan yayılan ışık, gözyaşı-hava birleşimine geldiğinde, kritik açı olan 46° den daha küçük bir açı ile geliyorsa dahili yansıma uğrar. Gonyolensler bu dahili yansıma problemini çözdüğünden açının izlenmesine olanak sağlar (8).

Direkt ve indirekt gonyolensler olmak üzere iki çeşit gonyolens mevcuttur. Direkt gonyolensler dahili yansıma problemini keskin konveks yapıları sayesinde çözerken, indirekt lensler aynalar ya da prizmalar ile çözmektedir (8). Direkt gonyolensler ön kamaranın düz görüntüsünü sağlarlar. Koeppe, Barkan ve Swan-Jacobs lensleri direkt gonyolenslerdir (8). İndirekt lenslerin birçok çeşidi vardır. Goldmann lensi; bir, iki veya üç ayna içerebilir. Korneaya visköz metilselüloz maddesi ile birlikte yerleştirilir. Temas yüzeyi 12 mm olup kornea yüzeyinden daha geniştir. Lens üzerine yapılacak aşırı bası açının olduğundan daha dar izlenmesine yol açacaktır. Tersine kornea yüzeyi ve lens arasında boşluk oluşması ve emme etkisinden dolayı, açının olduğundan daha geniş izlenmesi ile sonuçlanabilir (8). Zeiss lensinde 4 ayna bulunur ve minimal rotasyon ile açının tamamının görünmesi sağlanır. Topikal anestetik madde ve yapay gözyaşı ile birlikte kullanılır. Temas yüzeyi 9 mm olup kornea çapından daha küçüktür (8).

Gonyoskopi, anormal açı yapılarını belirlemek ve ön kamara açısının genişliğini hesaplamak gibi tanıya yönelik olarak veya gonyotomi, lazer trabeküloplasti gibi cerrahi girişimler sırasında açığı görüntülemek amacıyla kullanılmaktadır. Gonyoskopi, muayene esnasında korneaya temas edildiği için kornea biyomekaniğinde kısa süreli ve geri dönüşümlü bazı değişiklikler ortaya çıkmaktadır. Ayrıca gözün ön kamara hacmi ve aksiyel uzunluğu gibi biyometrik ölçümlerine ait ilk yarım saatte geri dönüşebilen etkilenmelerin geliştiğini bildiren literatürde çalışmalar bulunmaktadır (9) (10).

2.2.1. Gonyoskopik sınıflandırma sistemi

“Uluslararası Glokom Topluluğu”; gonyoskopinin karanlık bir odada, hasta dümdüz karşıya bakarken ve açı yapılarını yeterince aydınlatmaya yetecek 1 mm’lik ışık hüzmesi kullanılarak yapılması konusunda görüş birliğine varmışlardır (11).

Gonyoskopide görülen açı bulgularını belgelemek için önerilen birkaç tane evreleme sistemi vardır. Bunlardan en önemlileri; Scheie, Shaffer ve Spaeth sistemleridir. Çalışmamızda Shaffer sistemini kullanarak ön kamara açısını değerlendirildi.

- **Shaffer sistemi**

En sık kullanılan ve muhtemelen en basit evreleme sistemi, açının 0 (kapalı)'dan 4 (geniş açık)'e kadar derecelendirildiği Shaffer sistemidir (12) (13). Aslında açı derinliği; kornea endoteli ile iris ön yüzeyi arasında şekillenen geometrik açı ile tahmin edilmektedir. Klinik uygulamada hekim, açı elemanlarının görülebilirliklerine göre derecelendirmektedir. Bu sistem açığa sayısal bir derece (0-4) vermekte, açının anatomik tanımlamasını yapmakta, derece cinsinden genişliğini ve tahmini klinik yorumu da yapmaktadır:

Evre 4 (35-45 derece): Siliyer cismin görüldüğü en geniş açıdır. Miyopi ve afaki'de rastlanır, kapanması mümkün değildir.

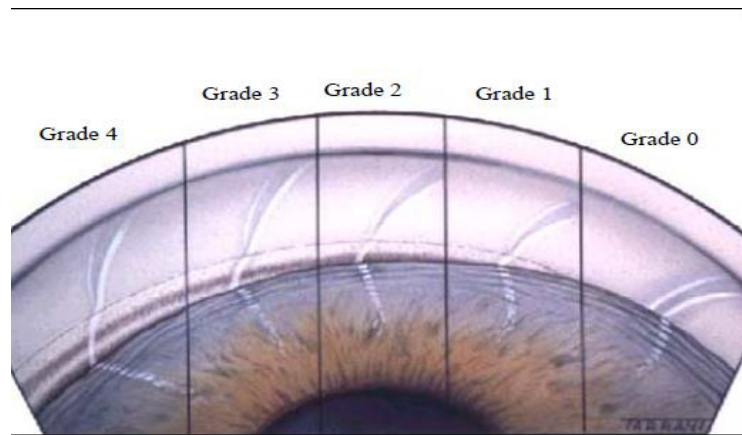
Evre 3 (20-35 derece): En azından sklera mahmuzunun seçilebildiği açık bir açıdır, kapanması mümkün değildir.

Evre 2 (20 derece): Sadece trabekülumun izlenebildiği orta derecede dar bir açıdır, kapanması mümkünse de nadiren gerçekleşir.

Evre 1 (10 derece): Sadece Schwalbe hattının, belki trabekülumun üst kısmının seçilebildiği oldukça dar bir açıdır, kapanma riski yüksektir.

Kesit şeklinde açı: Burada gözle görünür iridokorneal temas olmamakla birlikte açı elemanlarının hiçbirini görmek mümkün değildir, kapanma riski en yüksek olan açıdır.

Evre 0 (0 derece): İridokorneal temas sayesinde kapanmış olan açıdır. Korneal kamanın apeks noktasının seçilemeyişi ile tanı konur.



Şekil 2. Shaffer açı derecelendirme sistemi (13)

2.3. Katarakt

Katarakt terimi, şelale anlamına gelen Latince kökenli bir kelimedir ve rönesansla birlikte ortaçağ latinesinde kullanılmaya başlamıştır (14).

Katarakt, saydam olan lensin progresif olarak kesifleşmesi, bulanıklaşması ve retinada net bir görüntünün oluşmasını engellemesidir (15). Oluşan opasitelerin bir kısmı sabit ve lokalize iken bir kısmı da ilerleyici ve yaygın şekilde gözlenir. Katarakt tedavi edilebilir körlük nedenlerinin başında yer alır. Etiyolojide birçok neden sayılmakla birlikte katarakt oluşumu sırasında oluşan mekanizmalar tam olarak aydınlatılmış değildir. Bu nedenle de oluşumunun engellenmesinde henüz başarılı olunamamış ve günümüzde tedavisi sadece cerrahi olarak yapılmaktadır (16).

2.3.1. Epidemiyoloji

WHO 1990 yılında dünya genelinde 38 milyon görme engelli insanın olduğunu bunların da yaklaşık 16 milyonunda (%41,8) nedenin katarakt olduğunu bildirmiştir. Dünya genelinde yaşlı nüfus oranı giderek artmaktadır. WHO 2020 yılında katarakta bağlı görme yeteneğini kaybetmiş insan sayısının 40 milyona ulaşacağını bildirmektedir. Bu da tek tedavi yöntemi olan cerrahinin sayısının üç katına çıkması anlamına gelmektedir (17).

2.3.2. Katarakt nedenleri

Kataraktın gelişmesinde birçok etken suçlanmaktadır. Büyük çoğunluğunun nedeni yaşa bağlı olarak gelişen kataraktır. Yaş ilerledikçe katarakt gelişimi oranı da artar (18). Yapılan çalışmalarda kadınlarda erkeklere göre biraz daha fazla olduğu saptanmıştır (19). Siyah ırkta beyazlara göre daha fazla kortikal ve nükleer katarakt geliştiği tespit edilmiştir. Çeşitli çalışmalarda aile hikayesinin de katarakt riskinde artışa neden olduğu belirtilmiştir.

Bazı ilaçlarda katarakt gelişiminde rol oynayabilmektedir. Kortikosteroidler, fenotiazinler, klorokin, miyotik kolinerjikler, kanser ilaçları, fotosensitif ve trankilizanlar katarakt gelişimine neden olabilir (20). Elektromagnetik radyasyon ve nötron gibi ağır, yüksüz partiküller, radyasyon kataraktına neden olabilir (21). 295

nm dalga boyundaki ultraviyole ışınları (UV) korneadan geçerek lens tarafından absorbe edilir. UV ışınlarının katarakta neden olduğu gösterilmiştir (22). Sigara dumanı içinde yer alan siyanidin lens proteinleri karbamilasyonuna neden olarak katarakt gelişimine katkıda bulunmaktadır (21).

Hipoparatiroidide görülen hipokalsemi de, erişkin ve çocuklarda katarakt gelişimine neden olabilmektedir. Katarakt sistemik hastalıkların bir komponenti olarak da karşımıza çıkabilir. Metabolik hastalıklar (galaktozemi, diyabet, Fabry hastalığı vb.), pseudoeksfolyasyon sendromu, dermatolojik hastalıklar (atopik dermatit, iktiyozis), santral sinir sistemi hastalıklarıyla (Nörofibromatosis tip 2, Zellweger sendromu, Norrie hastalığı) birlikte olabilir. Ayrıca birçok göz içi hastalıkla birlikte katarakt görülebilir. Bunlar glokom, üveit, retinal dejenerasyonlar (retinitis pigmentoza, gyrat atrofi, dejeneratif miyopi) retina dekolmanı ve cerrahisi şeklinde sıralanabilir. Gözün künt veya penetran travmalara maruz kalması da katarakta neden olabilir (21) (23).

2.3.3. Kataraktın Tanısı

Slit-lamp biyomikroskopi kataraktı incelemek ve değerlendirmek için başlıca yöntemdir. Buna rağmen biyomikroskopi sıklıkla hastanın görme keskinliği ve fonksiyonu ile bağdaşmaz. Yapısal proteinler, konvansiyonel biyomikroskopi ile ilişkili ışık saçılımı ve görme fonksiyonu arasındaki ilişki basit değildir. Lens muayenesi pupilla genişletilerek yapılır.

2.3.4. Kataraktın Sınıflandırılması

A- Seyrine Göre; 1- Doğumsal, 2- Edinsel

B- Anatomik Lokalizasyonuna Göre; 1- Kortikal, 2- Nükleer, 3- Subkapsüler, 4- Mikst

C- Etiyolojisine Göre; 1- Konjenital ve İnfantil, 2- Senil, 3- Travmatik, 4- Komplike, 5- Patolojik, 6- Sekonder (24).

2.3.5. Katarakt Tedavisi

Günümüzde katarakt tedavisinde modern fakoemülsifikasyon cerrahisi uygulanmaktadır. Cerrahi işlem sonrasında istenilen refraktif sonuçların elde edilebilmesinde ise GİL gücünün doğru hesaplanabilmesi oldukça önemli bir yer tutmaktadır. GİL gücü hesaplanmasında kullanılan optik biyometri ise ultrasonik biyometriye nazaran daha kolay ve pratik kullanımı, artmış hasta konforu ve tekrarlanabilir ölçüm yapılabilmesi nedeni ile günümüzde daha ön planda tercih edilmektedir. Okuler biyometri cihazları başlıca aksiyel uzunluk (AU), ön kamara derinliği (ÖKD) ve keratometri değerlerini (K1, K2) hesaplayarak yapısında mevcut bulunan çeşitli biyometrik formüller vasıtasıyla GİL gücünü hesaplamaktadır. Dolayısıyla GİL gücünün doğru hesaplanabilmesi için bu parametrelerin de doğru ölçülmüş olması gerekmektedir.

2.4. Biyometri Parametreleri

Harold Ridley 1949'da ilk kez, katarakt cerrahisi ile birlikte GİL implantasyonunu gerçekleştirdi (25). GİL implantasyonunda yüksek cerrahi komplikasyon oranı nedeniyle uzun yıllar GİL implantasyon çalışmalarına ara verilmek zorunda kalındı. 1970'lerden itibaren yeniden implantasyonlar yaygınlaşmaya başladı. Tekrar GİL implantasyonuna başlanması ile ameliyat sonrası yüksek refraktif hatalar ortaya çıkmaya başladı ve GİL gücünün belirlenmesi önem kazandı. Çünkü bu dönemde kullanılan GİL'ler standart +19.0 ile +21.0 dioptri (D) güce sahipti. 1980'li yıllardan sonra standart güce sahip GİL'lerin implantasyonu giderek azaldı. Bütün cerrahlar ameliyat öncesinde GİL gücünü belirlemek için biyometriyi kullanmaya başladılar ve ameliyat sonrası refraksiyon sonuçlarında önemli düzelme sağladılar.

Katarakt ameliyatından sonra gözün optik sisteminin toplam kırıcılığında yaklaşık 23.70 dioptrilik bir azalma meydana gelir ve sonsuzdan gelen ışınların retina üzerine düşebilmesi için bu kırıcılığın gözlük, kontakt lens veya göz içi lens gibi optik sistemlerle yerine konması gerekmektedir (26) (27).

Doğru GİL gücünün belirlenmesinde, son 30 yıl boyunca yapılan çalışmalarla büyük gelişmeler sağlanmıştır. Günümüzde de, tahmin edilen refraksiyonda standardın sağlanması için çalışmalar yapılmaktadır. Yeni formüllerle tahmin edilen refraksiyon büyük oranda doğru tahmin edilmektedir (28) (29). Artan doğru tahminler; keratometri ve biometri ölçüm aletlerinin standardizasyonu ve tasarımı, cerrahi yöntem ve GİL implantasyonundaki gelişmeler, her hasta için uygun GİL gücünü hesaplamakta kullanılan biometri formüllerindeki gelişmeler ile sağlanmıştır (30). Gelişen teknolojik ve sosyokültürel birçok neden hasta beklentisini arttırmakta ve ameliyat öncesi ölçümlerin mümkün olduğu kadar doğru yapılmasını gerektirmektedir.

GİL gücünün hesaplanmasında kullanılan değişkenler; kornea gücü, aksiyel uzunluk ve ameliyat sonrası tahmini ön kamara derinliği gibi parametrelerdir.

2.4.1. Kornea Kırma Gücü Ölçümü

Kornea gözün toplam kırma gücünün üçte ikisine sahip olup, oküler refraktif sistemin en önemli komponentini oluşturur. Korneanın kırma gücü ölçümü GİL gücü hesaplamalarında kullanılan bir diğer önemli parametredir. Korneanın kurvatürü ilk olarak 1845 yılında Helmholtz tarafından keratometre kullanılarak ölçülmüştür. Bu cihaz 3 mm'lik bir halkadan yansıtılan birbirine dik iki nokta çiftinin arasındaki mesafeyi ölçer. Keratometri ölçümleri normal korneanın parasantral bölgesi gibi regüler sferosilindirik yüzeyler için doğru sonuç verir (31).

GİL teknolojisinin gelişmesinden beri keratometre korneal gücü ölçmek için kullanılmaktadır. Keratometre ve Placido disk topografi cihazları sadece ön korneal yüzeyi değerlendirebilir fakat korneal güç hem ön hem de arka yüzeylere bağlıdır. Keratometri ile sadece korneanın ön yüzeyinin eğrilik yarıçapı ölçülür. Korneanın gerçek refraktif indeksi 1.376'dır. Fakat bu değer hesaplamalarda kullanılabilmesi için korneanın ön ve arka yüzey eğrilik yarıçaplarının bilinmesi gerekmektedir. Korneanın arka yüzey eğrilik yarıçapının ölçülememesi sebebiyle korneanın net kırıcılığı hesaplanamamaktadır. Keratometre arka korneal yüzey hakkında varsayımlarda bulunarak çalışır. Arka yüzey eksi güce sahip olduğundan keratometre

cihazları formülünde daha düşük refraktif indeks kullanarak bunu kompanze eder. Aşağıdaki formül kullanılarak milimetre olarak okunan değer dioptriye çevrilir (32).

$$K = 1.3375 / r$$

K: Korneal kırma gücü

r: ön yüzey yarıçapı

Bu formül, Gullstrand'ın 1.3376 değeri yerine korneanın refraktif indeksini 1.3375 olarak kabul eder.

Kornea kırıcılığının ölçülmesinde yapılan en önemli yanlışlık kaynağı ölçüm hatalarıdır. Ölçüm hataları genelde kalibrasyondan kaynaklanır. Kornea kırıcılığının ölçülmesinde yapılan 1.00 D'lik hata postoperatif refraksiyonu 1.00 D etkiler (33) (34).

2.4.2. Aksiyel Uzunluk Ölçümü

Aksiyel uzunluk ölçümü, GİL gücü hesaplamalarında kullanılan en önemli parametrelerden biridir ve doğru olarak ölçülmesi çok önemlidir. Korneanın, lensin ön ve arka yüzeyi ile retinanın maksimum ekojenite verdiği nokta ölçülür. Korneanın tepesi ile vitreoretinal ara yüzey arasındaki mesafe aksiyel uzunluk olarak ölçülür (27) (35). Ortalama aksiyel uzunluk 23.5 mm'dir.

Aksiyel uzunluk ölçümü ultrasonografi ya da parsiyal koherens interferometri ile yapılabilir. Gözün aksiyel uzunluğunun saptanmasında en sık kullanılan yöntem ultrasonografi metodudur. Aksiyel uzunluk ölçümleri ölçüm yapılan cihazdan cihaza göre farklılık gösterir. Bu nedenle cihaz kalibrasyonu doğru aksiyel uzunluk ölçümünde önemli bir etkidir. Aksiyel uzunluk ölçümlerini kullanılan ultrasonografi tekniği de etkileyebilir. Kontak metodu korneayı çökerteceğinden yanlış kısa ölçüm alınmasına neden olabilir. Bu durum postoperatif miyopik refraksiyona neden olur (36). Nonkontak ölçüm tekniğine göre kontak teknikte aksiyel uzunluk 0.24 mm kısa çıkmaktadır. Bunun sonucunda 0.6 D'lik refraksiyon hatası ortaya çıkarmaktadır (37). Aksiyel uzunluk ölçümünde 1 mm'lik hata postoperatif refraksiyona 2.7 D olarak yansır (38).

Posterior stafilom, intraoküler kitleler, retina dekolmanı, vitreus membran oluşumu hatalı ölçümlere neden olabilmektedir (39).

2.4.3 Tahmini Ön Kamara Derinliği Ölçümü

Ön kamara derinliği kabaca korneal vertex ile lens ön yüzeyi arasındaki mesafe olarak ifade edilir. Ön kamara derinliği biyometrik cihazlarla kolaylıkla ölçülebilir. Operasyon öncesi yapılan bu ölçüm postoperatuvar ön kamara derinliğinin doğru hesaplanmasını sağlamaz. Postoperatif ön kamara derinliği kornea arka yüzeyinden GİL'in ön yüzeyine kadar ölçülen mesafedir (40). Operasyon sonrası ön kamara derinliği ölçülemediğinden ancak bazı parametrelerden yola çıkılarak tahmin edilebilir. Tahmini ön kamara derinliği hesaplamada kullanılan bu teknik Holladay ve arkadaşlarının formülünden elde edilmiştir. Formülden de anlaşılacağı gibi anatomik ön kamara derinliği cupola'nın (sferik segment) yüksekliğine eşittir (41).

$$h = r - \sqrt{r^2 - d^2/4}$$

r: kornea kurvatürünün ortalama eğrilik yarıçapı

d: ön kamara çapı

h: cupolanın milimetre cinsinden yüksekliğidir ve korneanın arka yüzeyi ile iris ön yüzeyi arasındaki mesafedir.

Psodofakik ön kamara derinliği ise anatomik ön kamara derinliği ile SF (cerrah faktörü) sabitinin toplamına eşittir. Aşağıdaki formülle ifade edilir;

$$h = r - \sqrt{r^2 - d^2/4} + SF$$

SF: Cerrah faktörü, afakik iris ön yüzeyi ile GİL'in ön yüzey tepe noktası arasındaki mesafedir.

Yapılan çalışmalarda operasyon öncesi ve sonrası yapılan ön kamara derinliği ölçümlerinde bir korelasyon olmadığı gösterilmiştir. Fakat operasyon sonrası ön kamara derinliği ile aksiyel uzunluk arasında sıkı bir ilişki vardır. Postoperatuvar refraksiyonu etkileyen operasyon öncesi ölçülen ön kamara derinliği değil postoperatuvar ön kamara derinliği diğer adıyla efektif lens pozisyonudur (ELP). GİL gücü hesaplamasında ELP'nin önceden tahmini, kornea gücünü ve aksiyel uzunluğu hesaplamak kadar önemli olduğu bilinmektedir (42).

Teorik formüllerde hesaplama için operasyon sonrası ön kamara derinliğinin tahminine ihtiyaç duyulurken regresyon formüllerinde buna ihtiyaç yoktur. Lens tipi ve lensin yerleştirildiği pozisyon, tahmini ön kamara derinliğini etkileyen diğer

faktörlerdir. Arka kamara GİL'de tahmini ön kamara derinliği 4.0-5.3 mm arasında değişmektedir. Tahmini ön kamara derinliği ön kamara lenslerinde 2.8-3.3 mm, iris fiksasyonlu lenslerde 3.3-3.5 mm'dir (35).

GİL'in öne doğru yerleştirilmesi operasyon sonrası refraksiyona miyopik yönde, arkaya doğru yerleştirilmesi ise hipermetropik yönde etkileyecektir. Tahmini ön kamara derinliğinde 1 mm'lik hata miyopik gözde 1.00 D, emetropik gözde 1.5 D, hipermetropik gözde 2.5 D refaksiyon hatasına yol açabilmektedir (43). Hata doğrudan implante edilen lensin gücü ile orantılıdır. 0.5 mm yanlış yerleştirilen 20 D gücünde bir lens postoperatif refraksiyonda 1.00 D hataya yol açarken, aynı mesafede hata ile yerleştirilen 30 D gücündeki lens 1.5 D hataya yol açmaktadır (44).

Cerrahi teknik ön kamara derinliğini etkileyen faktörler arasında sayılabilir. Ön kamara derinliği kapsüloreksis büyüklüğü ile ilişkilidir. Büyük kapsüloreksiste GİL'in öne doğru eğimi artacak ve sonucunda ön kamara derinliği azalacaktır. Lensin kapsül içi veya sulkusa yerleşimi de ön kamara derinliğini etkileyecektir. GİL kalınlığı, konveksite şekli, optik haptik açısı ön kamara derinliğini etkileyen faktörlerdendir (42).

Hataları engellemek için ölçümlerin deneyimli kişilerce yapılması buna ek olarak ölçüm yapılan aletlerin kalibrasyonunun düzenli aralıklarla yapılması gerekmektedir. Eğer aksiyel uzunluk 22 mm'den kısa, 25 mm'den uzunsa, ortalama korneal güç 40 D'den küçük, 47 D'den büyükse, her iki göz arasında korneal güç 1.00 D'den fazla ve aksiyel uzunluk 0.3 mm'den fazla, hesaplanan lens gücü standart değerden 3.00 D ve fazla farklı ise ölçümlerin tekrarlanarak kontrolünün yapılması önemlidir.

2.4.4 Göz İçi Lens Gücünü Etkileyen Diğer Faktörler

GİL gücünü belirlerken daha doğru tahminlerde bulunabilmek için; ölçümlerin olabildiğince aynı kişi tarafından yapılması, biyometrik ölçümler sırasında dikkatli olunması, keratometri ve ultrasonografi cihazlarının kalibrasyonlarının yapılması, kontakt teknik uygulanıyorsa bası yapılmaması, ölçüm sırasında probun göz aksı ile çakışmasının sağlanması, ölçümlerin tekrar tekrar

yapılması, her bir lens tipi için tahmini ön kamara derinliği değerlerinin ve cerrah için kişiselleştirilmiş A sabiti değerlerinin kullanılması son derece önemlidir.

2.5. İntraoküler Lens Gücü Ölçüm Formülleri

İntraoküler lens gücünün doğru tahmini, biyometrik ölçümün yanı sıra uygun formül seçimi ile de ilişkilidir. Kullanılan formüller için üç yöntem kullanılmaktadır. Bunlar klinik yöntemler, regresyon formülleri ve teorik formülleridir (42).

2.5.1. Teorik Formüller

Gauss, 19. yy ortalarında gözün optik sistemini Gauss optiği olarak tanımlanmış ve bu formül günümüze kadar değişmemiştir. Gauss optiğini 1967'de GİL'lere ilk uygulayan Fyodorov olmuştur (45). Farklı birkaç araştırmacı, farklı şekillerde teorik formüller önermesine rağmen, bu formüllerde yalnız retina kalınlığı, kornea indeksi veya kornea başlangıç noktası gibi önemsiz varyasyonlar görülür.

Teorik formüller temel olarak gözün optik modelini kullanırlar. Uzaktan gelen ışınların retina üzerinde odaklanmasına esasına dayanır. Kornea refraktif indeksi, aköz refraktif indeksi, ön kamara derinliği (ÖKD), aksiyal uzunluk ve diğer faktörler değişik tahminler yapılmasına olanak sağlar. Bu formüllerde emetropik GİL hesabı için aksiyal uzunluk, keratometri (K) ve ameliyat sonrası ÖKD'ye ihtiyaç vardır. Esas olarak tüm araştırmacıların formülleri, pupil alanında bulunan merceğin verjans etkisinden korneanın pupilla alanında oluşturduğu verjans etkisinin çıkarılmasına dayanır. Teorik formüller, düzeltme faktörleri dışında aynıdır. Teorik formüllerde karşılaşılan en büyük eksiklik ameliyat sonrası tahmini ön kamara derinliğinin saptanmasındaki zorluktur (46). Formüllerin karışık olması da diğer bir dezavantajdır.

2.5.2. Regresyon Formülleri

Komplikasyonsuz GİL implantasyonu yapılmış gözlerin, ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası verilerinin retrospektif analizlerinden çıkarılmışlardır. Ameliyat

sonrası sonuçları aksiyal uzunluk, keratometri ve emetrop GİL gücü ile karşılaştırılmasıyla en uygun denklem bulunmaya çalışılmıştır.

Bunlardan en popülerleri Retzlaff, Sanders ve Kraff tarafından 1980'de tanımlanan SRK formülüdür. S-SRK kısa gözler için geliştirilen SRK formülüdür. L-SRK uzun gözler için geliştirilen SRK formülüdür.

SRK-II ise teorik bir formüldür, daha ziyade uzun gözler için geliştirilmiştir. SRK-II, SRK formülünün modifikasyonudur ve tüm dünyada en çok kullanılan GİL hesaplama formülüdür (47). Teorik ve regresyon formülleri, çoğunu normal gözlerin oluşturduğu hesaplamalar ile oluşturulmuştur ve 22-24.5 mm arasındaki gözlerde refraktif hataların az olduğu kabul edilir. Fakat teorik formüller kısa gözlerde istenenden daha yüksek, uzun gözlerde istenenden daha düşük GİL gücünü verir. Böylece kısa gözlerde miyopiye, uzun gözlerde ise hipermetropiye yol açar. Regresyon formüllerinde ise bunun tam tersi olur. Kısa gözlerde hipermetropi, uzun gözlerde miyopiye sebep olurlar (48) (49). Bu nedenle ameliyat sonrası refraksiyon hatasını azaltmak için 2. Jenerasyon formüller geliştirilmiştir.

2.5.3. İkinci Kuşak Formüller

Birinci kuşak formüller normal aksiyel uzunluktaki gözlerde iyi sonuç vermesine rağmen, uzun ve kısa gözde güvenilirlikleri düşüktür. Normal dışı gözlerde hata oranlarını azaltmak için 2. kuşak formüller geliştirildi. Bu amaçla Hoffer ve Binkhorst kendi formüllerinde ÖKD yerine, aksiyel uzunluğa göre hesaplanan ÖKD'ni kullanarak 2. jenerasyon formüllerin geliştirilmesini sağladılar. Bu dönemden sonra ikinci dönem formüller kullanılmaya başlandı.

a) Teorik: Holladay, Hoffer, Shammas...

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

Bu formüller 22.0-24.5 mm arasındaki gözlerde iyi sonuç vermesine rağmen, uzun ve kısa gözlerde güvenilirlikleri düşüktür. İkinci kuşak formüller olarak bilinen bu formüllerde; Binkhorst, Hoffer, Olsen ve Holladay formüllerinde ameliyat sonrası ÖKD, Shammas formülünde ise kısa ve uzun gözler için aksiyel uzunluk düzeltme faktörü bulunmaktadır (50) (51).

2.5.4. Üçüncü Kuşak Formüller

SRK/T, Holladay I, Hoffer Q

Holladay daha önceki formüllerde; kornea endotelinden iris düzlemine kadar olarak belirlenen ön kamara derinliğine, kornea kalınlığı ve iris düzlemi ile göz içi lens ön yüzeyi arasındaki mesafeyi de eklemiştir. Bu şekilde ilk üçüncü kuşak teorik formül geliştirilmiş oldu (52).

SRK formülünü geliştiren otoriteler regresyon formülleri üzerinde çalışırken 3. kuşak teorik formül SRK-T'i buldular. SRK-T, Holladay-I formülüne benziyordu. Farklı olarak SF yerine A sabiti kullanmakta idi. Retzlaff bu formülü geliştirirken (47) Fyodorov formülünü model almış; ama burada A sabiti yerine ameliyat sonrası ÖKD'yi kullanmıştır. Retzlaff kornea yükseklik formülü, AU düzeltme faktörü, retina kalınlığı ve kornea refraktif indeksini kullanılarak ameliyat sonrası ÖKD'i hesaplamıştır (47).

Birçok oftalmolog tarafından halen en sık kullanılan formüllerdir. Bu formüller sadece aksiyel uzunluk ve korneal kurvatür değerlerini kullanarak, GİL pozisyonu tahmini yaparlar. Wolfgang Haigis tarafından geliştirilen 2 değişkenli Haigis formülü, aksiyel uzunluk ve preoperatif anterior korneadan lens ön yüzüne kadar olan mesafeyi kapsayan ön kamara derinliği değerini kullanarak özellikle kısa gözlerde daha doğru sonuçlar vermektedir. Doğrulukları ÖKD tahmininin daha isabetli olmasına bağlanmaktadır.

2.5.5. Dördüncü Kuşak Formüller

Holladay II, Olsen formülü

Bu formüller 3. Kuşak formüllerden farklı olarak 2 değişken yerine 4 değişken kullanırlar; aksiyel uzunluk, korneal kurvatür, ÖKD ve lens kalınlığı. Optik düşük koherens reflektometri (ODKR) yönteminden önce lens kalınlığını hesaplamamanın tek yolu, immersiyon veya kontakt biometri yöntemi ile bu formülleri kullanmaktan geçmekteydi. Sadece optik biometri kullanan veya lens kalınlığını ölçme imkanı olmayan cerrahlar tarafından kullanılmayan bu formüller, ODKR'nin lens kalınlığını ölçebilme özelliği sayesinde daha çok kullanılmaya başlanmıştır.

GİL ölçümü için geliştirilen formüllerin hangisinin daha üstün olduğu konusunda kesin bir görüş birliği yoktur. Regresyon formülleri ve III. jenerasyon formüller, GİL gücü hesaplamasında pratik hayatta sıkça kullanılan formüllerdir. Formüllerin başarısı, gözün aksiyel uzunluğuna göre değişebilmektedir (45).



3. GEREÇ VE YÖNTEM

Prospektif olarak gerçekleştirilen bu çalışmaya, 20 Temmuz 2015 - 20 Temmuz 2016 tarihleri arasında Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Kliniği'ne başvuran ve rutin göz muayenesi sırasında katarakt olduğu tespit edilen, cerrahi endikasyon doğrultusunda preoperatif hazırlık yapılan hastalar dahil edildi. Bu çalışma için 201566 numaralı KTÜ Tıp Fakültesi Etik Kurul onayı alındı. Aydınlatılmış onamları alınan katılımcıların rutin göz muayene bulgularına ait dosya verileri çalışmada kullanıldı. Çalışma protokolünde belirtilen kriterlere uygun olan toplam 60 hastanın 120 gözü değerlendirildi. Çalışma Helsinki deklarasyonuna uygun şekilde yürütüldü.

3.1 Hasta Seçimi

3.1.1. Çalışmaya dahil edilme kriterleri

- 1) Katılımcıda cerrahi gerektirecek şiddette kataraktın mevcudiyeti
- 2) Katılımcıda gonyoskopik muayene yapılmasını gerektirecek klinik özelliğin mevcudiyeti (sığ ön kamara derinliği, psödoeksfolyasyon ya da iris dokusunda neovaskülarizasyon ya da glokom gibi)
- 3) Katılımcıda keratoglobus, keratokonus, keratit ya da biyometrik ölçümleri etkileyebilecek diğer oküler yüzey bozukluklarının bulunmaması
- 4) Katılımcı ile kooperasyon kurulabilmesi, katılımcının muayene ve biyometrik ölçümler esnasında uyum sağlayabilmesi
- 5) Katılımcının çalışmaya katılım konusunda gönüllü olması

3.1.2. Çalışmaya dahil edilmeme kriterleri

Çalışmaya dahil edilme kriterlerini karşılamayanlar, tek gözlü olanlar ve bir gözünden katarakt operasyonu geçirmiş olanlar çalışmadan çıkarılmıştır.

3.2. Çalışma Protokolü

Rutin göz muayenesi sırasında kataraktı olduğu görülen hastaların her iki gözlerinde, Snellen eşeline göre en iyi düzeltilmiş görme keskinliği muayenesi, detaylı ön ve arka segment biyomikroskop muayenesi, non-kontakt tonometre ile göz içi basıncı ölçümü (NT-530P, Non contact Tono/Pachymeter, Nidek, Japonya) ve optik biyometri (AL-SCAN Optical Biometer, Nidek, Japonya) ölçümleri gerçekleştirildi. Ayrıca cerrahi endikasyon konulan kataraktlı hastaların cerrahi uygulanacak olan tek gözlerine gonyoskopik muayene (Ocular Instruments, Three Mirror Universal Diagnostic - 18mm, USA [Şekil 3]) yapıldı. Hastaların gonyoskopi uygulanmayan diğer gözleri kontrol grubu olarak belirlendi. Gonyoskopik muayene işlemi, lokal anestezik (Alcaine %0.05 steril oftalmik solüsyon, Alcon) damlatıldıktan hemen sonra göz kapakları açılarak, içine yapay gözyaşı jeli (Viscotears steril oftalmik jel, Novartis) sürülerek gözün üzerine yerleştirilen, kontakt lens içindeki ayna sistemi yardımıyla, hasta karsıya bakarken loş ısıktaki yapıldı. İşlemde, pupil dilatasyonu yapılmadan, özel korneal temas yüzeyine sahip bir mercek (12 mm temas yüzeyine sahip) olan Goldmann 3 aynalı lensi vasıtasıyla topikal anestezi ve yapay gözyaşı jeli uygulamasıyla gerçekleştirildi ve işlemin süresi her bir hasta için iki dakika olarak belirlendi.



Şekil 3. Goldmann 3 aynalı lensinin görüntüsü

Gonyoskopik muayene esnasında iridokorneal açının genişliği Shaffer sınıflaması baz alınarak değerlendirildi (12). Biyometrik ölçümler noninvaziv olarak optik biyometri (Şekil 4) cihazı ile gonyoskopik muayenesinden önce ve sonra ortalama 40 saniyelik süre içinde alındı.



Şekil 4. Nidek AL-Scan Optik biyometri cihazının görünümü

Kataraktlı hastaların her iki gözüne ait GİL gücü ölçümleri gonyoskopik muayene öncesinde bir kez ve sonrasında 5. dakikada, 15. dakikada ve 30. dakikada yapıldı. Böylece gonyoskopik muayene sonucu biyometrik ölçümlerde oluşabilecek değişiklikler ve muhtemel değişikliklerin sebat süresi değerlendirildi. Biyometrik ölçümlerin her bir seansında cihaz ekranından elde edilen yatay ve dikey keratometri değerleri (K1, K2), kornea çapı (White-to-white distance), merkezi kornea kalınlığı (MKK), ön kamara derinliği (ÖKD), pupil çapı, aksiyel oküler uzunluk değeri (AL), GİL gücü (Diyoptri) değerleri çalışma sürecinde kaydedildi (Şekil 5). GİL gücü SRK/T ve Haigis formülleri kullanılarak hesaplandı.

Right		Left	
AL (Opt) : 24.21	SNR: 19.2	AL (Opt) : 24.29	SNR: 23.8
ACD (Opt) : 3.59		ACD (Opt) : 3.51	
R1/R2 (φ2.4) : 7.83/ 7.66		R1/R2 (φ2.4) : 7.76/ 7.70	
R1/R2 (φ3.3) : 7.83/ 7.70		R1/R2 (φ3.3) : 7.80/ 7.74	
IOL1 Right	IOL2 Right	IOL3 Right	IOL4 Right
SRK/T	Camellin-Calossi	Holladay	Haigis
NS-60YG NIDEK Opt Aconst 119.1	NS-60YG NIDEK Opt Aconst 119.1	NS-60YG NIDEK Opt SF 1.85	NS-60YG NIDEK Opt a0: 1.964 a1: 0.400 a2: 0.100
Power 19.15	Power 19.35	Power 18.99	Power 20.04
IOL	Ref	IOL	Ref
18.0	0.75	18.5	0.54
18.5	0.42	19.0	0.22
19.0	0.10	19.5	- 0.10
19.5	- 0.23	20.0	- 0.42
20.0	- 0.57	20.5	- 0.74
18.0	0.64	18.5	0.32
19.0	0.68	19.5	- 0.34
19.5	0.35	20.0	- 0.01
20.0	0.03	20.5	- 0.31
21.0	- 0.64		

Şekil 5. Nidek AL-Scan Optik biyometri ile bir katılımcıdan elde edilen ve çeşitli biyometrik ölçümleri içeren ekran görüntüsü

Gonyoskopik muayene öncesinde ve gonyoskopik muayene sonrasında 5., 15. ve 30. dakikalarda ölçümler yapılarak istatistiksel olarak değerlendirildi. Hastaların gonyoskopi yapılmayan gözlerine ait ardışık ölçümler kontrol grubunu oluşturdu. Ölçümler esnasında kontrol grubunu oluşturan gözlerin hiçbirine herhangi bir damla damlatılmadı. Tüm ölçümler aynı araştırmacı tarafından aynı oda şartları ve aynı cihaz kullanılarak gerçekleştirildi.

3.3. İstatiksel Analiz

Katılımcılardan elde edilen tüm veriler SPSS 13.0.1 (SPSS, Chicago, IL; lisans no:9069728, KTU Trabzon) bilgisayar paket programında değerlendirildi. Ölçümsel veriler ortalama \pm standart deviasyon olarak sunuldu ve bu verilerin normal dağılıma uygunluğu tek örnekle Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirildi. Gonyoskopik muayene öncesi ve sonrası olmak üzere elde edilen ölçümsel veri ortalamalarının karşılaştırılmasında tekrarlı ölçümlerde varyans analizi

(ANOVA) kullanılarak değerlendirildi. İstatistiksel olarak anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak kabul edildi.



4. BULGULAR

Çalışmaya 60 katarakt hastasının 120 gözü dahil edildi. Hastaların bir gözü gonyoskopi uygulanan grubu, diğer gözlerse kontrol grubunu oluşturdu. Hastaların yaş ortalaması $69,05 \pm 9,97$ (46–93) idi ve cinsiyet açısından değerlendirildiğinde 32'si kadın (%53,3), 28'i (%46,7) erkekti. Gonyoskopi yapılan grubun Snellene göre en iyi düzeltilmiş görme keskinliği $0,331 \pm 0,158$ (0,01-0,6) iken kontrol grubunun Snellene göre en iyi düzeltilmiş görme keskinliği $0,602 \pm 0,280$ (0,03-1) idi. Görme keskinliği açısından her iki grup arasında anlamlı fark vardı ($p < 0,001$).

Gonyoskopi uygulanan gruptaki gözlerin 28'i sağ, 32'si sol göz idi. Gonyoskopi uygulanan gözlerin Shaffer sistemine göre ön kamara açısı ortalaması 3,4 (2-4) idi.

Çalışmaya dahil edilen hastaların ortalama keratometri değerleri Tablo 1 ve 2'de sunulmuştur.

Tablo 1. Kataraktlı hastaların gonyoskopi ölçümlerine ait müteakip ölçümlerdeki ortalama keratometri değerleri

Gonyoskopi uygulanan gözlerin işlem öncesi ve sonrası tekrarlı ölçümlerinde ortalama keratometri değerleri							
Keratometri değerleri (D)	Bazal	5. dk	p (Bazal - 5.dk)	15. dk	p (Bazal - 15.dk)	30.dk	p (Bazal - 30.dk)
K1 2.4 mm (D)	43,52 ±1,72 (36,8-46,42)	43,49 ±1,71 (36,37-46,49)	0,454	43,58 ±1,69 (37,09-46,11)	0,59	43,51 ±1,69 (36,84-46,17)	0,699
K2 2.4 mm (D)	44,36 ±1,61 (40,42-47,94)	44,45 ±1,54 (40,47-48,15)	0,07	44,46 ±1,62 (40,42-48,21)	0,007*	44,38 ±1,62 (40,37-47,87)	0,570
K1 3.3 mm (D)	43,47 ±1,73 (36,64-46,11)	43,41 ±1,7 (36,76-46,11)	0,165	43,50 ±1,73 (36,89-46,42)	0,253	43,49 ±1,72 (36,97-46,17)	0,509
K2 3.3 mm (D)	44,32 ±1,59 (40,32-47,94)	44,30 ±1,59 (40,04-48,28)	0,526	44,39 ±1,6 (40,18-48,21)	0,055	44,30 ±1,56 (40,47-47,8)	0,656

* = anlamlı

Tablo 2. Kataraktlı hastaların gonyoskopi uygulanmayan gözlerine ait müteakip ölçümlerde alınan ortalama keratometri değerleri

Gonyoskopi uygulanmayan gözlere ait ortalama keratometri değerleri							
Keratometri Değerleri (D)	Bazal	5. dk	p (Bazal - 5.dk)	15. dk	p (Bazal - 15.dk)	30. dk	p (Bazal - 30.dk)
K1 2.4 mm (D)	43,69 ±1,52 (39,85-45,98)	43,59 ±1,52 (40,23-45,86)	0,01*	43,65 ±1,56 (39,8-46,17)	0,319	43,70 ±1,56 (39,94-45,98)	0,548
K2 2.4 mm (D)	44,45 ±1,71 (40,18-47,94)	44,49 ±1,69 (40,42-47,6)	0,18	44,47 ±1,75 (39,89-47,87)	0,553	44,49 ±1,73 (40,18-48,08)	0,249
K1 3.3 mm (D)	43,62 ±1,52 (39,85-46,04)	43,56 ±1,54 (40,08-45,86)	0,031*	43,56 ±1,54 (39,89-45,79)	0,151	43,64 ±1,56 (39,85-45,98)	0,295
K2 3.3 mm (D)	44,35 ±1,67 (40,13-47,6)	44,40 ±1,71 (40,37-47,47)	0,223	44,34 ±1,69 (40,08-47,87)	0,625	44,40 ±1,68 (40,23-47,87)	0,093

* = anlamlı

Bu tablolara göre gonyoskopi yapılan grupta K1 2.4 mm'e ait ortalama bazal değer ile belirtilen diğer zaman dilimlerindeki değerler arasında istatistiksel olarak fark olmadığı, K2 2.4'te ise sadece bazal değer ile 15. dakikada alınan değer arasında anlamlı fark olduğu, diğer zaman dilimlerinde ise bazal değer ile aralarında fark olmadığı görüldü. Yine hem K1 3.3 ve hem K2 3.3'te bazal değer ile belirtilen diğer zaman dilimleri arasında anlamlı fark olmadığı görüldü.

Gonyoskopi uygulanmayan gözler ortalama keratometri değerleri açısından değerlendirildiğinde K1 2.4 mm'de bazal değer ile 5. dakikada alınan değer karşılaştırıldığında aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu, belirtilen diğer zaman dilimleriyle ile bazal değer arasında fark olmadığı görüldü. Benzer şekilde K1 3.3'te bazal değer ile 5. dakikada alınan değer arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu, yine belirtilen diğer zaman dilimleriyle ile bazal değer arasında fark olmadığı görüldü. K2 2.4 ve K2 3.3'te bazal değer ortalaması ile belirtilen diğer zaman dilimlerindeki ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark olmadığı saptandı.

Çalışmaya dahil edilen hastaların müteakip ölçümlerde alınan ortalama ön segment parametreleri Tablo 3 ve 4'te sunulmuştur.



Tablo 3. Çalışmaya dahil edilen kataraktlı hastaların gonyoskopi uygulanan gözlerine ait müteakip ön segment parametre ölçüm değerleri

Gonyoskopi uygulanan gözlere ait işlem öncesi ve sonrası tekrarlı ölçümlerinde ortalama ön segment parametre değerleri							
Ön segment parametreleri	Bazal	5. dk	p (Bazal - 5.dk)	15. dk	p (Bazal - 15.dk)	30. dk	p (Bazal - 30.dk)
Aksiyel uzunluk (mm)	23,52 ±1,38 (21,87-30,03)	23,52 ±1,38 (21,88-29,99)	0,423	23,52 ±1,38 (21,88-29,99)	0,211	23,52 ±1,38 (21,87-30,02)	0,854
Ön kamara derinliği (mm)	3,32 ±0,4 (2,55-4,31)	3,31 ±0,4 (2,55-4,32)	0,358	3,32 ±0,4 (2,57-4,32)	0,8930	3,32 ±0,4 (2,55-4,32)	0,891
Pupil çapı	4,73 ±0,9 (2,5-6,8)	4,81 ±0,9 (2,5-7)	0,193	4,84 ±0,9 (2,6-7)	0,095	4,72 ±0,9 (2,5-6,8)	0,836
MKK (µm)	522,90 ±29 (440-583)	527,23 ±28 (447-588)	<0,001*	525,38 ±28 (440-587)	<0,001*	524,06 ±28 (443-584)	0,016*
Yatay kornea çapı (mm)	11,65 ±0,6 (9,3-13)	11,62 ±0,5 (9,3-12,9)	0,522	11,62 ±0,5 (9,4-12,8)	0,514	11,63 ±0,6 (9,3-13)	0,351

* = anlamlı

Tablo 4. Çalışmaya dahil edilen kataraktlı hastaların gonyoskopi uygulanmayan gözlerine ait müteakip ön segment parametre ölçüm değerleri

Gonyoskopi uygulanmayan gözlere ait ortalama ön segment parametre değerleri							
Ön segment parametreleri	Bazal	5. dk	P (Bazal - 5.dk)	15. dk	P (Bazal - 15.dk)	30. dk	P (Bazal - 30.dk)
Aksiyel uzunluk (mm)	23,48 ±1,47 (21,77-31,68)	23,48 ±1,47 (21,77-31,66)	0,802	23,47 ±1,47 (21,77-31,73)	0,482	23,48 ±1,47 (21,77-31,68)	0,163
Ön kamara derinliği (mm)	3,24 ±0,3 (2,55-4,18)	3,25 ±0,3 (2,57-4,17)	0,273	3,19 ±0,5 (2,12-4,18)	0,323	3,24 ±0,3 (2,57-4,17)	0,440
Pupil çapı	4,66 ±0,8 (2,4-6,5)	4,68 ±0,9 (2,5-7)	0,803	4,69 ±0,9 (2,4-6,6)	0,671	4,69 ±0,9 (2,4-6,5)	0,688
MKK (µm)	523,25 ±29 (432-584)	524,30 ±29 (433-586)	0,009*	523,81 ±29 (432-585)	0,176	523,76 ±29 (433-585)	0,228
Yatay kornea çapı (mm)	11,76 ±0,4 (10,7-13)	11,74 ±0,4 (10,8-13)	0,108	11,75 ±0,4 (10,5-13)	0,273	11,72 ±0,5 (9,2-12,9)	0,268

* = anlamlı

Bu tablolara göre aksiyel uzunluk, ön kamara derinliği, pupil çapı ve yatay kornea çapı açısından değerlendirildiğinde hem gonyoskopi uygulanan grupta hem de gonyoskopi uygulanmayan grupta bazal değer ortalaması ile belirtilen müteakip diğer zaman dilimlerinde alınan değerler ortalaması karşılaştırıldığında hiçbir parametrede anlamlı farkın olmadığı görüldü.

Merkezi korneal kalınlık açısından değerlendirildiğinde gonyoskopi uygulanan grupta alınan bazal değer ile belirtilen diğer zaman dilimlerinde alınan değerler arasında hepsinde istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu ve hepsinde de bazal değerden daha kalın merkezi korneal kalınlığa sahip olduğu görüldü.

Gonyoskopi uygulanmayan grupta ise sadece bazal değer ile 5. dakikadaki değer arasında anlamlı fark olduğu, diğer zaman dilimlerinde ise anlamlı fark olmadığı görüldü.

Çalışmaya dahil edilen kataraktlı hastaların gonyoskopi uygulanan ve uygulanmayan gözlerine ait müteakip GİL gücü ölçüm sonuçları Tablo 5 ve 6'da sunulmuştur.

Tablo 5. Çalışmaya dahil edilen kataraktlı hastaların gonyoskopi uygulanan gözlerine ait müteakip GİL gücü ölçüm sonuçları

Gonyoskopi uygulanan gözlerin SRK/T ve Haigis formüllerine göre GIL gücü					
GIL gücü hesaplama formülü	Bazal	5.dk	15.dk	30.dk	p
SRK/T (D)	20,52±3,41 (2/24,5)	20,51±3,47 (2/25)	20,43±3,39 (2/24,5)	20,50±3,41 (2/24,5)	0,466
Haigis (D)	20,59±3,33 (2,5/25)	20,55±3,36 (2,5/25)	20,46±3,26 (2,5/25)	20,58±3,34 (2,5/25)	0,97

Tablo 6. Çalışmaya dahil edilen kataraktlı hastaların gonyoskopi uygulanmayan gözlerine ait müteakip GİL gücü ölçüm sonuçları

Gonyoskopi uygulanmayan gözlerin SRK/T ve Haigis formüllerine göre GİL gücü					
GİL gücü hesaplama formülü	Bazal	5.dk	15.dk	30.dk	p
SRK/T (D)	20,52±3,81 (-3,5/24)	20,54±3,47 (-3,5/24)	20,55±3,81 (-4 /24)	20,47±3,82 (-4 /24)	0,192
Haigis (D)	20,54±3,7 (-3/24,5)	20,58±3,7 (-3/24,5)	20,57±3,72 (-3,5/25)	20,48±3,69 (-3/24,5)	0,146

SRK/T ve Haigis formüllerine göre hem gonyoskopi uygulanan grupta hem de uygulanmayan grupta (kontrol) bazal değere göre belirtilen müteakip diğer zaman dilimlerinde alınan değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı görüldü (p=0,446 ve p=0,97).

5. TARTIŞMA

Günümüzde katarakt cerrahisi uygulaması sadece kesifleşen kristalin lensin alınmasını değil, aynı zamanda cerrahi tekniklerde ve GİL teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak ameliyat sonrası düzeltmesiz en iyi görme keskinliğine ulaşmayı hedeflemektedir. Son yıllarda katarakt hastalarının tedavileri kadar, ameliyat sonrası dönemde gözlük ihtiyacını azaltma hususundaki talepleri de artmaktadır. Katarakt cerrahisi bir anlamda refraktif cerrahi olarak görülmeye başlanmıştır. Hastaların görme kalitelerinin yanı sıra yaşam kaliteleri de ön plana çıkartılmıştır. Artık ameliyat sonrası refraksiyon değeri her hastanın ihtiyacına, yaşam biçimine göre ayarlanmaktadır (53).

Göz içi lenslerinin icadından önce, katarakt cerrahisi sonrası refraktif düzeltme amacıyla kullanılan gözlük camları ve kontak lenslerin dezavantajları mevcuttur. İki göz retinası arasında oluşan görüntü büyüklüğü farkı, anizokoniye neden olarak binoküler görmeyi etkilemektedir. Gözlük camı ve kontak lens ile yapılan refraktif düzeltmenin avantajı ise hastaların muayenelerinin cerrahiden sonra yapılabilmesi ve gerekirse bu muayenelerin tekrarlanarak gözlük camlarının ve kontak lenslerin modifikasyonlarının yapılabilmesidir. Buna karşılık göz içi lens gücü hesaplamaları katarakt cerrahisi öncesinde yapılmaktadır. Göz içi lens gücü hesaplamasında hata yapılması durumunda ikinci bir cerrahi işlem yapılması söz konusu olmaktadır (53).

Katarakt ameliyatı sonrası hedef refraksiyon değerine ulaşabilmek için en önemli basamak GİL gücünün doğru hesaplanmasıdır. GİL gücünün doğru hesaplanması çeşitli faktörlerle doğrudan ilişkilidir. Hedeflenen ameliyat sonrası refraksiyon, korneanın kırma gücü, gözün aksiyel uzunluğu, seçilen biyometri formülü ve bazı özel durumlarda GİL'in ameliyat sonrası pozisyonu, doğru GİL gücü hesaplaması için kabul edilen önemli parametrelerdir.

Korneanın kırma gücü, gözün toplam kırma gücünün üçte ikisidir ve oküler refraktif sistemin en önemli komponentidir. GİL teknolojisinin gelişmesinden beri keratometre korneal gücü ölçmek için kullanılmaktadır. Korneal güç hem ön hem de arka yüzeylere bağlıdır. Keratometri ile sadece korneanın ön yüzeyinin eğrilik yarıçapı ölçülür. Keratometrenin arka korneal yüzey hakkındaki değerlendirmesi

varsayımlara dayanır. Arka yüzey eksi güce sahip olduğundan keratometre cihazları formülünde daha düşük refraktif indeks kullanarak bunu kompanze eder. Kornea kırıcılığının ölçülmesinde yapılan en önemli yanlışlık kaynağı ölçüm hatalarıdır. Ölçüm hataları genelde kalibrasyondan kaynaklanır. Ortalama kornea kırıcılık değerindeki 0.56 D kadar değişim ise postoperatif refraksiyonda 0.50 D kadar hatayla sonuçlanmaktadır (54).

Aksiyel uzunluk ölçümü, GİL gücü hesaplamalarında kullanılan en önemli parametrelerden biridir ve doğru olarak ölçülmesi çok önemlidir. Korneanın tepesi ile vitreoretinal ara yüzey arasındaki mesafe aksiyel uzunluk olarak ölçülür. Aksiyel uzunluk hesaplanırken yapılacak 0,01 mm hata, 0,03 D GİL gücü farklılığına neden olur (55). Korneaya bastırma (en sık), vitreus opasite veya membranları, retina dekolmanı, GİL'in ekoyu yansıtması, koroid kalınlaşması, maküla ödemi veya subretinal neovasküler membran, aksiyel uzunluğun normalden daha kısa ölçülmesinin nedenleri arasında yer alır. Retina yüksek piki yerine sklera pikinin ölçülmesi ve posterior stafilom ise aksiyel uzunluğun normalden daha uzun ölçülmesinin nedenleri arasındadır (39).

Ön kamara derinliği, kornea tepesinin arka yüzeyi ile intraoküler lensin ön yüzü arasındaki uzaklıktır (40). Ön kamara derinliği ölçümü, ön kamara sığılaşması ile kendini gösteren kapalı açılı glokom, pupiller bloğa bağlı glokom, maling glokom ve GIL implantasyonu yapılan katarakt cerrahisi ve refraktif cerrahide kullanılmaktadır. Ameliyat öncesinde, ameliyat sonrasında oluşacak ön kamara derinliğini ölçmek mümkün olmadığından ancak tahmin edilebilir. Teorik formüllerde hesaplama için operasyon sonrası ön kamara derinliğinin tahminine ihtiyaç duyulurken regresyon formüllerinde buna ihtiyaç yoktur (35). Lens tipi ve lensin yerleştirildiği pozisyon, cerrahi teknik, tahmini ön kamara derinliğini etkileyen faktörlerden bazılarıdır. GİL'in öne doğru yerleştirilmesi operasyon sonrası refraksiyona miyopik yönde, arkaya doğru yerleştirilmesi ise hipermetropik yönde katkıda bulunacaktır. Tahmini ön kamara derinliğinde 1 mm'lik hata miyopik gözde 1.00 D, emetropik gözde 1.5 D, hipermetropik gözde 2.5 D refraksiyon hatasına yol açabilmektedir (43) . Hata doğrudan implante edilen lensin gücü ile orantılıdır. Konan lensin dioptrisine bağlı olarak, yerleştirilen yere göre sapmalar meydana getirmektedir (44).

Olsen (38), GİL gücünün hesaplanmasındaki refraktif tahmin hatasının %36'sının aksiyel uzunluktan, %42'sinin ön kamara derinliğinden ve %22'sinin keratometri değerlerinden kaynaklandığını bildirmiştir. Bu nedenle ameliyat öncesi dönemde alınan biyometrik ölçümlerin doğru ve tekrarlanabilir olması önemlidir. Yapılan çalışmalarda Optik koherens biometri ile aynı seansta, farklı seanslarda ve farklı kullanıcılar tarafından alınan ölçümlerin tekrarlanabilirliklerinin yüksek olduğu gösterilmiştir (56) (57) (58) (59).

Gonyoskopik muayene, dar açılı gözlerde, glokom hastalığı ya da glokom şüphesi olan olgularda, göz yaralanması ve üveit hastalarında rutin oftalmolojik değerlendirme içinde yer alan kontakt bir muayene yöntemidir (60). Bazı kataraktlı olgularda preoperatif değerlendirmede kullanılabileceği gerçeği bu olgularda biyometrik ölçüm öncesinde yapılacak bir gonyoskopik muayenenin, göz içi lens hesaplamasında kullanılan ön segment parametrelerini ve aksiyel uzunluğunu değiştirebilir.

Bu çalışmada, kataraktlı hastalarda cerrahi öncesi gerçekleştirilen rutin göz muayeneleri kapsamında gonyoskopik muayene uygulanmak zorunda kalınan olgularda, gonyoskopik muayenenin GİL gücünü tayin etmede kullanılan oküler biyometrik ölçüm parametreleri üzerine olan muhtemel etkilerini değerlendirildi. Konuyla ilgili yapılan bir çalışmada George ve ark., bir göze Goldmann (2 aynalı) ve diğer göze Sussman gonyolensi (4 aynalı) kullanarak yaptıkları gonyoskopik muayeneler sonrasında ilk 5 dakikada alınan topografik ölçümlerde iki gonyolenste de korneada anlamlı derecede düzleşmenin olduğunu ve bu düzleşmenin 20. dakikada normale döndüğünü bildirmişlerdir (9). Yine aynı çalışmada bu değişimlerin otokeratometri cihazından alınan ölçümlerde görünmediğini belirtmişlerdir. Bu durumu iki cihazın korneanın farklı noktalarından ölçüm almasına ve cihazlar arasındaki duyarlılığın farklı olmasına bağlamışlardır. Goldmann ve Sussman lensleri birbiriyle karşılaştırıldığında aralarında anlamlı fark bulunmamıştır.

Oltulu ve ark. yaptıkları çalışmada ise gonyoskopik muayeneden sonraki 5-10. ve 25-30. dakikalarda Pentacam Scheimflug görüntüleme yöntemi ile ön segment parametreleri değerlendirilmiş ve George ve ark.'nın yaptıkları çalışmadan farklı olarak gonyoskopik muayenede Zeiss'in 4 aynalı gonyolensi kullanılmış olup çalışmada ortalama kornea kurvatüründe hiçbir zaman aralığında anlamlı bir fark

izlenmemiştir (10). Gonyoskopik muayene için kullanılan gonyolenslerin farklı modellerde ve dizaynlarda olması ve ölçüm için kullanılan aletlerin farklı olmasından dolayı aletlerin duyarlılık farkı ile bu durumu açıklamışlardır.

Benzer bir yaklaşımla, Beatty ve ark.'nın aplanasyon tonometrinin kornea kurvaturünü ve göz içi lens gücü hesaplanmasını etkileyebileceğini öngörerek yaptıkları 22 bireyi kapsayan çalışmalarında Goldmann tonometresiyle ölçümden önce, 1 dakika ve 10 dakika sonra keratometrik ölçümler yapılmış ve aralarında herhangi bir fark bulunamamıştır (61).

Bizim çalışmamızda ise 12 mm temas yüzeyine sahip goldmann 3 aynalı lensi kullanılmış olup ölçümler Nidek AL Scan Optical Biometer cihazı ile alınmıştır. 12 mm temas yüzeyi ile santral yerine daha çok periferden korneaya baskı yapmaktadır. Yani şekli daha konvektir. Keratometri değerleri açısından bizim çalışmamız değerlendirildiğinde, gonyoskopi yapılan grupta genel olarak 0., 5., 15. ve 30. dakikada alınan kerometri değerlerinde anlamlı değişiklik saptanmazken sadece K1 2.4 değerinde 0. dakika ile 15. dakika arasında anlamlı fark tespit edilmiştir (Tablo 1). Kontrol grubunda ise alınan tekrarlayan ölçümlerde sadece K1 2.4 ve K1 3.3 değerlerinde 0. dakika ile 5. dakika arasında anlamlı fark olduğu bulunmuştur (Tablo 2). Çalışmada genel olarak 0., 5., 15. ve 30. dakikada alınan kerometri değerlerinde anlamlı değişiklik saptanmazken, bazı değerlerde oluşan farkın, gonyoskopi için viscoelastik madde kullanılmasına ihtiyaç duyulmasına (62), daha önceki çalışmalardan farklı olarak çalışma yapılan grubun yaş ortalamasının daha büyük olmasından dolayı AL-SCAN optik biometri cihazının tekrarlanılabilirliğinin yaşlı hastalarda düşük olmasına, cihazın kalibrasyon bozukluğuna ve farkı cihazlarla ölçümlerin alınmasına bağlı olabileceği düşünülmüştür. Her ne kadar bazı tekrarlayan ölçümler arasında keratometri parametreleri açısından fark çıksa da, bu farkın biometri formülleri ile IOL gücü hesaplaması üzerine etkisi olmadığı, IOL gücünün değişmediği görülmüştür (Tablo 5 ve 6).

Oltulu ve ark. yaptıkları aynı çalışmada, gonyoskopi yapılan grupta ortalama 23.24 mm olan aksiyel uzunluğun 5-10. dakikalar arasında ortalama 23.03 mm'ye ($p<0.001$) ve muayene öncesi ortalama 189.74 mm³ olan ön kamara hacminin ise ortalama 179.50 mm³'e düştüğü ($p< 0.001$), bu farklılığın 25-30. dakikalar arasında kaybolduğu belirtilmiştir. Ön kamara derinliğinde ise bir fark olmadığı

saptanmamıştır (10). Bizim çalışmamızda ise alınan ölçümlerde aksiyel uzunluk ve ön kamara derinliğinin hem gonyoskopi uygulanan grupta hem de kontrol grubunda hiçbir zaman aralığında değişmediği tespit edildiği (Tablo 3 ve 4) için GİL gücü de değişmemiştir (Tablo 5 ve 6). Bu duruma kullandığımız gonyolensin tipinin ve dizaynının farklı olması sonucunda korneada yeteri kadar baskı uygulayarak aksiyel uzunlukta değişime yol açabilecek kadar kuvvetli olmadığı, 12 mm temas yüzeyi ile anlamlı fark oluşturacak kadar korneaya baskı yapmadığı düşünülmüştür. Oltulu ve ark. çalışmasında Zeiss 4 aynalı lensini kullanmış olup, bu lensi kullanırken visköz madde kullanılmasına gerek yoktur ve Goldmann lensine göre korneaya daha fazla basınç uygulamaya gerek vardır. Goldmann lensi daha konveks olduğu için viskoelastik kullanılmasına gerek vardır ve daha çok periferden korneaya baskı yapmaktadır. Ayrıca Oltulu ve ark., çalışmamızdan farklı olarak genç hasta grubunda çalışma yapmışlardır. Oküler rijidite, kornea elastisitesi, makulopati ve gözyaşı problemleri de yaşla birlikte anlamlı şekilde artmaktadır (63) (64). Bu durum göze uygulanacak bir kuvvetin ön segment parametreleri ve aksiyel uzunluk üzerinde oluşturacağı etkilerinin ileri yaşlardaki olgularda gençlere göre farklı olabileceğini akla getirmektedir. Ayrıca kullanılan cihazların farklı olmasının da bu farkın oluşmasında katkısı olduğu düşünülmüştür.

Gözün diyaframı olarak tanımlayabileceğimiz pupilla göze giren ışık miktarını belirler. Işığın miktarına göre pupilla çapı, karanlıkta 8 mm, yoğun ışık altında ise 1.5 mm arasında değişir. Kamaşmayı önleyici olması yanında akomodasyon amplitüdü, binoküler fonksiyon ve multifokal GİL olan hastalarda uzak ve yakın görmeye katkısından dolayı görsel fonksiyonlar üzerinde de önemli rol oynar (65). Bu nedenlerden dolayı multifokal GİL yerleştirilmesi planlanan hastalarda pupillada meydana gelebilecek değişimlerinde iyi bilinmesi gerekmektedir. Çalışmamızda gonyoskopi uygulanması ile bazal zamanda alınan değer ile belirtilen zaman dilimlerinde alınan değerler açısından istatistiksel olarak anlamlı fark olmayıp, gonyoskopi uygulanması ile pupilla çapının değişmediği, GİL gücünde sapmaya yol açmadığı görülmüştür (Tablo 3). Kontrol grubunda da bazal zamanda alınan değer ile belirtilen zaman dilimlerinde alınan değerler açısından istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur (Tablo 4).

Yine Oltulu ve ark. yaptıkları aynı çalışmada diğer ön segment parametrelerinde hiçbir zaman aralığında anlamlı değişiklik saptanmazken (10), bizim çalışmamızda gonyoskopi grubunda santral korneal kalınlıkta başlangıca göre 5., 15. ve 30. dakikalarda anlamlı artış olduğu ve giderek bazal değerlere gerilediği görülmüştür. Aslında Oltulu ve ark. yaptığı çalışmada santral kornea kalınlığı bazal değere göre artmış bulunurken, istatistiksel olarak fark çıkmamıştır. Bu duruma çalışmamızda gonyoskopi için kullanılan visköz maddenin yol açtığı ve çalışmamızdaki hasta sayısının daha fazla olmasından dolayı istatistiksel olarak farka yol açtığı düşünülmüştür (Tablo 3). Kontrol grubunda ise sadece bazal değer ile 5. dakikada alınan değer arasında anlamlı fark bulunmuştur (Tablo 4). Bu farkın, çalışma grubunun yaş ortalamasının yüksek olması sebebiyle iyi fiksasyon yapılmadığına ve gözyaşı tabakası sorunlarından dolayı olabileceği düşünüldü. Çalışmamızda ön kamara derinliği değişmediği için merkezi kornea kalınlaşmasının daha çok ön taraftan kaynaklandığı düşünüldü. Çalışmalarda göz içi basınç ölçümünde altın standart kabul edilen goldman applanasyon tonometresi ile yapılan ölçümlerde %10'luk bir MKK artışı göz içi basınç ölçümlerine 3.4 mmHg'lik bir artışa sebep olabileceği bildirilmektedir (66). Bu yüzden gonyoskopide kullanılan visköz madde sonucu korneal kalınlık değişimin olduğu bilinmelidir.

Yatay kornea çapında ise hiçbir zaman aralığında hem gonyoskopi uygulanan hem de kontrol grubunda anlamlı değişiklik saptanmamıştır (Tablo 3 ve 4).

Yapılan çalışmalar sonucu ulaşılan ortak noktalardan biri normal aksiyel uzunluktaki gözlerde yapılan ölçümlerde genellikle hesaplama formülleri arasında anlamlı derecede fark olmadığı olmasıdır. Ancak kısa ve uzun aksiyel uzunluktaki gözlerde postoperatif refraktif hatalarda artış ortaya çıkmaktadır. Değişik çalışmalarda formüller arasında farklı sonuçlar ortaya konmaktadır. Çalışmalardan anlaşıldığı gibi kısa, normal ve uzun aksiyel uzunluğu sahip olan gözlerde SRK/T ve Haigis formülleri doğru sonuçlar vermektedir. Bilindiği gibi SRK/T formülünde korneal keratometri ve aksiyel uzunluk değerleri kullanılarak, Haigis formülünde ise aksiyel uzunluk, keratometri ve ön kamara derinliğini kullanılarak GİL gücü hesaplanmaktadır. Çalışmamızdaki hastalar, normal aksiyel uzunluk ortalamasına (23.5) sahip olup, SRK/T ve Haigis formülleri GİL gücü hesaplanmasında kullanılmıştır.

Formüller arasında GİL gücünü tahmin etme ve ameliyat sonrası refraktif sonuçlar bakımından çok büyük farklar yoktur. Buna rağmen ameliyat sonrası sürpriz refraktif sonuçların olması, refraktif hataların nedeninin formüllerden çok biyometrik ölçüm hatasından kaynaklandığını göstermektedir. Holladay ve arkadaşları teorik ve ampirik formüller ile GİL gücü hesaplamasında 1.00 D ve üzerinde fark olan olguların %92 oranında ameliyat öncesi ölçüm hatalarından kaynaklandığını bildirmişlerdir (29). Ameliyat öncesi doğru biyometri ölçümü uygulaması sayesinde ameliyat sonrası tahmin edilemeyen yüksek ametropi engellenmektedir.

Yapılan çalışmalarda biyometrik ölçümlerin aynı kişi tarafından yapılmasının preoperatif olarak ölçüm hatalarını azalttığı görülmüştür. Kola ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada kullanılan AL-Scan cihazının ölçüm neticelerinin araştırmacıların ölçümlerinde dahi farklılık göstermediği ve oldukça tekrarlanabilir neticeler verdiği görülmüştür (67). Bizim çalışmamızda, ölçümler aynı kişi tarafından yapılmıştır.

Çalışmamızın eksik yönlerinin başında hasta sayısının az olmasından dolayı alınan ön segment parametrelerindeki küçük farklılıkların istatistiksel olarak neticelere etki edebilmiş olmasıdır. Daha büyük örneklem ile özellikle keratometri değerleri arasındaki farkların anlamlı olacağı düşünülmektedir. Ayrıca gonyoskopi için 12 mm temas yüzeyine sahip tek çeşit lens kullanılmasından dolayı, farklı tipte gonyoskopi lenslerin ve farklı temas yüzeyine sahip gonyoskopi lenslerinin özellikle keratometri değişikliklerine yol açıp açmayacağı, aksiyel uzunluk üzerine etkisinin farklı olup olmayacağı belirlenememiştir. Keratometri değerleri için sadece AL-Scan parsiyel koherens interferometre cihazı kullanılmıştır. Korneal topografi gibi cihazlarda keratometri açısından daha hassas ölçümler alınabildiği için gonyoskopi sonrasında topografi kullanıldığı zaman farklı keratometri değerlerinin oluşup oluşmayacağı ve bu oluşması muhtemel keratometri değişikliklerinin GİL gücü üzerine etkisinin olup olmadığı belirlenememiştir. Çalışmadaki hastaların yaş ortalamasının yüksek olması nedeniyle muhtemel gözyaşı tabakası sorunları için ek değerlendirmenin yapılmamış olmasından dolayı gözyaşı tabakasının ön segment parametreleri ölçümlerini etkileyeceği için gerekli testlerin yapılmaması çalışmanın eksik yönlerinden biridir.

Sonuç olarak bu çalışma ile kataraktlı hastalarda cerrahi öncesi gerçekleştirilen rutin göz muayeneleri kapsamında Goldmann 3 aynalı merceği ile gonyoskopik muayene uygulamasının, AL-SCAN ile GİL gücünü tayin etmede kullanılan oküler biyometrik ölçüm parametreleri üzerine etkisi olduğu ancak GİL gücü hesaplamasına etki edecek kadar fark yaratmadığı bulunmuştur.



6. SONUÇLAR

1) Gonyoskopi uygulanması ile keratometri ve merkezi kornea kalınlık değerlerinde değişiklik görülmüştür.

2) Gonyoskopi uygulanan ve uygulanmayan gözlerin tekrarlayan keratometri ölçüm değerleri arasında bazı değerlerde anlamlı fark çıksa da, bu farkın biometri formülleri (SRK/T ve Haigis) ile GİL gücü hesaplaması üzerine etkisi olmadığı, GİL gücünü değiştirmedeği görülmüştür.

3) Aksiyel uzunluk değerinin gonyoskopi uygulanan ve uygulanmayan gözlerde tekrarlanan ölçümlerinde aralarında fark olmadığı görülmüştür.

4) Ön kamara derinliğinin gonyoskopi uygulanan ve uygulanmayan gözlerde tekrarlanan ölçümlerinde aralarında fark olmadığı görülmüştür.

5) Gonyoskopi uygulanması ile pupil çapının değişmediği görülmüştür.

6) Gonyoskopi uygulanan gözlerde tekrarlayan ölçümler ile alınan merkezi korneal kalınlık değerlerinin hepsi, bazal değerden anlamlı olarak daha kalın olduğu bulunmuştur. Bu farkın oluşmasına, gonyoskopi yapmak için kullanılan viskoelastik maddenin yol açtığı düşünölmüştür.

7) Gonyoskopi uygulanan gözlerde merkezi kornea kalınlığının 30. dakikada hala bazale göre hala kalın olduğu ancak alınan ilk değerlere göre giderek azaldığı görülmüştür.

8) Kontrol grubunda merkezi kornea kalınlığında sadece bazal değer ile 5. dakikada alınan değer arasında fark olduğu, bu farkın çalışma yapılan grubun yaş ortalamasının yüksek olmasından dolayı iyi fiksasyon yapamamasına ve sahip olunabilecek gözyaşı film tabakası hastalıklarına bağlı olabileceği düşünölmüştür.

9) Gonyoskopi yapılmasının bazı oküler biyometrik ölçüm parametreleri üzerine etkisi olduğu ancak GİL gücü hesaplamasına bir olumsuzluk yaratmadığı belirlenmiştir. Dolayısıyla belirli bir süre beklemeden alınan ölçümlerin yeterli olduğu görülmüştür.

7.KAYNAKLAR

1. Nishida T. Cornea, sklera and ocular adnexia anatomy, Biochemistry, Physiology and biomechanics. In: Krachmer HJ, Mannis JM, Holland JE, editors. Cornea. 2nd edition. Philadelphia: Mosby; 2005. 3–43.
2. Cosar CB, Sener AB. Orbscan corneal topography system in evaluating the anterior structures of the human eye. Cornea. 2003; 22: 118.
3. Bengisu Ü. Glokom. Göz Hastalıkları. 4.baskı. Ankara: Palme Yayınevi; 1998. 139-58.
4. Garner LF, Yap MK. Changes in ocular dimensions and refraction with a accommodation. Ophthalmic Physiol Opt. 1997; 17: 12.
5. Svetlova Ov et al. Modern biomechanical ideas about The Helmholtz Theory of accommodation. In: Iomdina EN, Koshitz IN, editors. Transactions: Ocular Biomechanics. Moscow, Russia: Helmholtz Research Institute for Eye Diseases; 2001. 139-60.
6. Tsarbatzoglou A. et al. Anterior segment changes with age during accommodation measured with partial coherence interferometry. J Cataract Refract Surg. 2007; 33: 1597-601.
7. Salcan İ. Fakoemülsifikasyon ve katlanabilir göz içi lensi implantasyonu sonrası ön segment konfigürasyon değişikliklerinin ultrason biyomikroskopi ile değerlendirilmesi [tez]. İstanbul: Gülhane Askeri Tıp Akademisi; 2010.
8. Friedman DS, He M. Anterior chamber angle assesment techniques. Surv Ophthalmol. 2008; 53: 250-73.
9. George MK, Kuriakose T, DeBroff BM, Emerson JW. The effect of Gonioscopy on keratometry and corneal surface topography. BMC Ophthalmol. 2006; 6(1): 26.
10. Refik O, Alparslan Ş, Nazmi Z. Gonyoskopik Muayenenin Gözün Aksiyel Uzunluğu ve Ön Segment Parametreleri Üzerine Etkisi. Türkiye Klinikleri J Ophthalmol. 2010; 19(2).
11. Weinreb RN, Friedman DS. Angle closure and angle closure glaucoma. WGA consensusseries 3: Kugler Publications; 2006.
12. Shaffer RN. Stereoscopic manual of gonioscopy. Academic medicine. 1963(38); 6: 529.

13. Kanski JJ. Glokomlar. In: Kadri Mustafa Orağlı, editor. Klinik Oftalmoloji. 4.baskı. Nobel Tıp Kitapevleri: Ankara; 2001. 185-262.
14. Chitkara DK. Cataract Formation Mechanisms. In: Yanoff M, Duker JS, editors. Ophthalmology. St Louis, MO: Mosby; 1999. 481-8.
15. West SK, Valmadrid CT. Epidemiology of risk factors for age-related cataract. Survey of ophthalmology. 1995; 39(4): 323-34.
16. Karel F, Arslan BS. Lens. In: Aydın P, Akova YA, editors. Temel Göz Hastalıkları. Ankara: Güneş Kitabevi; 2010. 347-97.
17. Thylefors B, Negrel AD, Pararajasegaram R, Dadzie KY. Global data on blindness. Bull World Health Organ. 1995; 73: 115-21.
18. Adamsons I, Enger BMC, Taylor HR. Prevalence of lens opacities in surgical and general populations. Arch Ophthalmol. 1991; 109: 993-7.
19. Italian-American Study Group. Risk factors for age-related cortical, nuclear and posterior subcapsular cataracts. Am J Epidemiol. 1991; 133: 541-53.
20. Isaac NE, Walker AM, Jick H, Gorman M. Exposure to phenothiazine drugs and risk of cataract. Arch Ophthalmol. 1991; 109: 256-60.
21. Leske MC, Chylack LT, Wu SY, et al. Biochemical factors in the lens opacities case control study. Arch Ophthalmol. 1995; 113: 1113-9.
22. Bochow TW, West SK, Azar A et al. Ultraviolet light exposure and risk of posterior subcapsular cataracts. Arch Ophthalmol. 1989; 107: 369-72.
23. Boulton M, Saxby LA. The Lens. In: Yanoff M, Duker JS, editors. Ophthalmology. St. Louis, MO: Mosby; 2004. 241-65.
24. Karel F. Lens ve hastalıkları. In: Aydın P, Akova A, editors. Temel Göz Hastalıkları. 1.baskı. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri; 2001. 200-1.
25. Ridley H. Intraocular acrylic lenses. A recent development in the surgery of cataract. Br J Ophthalmol. 1952; 36: 113.
26. Stein HA, Slatt BT, Stein RM. Fitting Guide for Rigid and Soft Contact Lenses: A practical approach. CV Mosby, St Louis 1990; pp 355-367.
27. Schechter RJ. Optics of intraocular lenses. In: Duane TD, Jaeger EA, editors. Clinical ophthalmology. Philadelphia: Harper and Row Publishers; 1987. 52-4.

28. Holladay JT, Prager TC, Ruiz RS, Lewis JW, Rosenthal H. Improving the predictability of intraocular lens power calculations. *Arch Ophthalmol.* 1986; 104:539-540.
29. Holladay JT, Prager TC, Chandler TY, et al. A three part system for refining intraocular lens power calculations. *J Cataract Refract Surg.* 1988; 14: 17-24.
30. Holladay JT. Standardizing constants for ultrasonic biometry, keratometry, and intraocular lens power calculations. *J Cataract Refract Surg.* 1997; 23 : 1356-1370.
31. Corbett MC, Rosen ES. Corneal topography in cataract surgery. In: Yanoff M, Duker JS, editors. *Ophthalmology.* 2nd ed. St Louis: Mosby Inc; 2004. 309-14.
32. Miller D, Thall HE, Atebara HN. Ophthalmic Instrumentation. In: Yanoff M, Duker JS, editors. *Ophthalmology.* 2nd ed. St Louis: Mosby Inc; 2004. 88-107.
33. İnan Y, Kural G. Biyometrik ölçümlerle göz içi lens gücünün hesaplanmasının postoperatif refraksiyona etkisi. *T Oft Gaz.* 1992; 22: 249-52.
34. Preero L, Modorati G, Bruncato R. Clinical variability in keratometry, ultrasound biometry measurements and emmetropic lens power calculation. *J 36. Cataract Refract Surg.* 1991; 17: 91-4.
35. Shammaş HJ. Axial length measurements. In: Klein EA, editor. *Atlas of ultrasonography and biometry.* St Louis: Mosby Company; 1984. 273-301.
36. Özdemir N. Oküler biyometri ve göziçi lens gücü hesaplaması. In: Özçetin H, editor. *Katarakt ve tedavisi.* 1.baskı. İstanbul: Scala; 2005. 169-75.
37. Eddin AS, Abdel H, Ahmad K. Intraocular lens power calculation in triple procedure. *Br J Ophthalmol.* 1989; 73: 703-13.
38. Olsen T. Calculation of intraocular lens power: a review. *Acta Ophthalmol Scandinavica.* 2007; 85: 472-85.
39. Jensen PK, Nissen O, Kessing SV. Exercise and reversed pupillary block in pigmentary glaucoma. *Am J Ophthalmol.* 1995 Jul; 120(1): 110-2.
40. Koçak N, Öner H, Yaman A ve ark. Biyometri teknikleri ve özellikli olgularda biyometrik değerlendirme. *T Klin Oftalmoloji.* 2002; 11: 108-16.
41. Foyodorov SN, Galin MA, Linksz A. Calculation of the optical power of intraocular lenses. *Invest Ophthalmol.* 1975; 14: 625.
42. Özdemir N. Oküler biyometri ve göziçi lens gücü hesaplaması. In: Özçetin H, editor. *Katarakt ve tedavisi.* 1.baskı. İstanbul: Scala; 2005. 169-75.

43. Olsen T, Corydon L, Gimbel H. Intraocular lens power calculation with an improved anterior chamber depth prediction algorithm. *J Cataract Refract Surg.* 1995; 21: 313-19.
44. Olsen T, Olsen H, Thim K, Corydon L. Prediction of postoperative intraocular lens chamber depth. *J Cataract Refract Surg.* 1990; 16: 587-90.
45. Şahinoğlu N, Balcı Ö, Gücükoğlu A. İntraoküler lens gücü hesaplamasında SRK-II formülü. *T Oft Gaz.* 2006; 36: 481-84.
46. Sanders DR. İntraocuiar lens power calculations techniques and results. İn: Stark WJ, Terry AC, Maumenee AE. Ed. *Anterior segment surgery: Baltimore: Williams & Wİlkins* 1987; pp: 37-47.
47. Retzlaff JA, Sanders DR, Kraff MC. Development of the SRK/T intraocular lens implant power calculation Formula. *J Cataract Refract Surg.* 1990; 16: 333-40.
48. Sanders DR, Kraff MC. Improvement of intraocular lens power calculation using empirical data. *J Am Intraocul Implant Soc.* 1980; 6: 263-7.
49. Shammas HJ. The fudged Formula for intraocular lens power calculations. *J Am Intraoc Implant Soc.* 1982; 8: 350-2.
50. Köse S, Kaşkaloğlu M, Akkın C ve ark. İntraoküler lens gücünün saptanmasında SRK-II, SRK-T ve Holladay formüllerinin karşılaştırılması. *T Oft Gaz.* 1994; 24: 526-30.
51. Çil A, Ertürk H, Avcı R ve ark. İntraoküler lens gücü hesaplamasında SRK II ve Binkhorst I formülleri. *T Oft Gaz.* 1995; 25: 57-60.
52. Hoffer KJ. Biometry of 7500 cataractous eyes. *Am J Ophthalmol.* 1980; 90: 360-368.
53. Erkayhan GE. Pupilla dilatasyonunun hesaplanan intraoküler lens gücüne etkisi [tez]. Mersin: Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi; 2010.
54. Sanders DR, Retzlaff JA, Kraff MC, Gimbel HV, Raanan MG. Comparison of the SRK/T Formula and other theoretical and regression formulas. *J Cataract Refract Surg.* 1990; 16(3): 341-6.
55. Rabsilber TM, Jepsen C, Auffarth GU, Holzer MP. Intraocular lens power calculation: clinical comparison of 2 optical biometry devices. *J Cataract Refract Surg.* 2010; 36: 230-4.

- 56.** Findl O, Kriechbaum K, Sacu S, et al. Influence of operator experience on the performance of ultrasound biometry compared to optical biometry before cataract surgery. *J Cataract Refract Surg.* 2003; 29: 1950-5.
- 57.** Drexler W, Findl O, Menapace R, et al. Partial coherence interferometry: a novel approach to biometry in cataract surgery. *Am J Ophthalmol.* 1998; 126: 524-34.
- 58.** Lam AK, Chan R ve Pang PC. The repeatability and accuracy of axial length and anterior chamber depth measurements from the IOL Master. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2001; 21: 477-83.
- 59.** Vogel A, Dick HB, Krummenauer F. Reproducibility of optical biometry using partial coherence interferometry: intraobserver and interobserver reliability. *J Cataract Refract Surg.* 2001; 27: 1961-8.
- 60.** Ocakoglu O. Diagnostic methods for glaucoma. *Turkiye Klinikleri J Ophthalmol.* 2004; 13(1): 29-38.
- 61.** Beatty S, Nischal KK, Jones H, Eagling EM. Effect of applanation tonometry on mean corneal curvature. *J Cataract Refract Surg.* 1996; 22(7): 970-1.
- 62.** Smith MF, Doyle JW. Clinical examination of glaucoma. In: Yanoff M, Duker JS, editors. *Ophthalmology.* 2nd ed. St. Louis: Mosby; 2004. 1434-6.
- 63.** Pallikaris IG, Kymionis GD, Ginis HS, Kounis GA, Tsilimbaris MK. Ocular rigidity in living human eyes. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2005; 46(2): 409-14.
- 64.** Friedman E. The role of the atherosclerotic process in the pathogenesis of age related macular degeneration. *Am J Ophthalmol.* 2000; 130(5): 658-63.
- 65.** Doğru M, Özçetin H. Pupilla. In: Özçetin H, editor. *Klinik Göz Hastalıkları.* İstanbul: Nobel; 2003. 341-50.
- 66.** Doughty M, Zaman P. Human corneal thickness and its impact on intra ocular pressure measures: a review and meta-analysis approach. *Survey Ophthalmol.* 2000; 44: 367-408.
- 67.** Kola M, Duran H, Turk A, Mollamehmetoglu S, Kalkisim A, Erdol H. Evaluation of the Repeatability and the Reproducibility of AL-Scan Measurements Obtained by Residents. *Journal of Ophthalmology.* 2014(4); 739652: 1-6.

8.EKLER

T.C.

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ ETİK KURULU
ARAŞTIRMA BAŞVURU FORMU
HASTA / DENEĞİN AYDINLATILMIŞ ONAMI

1. Ben.....Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde yürütülmekte olan “Kataraktlı hastalarda gonyoskopik muayenenin biyometrik ölçümler üzerinde etkisi” adlı araştırmaya denek olarak katılmayı gönüllülükle kabul ediyorum.

2. Bana, Dr. Ahmet Taner UYSAL tarafından;

a) Araştırmacının amacı

Tarafınıza, yapılan göz muayenesi sonucunda katarakt tanısı konulmuştur .Katarakt lensin saydamlığını yitirmesidir ve tedavi edilebilir körlük nedenleri arasında yer almaktadır.Muayeneniz sonucunda tespit edilen katarakt yoğunluğu tedavi gerektirecek düzeydedir ve kataraktın tek tedavisi ameliyattır .Katarakt ameliyatı sırasında kataraktlı mercek temizlenip yerine yapay göziçi lensi yerleştirilir.Ameliyatta temizlenen kataraktlı merceğin yerine yerleştirilecek yapay göziçi lens gücü, ameliyat öncesinde biyometri denilen yöntemle hesaplanır.Bu çalışma ile lens gücünün doğru hesaplanmasına katkıda bulunmak amaçlanmıştır. Bu çalışma tarafınıza yapılan rutin tetkik ve tedavi sonucu elde edilen veriler kullanılarak hazırlanacaktır. Çalışma kapsamında kimliğiniz gizli tutulacaktır.

b) Araştırmanın özelliği

Araştırmanın özelliği ilmi bir araştırma olup insanlığın hizmetine katkı yapmayı hedeflemiş olmasıdır.

c) Araştırmanın yararları

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlarla bu hastalığın tedavisinde yarar sağlanacaktır.

d) Araştırmanın yan etkileri, varsa tehlikeleri

Çalışmada uygulanan rutin ayrıntılı göz muayene yöntemlerinin herhangi bir yan etkisi yoktur.

e) Araştırmanın yöntemi, açıklandı.

Bu açıklamaları anladım ve gönüllülükle bu onamı verdim.

3. Araştırmanın herhangi bir döneminde araştırmacıya/doktora haber vererek araştırmadan çekilme hakkım olduğu söylendi.

4. Araştırma süresince kendimle ilgili bir olumsuzluk hissettiğimde hangi araştırmacıyı, hangi telefonda arayabileceğimi biliyorum (0 462 377 10 06).

5. Araştırma sonuçlarının, eğitim ya da bilimsel amaçlarla kullanılması sırasında benim mahremiyetime saygı gösterileceğine inanıyorum.

6. Gönüllü olarak katılmaya karar verdiğim araştırmanın ekonomik sorumluluğunun bana ait olmadığını biliyorum.

Tanık / Vekil :

Adı Soyadı :

İmzası :

Telefonu :

Hasta/Deneğin :

Adı Soyadı :

İmzası :

Telefon :

Aydınlatan Hekim Adı Soyadı ve İmzası:

Arş. Gör. Dr. Ahmet Taner UYSAL