



T.C.

MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ

TAYFUR ATA SÖKMEN TIP FAKÜLTESİ

**KERATOMETRİDEĞERLERİ VE ÖN SEGMENT
ÖLÇÜMLERİNİN SİRİUS TOPOGRAFI CİHAZI VE İOL MASTER İLE
KARŞILAŞTIRILMASI**

UZMANLIK TEZİ

Dr. Yener FIRINCIOĞULLARI

GÖZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI: Yard. Doç. Dr. Ahmet ELBEYLİ

**T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
TAYFUR ATA SÖKMEN TIP FAKÜLTESİ**

**KERATOMETRİ DEĞERLERİ VE ÖN SEGMENT ÖLÇÜMLERİNİN
SİRİUS TOPOGRAFI CİHAZI VE İOL MASTER İLE
KARŞILAŞTIRILMASI**

UZMANLIK TEZİ

**Dr. Yener FIRINCIOĞULLARI
GÖZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI**

**TEZ DANIŞMANI
Yrd.Doç. Dr. Ahmet ELBEYLİ**

HATAY-2016

TEZ ONAY SAYFASI

T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
TAYFUR ATA SÖKMEN TIP FAKÜLTESİ
GÖZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

KERATOMETRİ DEĞERLERİ VE ÖN SEGMENT ÖLÇÜMLERİNİN SİRİUS TOPOGRAFI CİHAZI VE IOL MASTER İLE KARŞILAŞTIRILMASI

Dr. Yener FIRINCIOĞULLARI

Tıp Fakültesi Dekanlığı Onayı

(İmza).....
Prof.Dr. Yusuf ÖNLEN
Tıp Fakültesi Dekanı

Bu tez çalışmasının “Tıpta Uzmanlık” derecesine uygun ve yeterli bir çalışma olduğunu onaylıyorum.

(İmza).....
Yrd.Doç.Dr. Ahmet ELBEYLİ
Anabilim Dalı Başkanı

Bu tez tarafımdan okunmuş ve her yönü ile “Tıpta Uzmanlık” tezi olarak uygun ve yeterli bulunmuştur.

(İmza).....
Yrd. Doç. Ahmet ELBEYLİ
Tez Danışmanı

ASIL TEZ JÜRİSİ:

- 1.Prof.Dr.Kıvanç GÜNGÖR
- 2.Yrd.Doç.Dr.Onur KOYUNCU
- 3.Yrd.Doç.Dr.Ahmet ELBEYLİ

I. İÇİNDEKİLER

<u>İÇİNDEKLER</u>	i
<u>TABLO LİSTESİ</u>	ii
<u>ŞEKİL LİSTESİ</u>	iii
<u>KISALTMALAR LİSTESİ</u>	iv
<u>TEŞEKKÜR</u>	v
<u>ÖZET</u>	vi
<u>ABSTRACT</u>	vii
<u>GİRİŞ VE AMAÇ</u>	1
<u>GENEL BİLGİLER</u>	2
<u>MATERYAL VE METOD</u>	14
<u>BULGULAR</u>	15
<u>TARTIŞMA</u>	27
<u>SONUÇLAR</u>	32
<u>KAYNAKLAR</u>	33

II. TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1: Sirius ve IOLMaster cihazlarının göz ölçümlerinin tanımlayıcı istatistikleri.....	16
Tablo 2: Parametrelerin Sirius ve IOLMaster cihazlarına göre t değerleri ve istatistiksel farkı	16
Tablo 3: Parametrelerin Sirius ve IOLMaster cihazlarına göre ortalama farkları, %95 GA değerleri ve istatistiksel farkı.....	17



III. ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1: Perspektifte Scheimplug görüntüleme yöntemi.....	10
Şekil 2: Ön segment görüntülenmesinde Scheimplug yöntemi prensibi.....	11
Şekil 3: Sirius ve IOLMaster cihazlarına göre ÖKD değerlerinin karşılaştırılması.....	17
Şekil 4: Sirius ve IOLMaster cihazlarına göre K1 değerlerinin karşılaştırılması.....	18
Şekil 5. Sirius ve IOLMaster cihazlarına göre K2 değerlerinin karşılaştırılması.....	18
Şekil 6. Sirius ve IOLMaster cihazlarına göre WTW değerlerinin karşılaştırılması.....	19
Şekil 7. Sirius ve IOLMaster cihazlarına göre Kornealastigmatizma değerlerinin karşılaştırılması.....	19
Şekil 8. Sirius ve IOLMaster cihazlarına göre Axis değerlerinin karşılaştırılması.....	20
Şekil 9. Blant-altman analizi ile tüm olgularda kornealastigmatizma aksının IOLMaster ve sirius cihazları arasındaki ölçüm farkının, ortalama ölçüm farkına göre dağılımı.....	20
Şekil 10. Blant-altman analizi ile tüm olgularda kornealastigmatizmanın IOLMaster ve sirius cihazları arasındaki ölçüm farkının, ortalama ölçüm farkına göre dağılımı.....	21
Şekil 11. Blant-altman analizi ile tüm olgularda limbal-limbal mesafenin IOLMaster ve sirius cihazları arasındaki ölçüm farkının, ortalama ölçüm farkına göre dağılımı.....	21
Şekil 12. Blant-altman analizi ile tüm olgularda dik keratometrinin IOLMaster ve sirius cihazları arasındaki ölçüm farkının, ortalama ölçüm farkına göre dağılımı.....	22
Şekil 13. Blant-altman analizi ile tüm olgularda düz keratometrinin IOLMaster ve sirius cihazları arasındaki ölçüm farkının, ortalama ölçüm farkına göre dağılımı.....	22
Şekil 14. Blant-altman analizi ile tüm olgularda ön kamara derinliği IOLMaster ve sirius cihazları arasındaki ölçüm farkının, ortalama ölçüm farkına göre dağılımı.....	23
Şekil 15. Ön kamara derinliği ölçümünde IOLMaster ve sirius cihazları arasındaki koreleasyon.....	23
Şekil 16. Düz keratometri ölçümünde IOLMaster ve sirius cihazları arasındaki koreleasyon.....	24
Şekil 17. Kornealastigmatizma ölçümünde IOLMaster ve sirius cihazları arasındaki koreleasyon.....	24
Şekil 18. Kornealastigmatizma aksı ölçümünde IOLMaster ve sirius cihazları arasındaki koreleasyon.....	25
Şekil 19. Dik keratometri ölçümünde IOLMaster ve sirius cihazları arasındaki koreleasyon.....	25
Şekil 20. Limbus-limbus mesafesi ölçümünde IOLMaster ve sirius cihazları arasındaki koreleasyon.....	26

IV. KISALTMALAR LİSTESİ

AU: Aksiyel Uzunluk

ELPO:Etkin Lens Pozisyonu

GİL:Göz İçi Lensi

IOL:İntra Oküler Lensi

KORAS:KornealAstigmatizma

K1:Düz keratometri

K2:Dik keratometri

LED:LightEmittingDiode-ışık yayan diod

LLM:Limbus-Limbus mesafesi

MKK:Merkezi Kornea Kalınlığı

OKT:Optik KohorensTopografi

ÖAS:Ön segment Analiz Sistemi

ÖKD:Ön Kamara Derinliği

USG:Ultrasonografi

PKİ:ParsiyelKohorens İnterferometre

V. TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca iyi yetişmemde emeği olan t¼m kıymetli hocalarımın ¼zerimdeki emekleri için minnettarım.

Tezimi değerlendirme aşamasında en yoğun zamanlarında yardımlarını esirgemeyen başta Prof.Dr. Kıvanç G¼NGÖR ve Doç.Dr. Ođuzhan SAYGILI olmak ¼zere Prof.Dr.ađla ÖZBAKIŐ ve Yrd.Doç.Dr.Onur KOYUNCU'ya teŐekk¼r ederim.

Asistanlık s¼resince t¼m zorluklara birlikte gōđ¼s gerdiğimiz araştırma gōrevlisi arkadaşlarım,her fırsatta kendimi Őanslı hissettiren poliklinik,servis ve ameliyathane hemŐire ve personeline,poliklinik sekreterlerimize teŐekk¼r ederim.

Dođduđum g¼nden bug¼ne her zaman yanımda olan sevgili aileme ve hayatımı hiç ummadığım kadar g¼zelleŐtiren sevgili eŐime asistanlık s¼resince verdikleri destekten dolayı teŐekk¼r ederim.

VI. ÖZET

KERATOMETRİ DEĞERLERİ VE ÖN SEGMENT ÖLÇÜMLERİNİN SİRİUS TOPOGRAFI CİHAZI VE IOL MASTER İLE KARŞILAŞTIRILMASI

Amaç:Bu çalışmada sağlıklı gözlerde keratometri değerleri ve ön segment ölçümlerinin siriustopografi cihazı (CSO, İtalya) ve IOLMaster cihazı (Carl Zeiss,Almanya) ile ölçülüp,bu değerlerin tutarlılığını değerlendirmeyi amaçladık.

Yöntem:100 hastanın 100 gözü çalışmaya dahil edildi. Ön kamara derinliği,düz keratometri,dik keratometri,kornealastigmatizma,aks ve limbal-limbal mesafe siriustopografi ve IOLMaster cihazlarıyla randomize olarak ölçüldü. Öncesinde tüm hastaların tam oftalmik muayeneleri yapıldı. Cihazlar arasındaki tutarlılığın değerlendirilmesinde bland-altman metodu kullanıldı.

Bulgular:Ön kamara derinliği istatistiksel olarak siriustopografi cihazında daha yüksek bulunmuşken K1,K2 ve LLM daha düşük bulunmuştur.K1,K2 ve ÖK D ölçümlerinde iki cihaz arasında Blant-Altman metoduna göre iyi uyum bulunmuşken,korneal astigmatizm,aks ve LLM ölçümlerinin karşılaştırılmasında iki cihaz arasında daha düşük uyum görülmüştür.

Sonuç:Korneal astigmatizm,aks ve LLM ölçümlerine rağmen ön segment ve kerotometri ölçümlerinde her iki cihaz arasında yüksek uyum bulunmuş olup iki cihazda birbirinin yerine kullanılabilir.

Anahtar kelimeler:Siriustopografi cihazı, IOLMaster, anteriorsegment ölçümleri

VII. ABSTRACT

COMPARISON OF ANTERIOR SEGMENT AND KERATOMETRIC MEASUREMENTS OBTAINED WITH SIRIUS TOPOGRAPHY SYSTEM AND IOLMASTER

Purpose: In this study we aim to assess the consistency of anterior segment measurements obtained using a Sirius Scheimpflug/Placido photography based topography system (CSO, Italy) and IOLMaster partial coherence interferometry (Carl Zeiss Meditec, Germany) in healthy eyes.

Methods: A total of 100 eyes of 100 patients were included in this prospective study. The anterior chamber depth (ACD), keratometry (K1 and K2), corneal astigmatism, axis and white to white (WTW) values were randomly measured with Sirius and IOLMaster. All patients were performed complete ophthalmologic. The Bland and Altman method also was performed to assess agreement in measurements between devices.

Results: The ACD taken with the Sirius were statistically significantly higher than that taken with the IOLMaster; however, the Sirius significantly underestimated the K1, K2 and WTW values compared with the IOLMaster. Good agreement was found for K1, K2 and ACD measurements, with Bland and Altman method, respectively. Poor agreement was observed for corneal astigmatism, axis and WTW measurements.

Conclusion: With the exception of corneal astigmatism, axis and WTW, anterior segment measurements taken by Sirius and IOLMaster devices showed good agreement and may be used interchangeably in patients.

Keywords: Sirius topography system, IOLmaster, anterior segment measurements

GİRİŞ VE AMAÇ

Günümüzde ön segment yapılarının değerlendirilmesi refraktif cerrahi veya katarakt cerrahisi planlanan hastalarda oldukça önemlidir.Ön kamara derinliği ve keratometrik değerler intraoküler lens ölçümü açısından olmazsa olmazdır.Bu değerlerin yanlış ölçümü cerrahi sonrası postoperatif refraktif hataları beraberinde getirir.[1]

Korneal güç,kornealektazilerde ve keratokonusundiyagnozunda çok önemlidir.

Korneal horizontal çap ölçümü(whitetowhite) fakik IOL hesaplanmasında önemlidir.[2] Ayrıca yumuşak kontakt lens pratiğinde horizontal çapın doğru ölçümü gerekmektedir.Bu çapın olduğundan uzun yada kısa ölçülmesi konforsuz bir sonuç doğuracağı gibi korneal skar gibi ciddi sorunlara da yol açabilir.[3]

Katarakt tüm toplumlarda özellikle yaşla artan insidansı ile önemli bir sağlık problemidir.İntraoküler lens implantasyonu ile birlikte katarakt ekstraksiyonu en sık uygulanan cerrahi prosedürlerden birisi haline gelmiştir.İlk dönemlerde standart diyostride göz içi lens implantasyonları uygulanmıştır.Bu uygulama ile normal uzunluktaki gözlerde başarı sağlanırken normalden uzun ve kısa gözlerde istenmeyen refraktif sonuçlarla elde edilmiştir.Gelişen lens teknolojisi ve biyometrik ölçümlerin doğru yapılabilmesi bu hataların önüne geçmiştir.

IOL Master(optik kohorens biyometri) hızlı ve hassas nonkontakt biyometrik cihazdır.Kısmi kohorens interferometri teknolojisini kullanarak axial uzunluğu ölçer.Bunun yanında keratometri,ön kamara derinliği ve horizontal kornea çapını da ölçer.

Sirius, üç boyutlu hareketli Scheimpflug Kamera ve Placido Disk tekniğinin kombinasyonunu sunan yeni nesil analiz cihazıdır. İki bir arada sistem ile ön segmentin ve korneanın tamamı nonkontakt olarak kısa bir sürede ölçülür ve analiz edilir.

Biz bu çalışmada bu iki yeni nesil cihazın keratometri ve ön kamara ölçüm değerlerini karşılaştırmayı amaçladık.

GENEL BİLGİLER

Ön Segment Anatomisi

Önde korneanın posterior yüzeyi, arkada lensin pupiller parçası ile irisin anterioru, periferdetrabeküler ağ, skleral mahmuz, silyer cisim ve iris kökü arasında kalan alan ön kamarayı oluşturur. Ön kamarada en dar bölge açıdır. Ön kamara derinliğini etkileyen başlıca faktörler; kırma kusurları, ırk, cinsiyet, yaş ve genetikdir [4]. Ön kamara, hipermetroplara göre miyoplarda daha derindir. Ön kamara derinliği (ÖKD), genellikle lensin kalınlaşmasına bağlı olarak yaşla birlikte azalır. Erkeklerde ön kamara daha derindir [4]. Maksimum akomodasyonda ön kamara derinliği 0,24 mm kadar azalır [5].

Gözün kırıcı yapıları

Geometrik optikte, görüntülerin boyut ve yerleşimlerinin hesaplanabilmesi için, anatomik olarak gerçek göz yerine, hesaplamalarda kullanılmak üzere kırıcı yapıların yeri ve kırılma indileri teorik olarak belirlenmiş göz çizimleri kullanılmaktadır. Kurgulanmış bu göze şematik göz denmektedir.

İnsan gözünün optik özelliklerini değerlendirmede oldukça kullanışlı bir yöntemdir. Gullstrand tarafından tanımlanan şematik göz en sık kullanılan modeldir. Işınlardan gözde nasıl yayıldıklarını belirlemede kullanılan temel parametreler kornea ve lense ait yüzeylerin eğrilikleri, yerleşimleri ve optik ortamların kırılma indisidir[6]. Korneanın kırılma indisi 1.376'dır. Korneanın ön yüzünün konverjan, arka yüzünün diverjan etkisi ile toplam 42.95 diptirlik kırılma gücü meydana gelir. Humoraközün ve vitreusun kırılma indisi 1.336'dır. [7] Akomodasyon yapmayan istirahat halindeki bir gözde lens korteksinin ön yüzünün eğrilik yarıçapı 10.00 mm, arka yüzünün eğrilik yarıçapı 6.00 mm'dir. İnsan lensinin yapısı soğan tabakalarına benzetilir. Tabakalı yapı, derin katlara ilerledikçe daha sıkı bir yapıya dönüşür. Kırılma indisi de, derin katlara ilerledikçe yükselir. Fakat ışınların kırılma indilerinin sürekli değiştiği tabakalar arasında ilerlediği yolu hesaplamak oldukça zordur. Bu nedenle,

Gullstrand, lensin çekirdek kısmı için 1.406, korteks kısmı için 1.386 olmak üzere iki ayrı kırılma indisi hesaplamıştır. Lens çekirdeğinin (nukleus) ön yüz yarıçapı 7.91 mm, arka yüz yarıçapı -5.76 mm'dir. Lens akomodasyon yapmadığı konumda 19.11 dioptri kırıcılığa sahiptir. [8]

Kornea

Kornea, avasküler ve saydam yapıda olup periferde kalınlaşarak sklera ile devamlılık gösteren gözün kırıcı ortamlarından biridir. Kornea, vertikal 10.5 mm, horizontal 11.5 mm çapındadır. Santral 4 mm'lik alanda hemen hemen sferiktir ve ön-arka yüzler birbirine paraleldir, kalınlığı 0.52 mm kadardır. Periferde ise arkayüzeyin eğrilik artışına paralel olarak 1.0 mm kalınlığa ulaşırken ön yüzde düzleşme gözlenir. Düzleşme her alanda simetrik değildir; nazalde ve üstte, temporale ve alta oranla daha belirgindir. Keratometre ile sadece santral sferik alan değerlendirildiği için topografik kontakt lens uygulanmasında önemle anımsanmalıdır. Korneanın ön eğrilik çapı (konveks) 7.8 mm, arka eğrilik çapı (konkav) 6.2 - 6.8 mm kadardır. Yeni doğanlarda ve çocuklarda bu kurvatür erişkinle oranla daha büyüktür, ilk birkaç ayda düzleşme çok belirgindir, daha sonra yavaş biçimde azalmaya devam eder. Korneanın ön ve arka yüzünün kırma güçleri birbirinden farklıdır. Korneanın ön yüz kırıcılığı ortalama olarak 48.8 dioptri iken arka yüz için bu değer -6.8 dioptridir (4). Bu durumda korneanın tam kırıcılığı 43 dioptri olup gözün total kırma gücünün %70'ini teşkil eder. Yeni doğan döneminde kırıcılık gücü yaklaşık 51 dioptridir. Bir yaşında erişkin seviyeye ulaşır. [9] Yaklaşık 6 yaş civarında korneal gelişim tamamlanmıştır.

Kornea Kırma Gücü Ölçümü

Kornea gözün toplam kırma gücünün üçte ikisini temsil eder ve oküler refraktif sistemin en önemli komponentini oluşturur. Korneanın kırma gücü ölçümü IOL 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 regülersferosilindirik yüzeyler için doğru sonuç verir. [10]

IOL 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. 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. Kornea kırıcılığının ölçülmesinde yapılan en önemli yanlışlık kaynağı ölçüm hatalarıdır. İntraoküler lens gücü hesaplamalarında yapılan hataların %25'ini korneal kırıcılık hesaplamalarından kaynaklandığı bilinmektedir. [11] Ölçüm hataları genelde kalibrasyondan kaynaklanır. Kornea kırıcılığının ölçülmesinde yapılan 1.00 D'lik hatapostoperatif refraksiyonu 1.00 D etkiler. [12]

Lens

Erişkin insan lensi içerisinde kan damarları, sinir ya da bağ dokusu bulunmayan bikonveks optik bir yapıdır. 19.70 D kırma gücüyle korneadan sonra gözün en kırıcı ortamıdır. Lens pupilla ve iris ardında arka kamarada yer alır. Ön yüzeyi aköz yapı ile temas halinde olup, arka yüzey vitröz yapı ile temastadır. Ön yüzü arka yüze kıyasla daha düzdür. Ön yüzde en tepe noktaya ön kutup, arka yüzde en tepe noktaya arka kutup denir. Lensin ön ve arka yüzünün birleştiği çepeçevre birleşim yerine ekvator denir. Lens bulunduğu arka kamarada zonül fibrilleriyle asılmıştır. Silyer cisimden köken alan ekvatoryal zonül fibrilleri lensin ekvatoruna, pars planadan köken alan ön ve arka zonül fibrilleri ise lens ekvatorunun 1-2 mm ön ve arkasına lensin 2 mikron içine girerek tutunur. Ekvatoryal zonüller uyum işlevinde, ön ve arka zonüller ise destek olarak görev yapar. [13] Lens %65 su, %35 protein içermektedir. Şeffaf olup vücutta bulunan protein yoğunluğu en yüksek organdır. Lens hücreleri az miktarda organel içermektedir. Aynı boyutlarda yüksek düzeyde organize olmuş hücre dışı aralığın olmadığı bir yapıdır. Lensin şeklindeki değişiklik siliyer kas kasılması ile oluşan kuvvetin sonucu gerçekleşmektedir.

Katarakt ve Tedavisi

Lensin saydamlığını yitirmesine veya ışığın saçılmasına neden olan opasiteye katarakt denir. Elli yaşından sonra gelişen ve belirli bir sebebi olmayan her türlü katarakta senil katarakt ya da yaşa bağlı katarakt denir. Yaşabağlı katarakt genetik, çevresel, sosyoekonomik ve biyokimyasal faktörlerin birlikte etki ettiği çok faktörlü bir hastalıktır. Katarakt şiddetine bağlı olarak gözün görme fonksiyonunu ve yaşamsal aktiviteleri etkileyen bir durumdur. Genelde ortak görüş fonksiyonel görme azalması olduğunda cerrahi müdahalenin gerektiğidir.

İntraoküler lens implantasyonu ile birlikte katarakt ekstraksiyonu en sık uygulanan cerrahi prosedürdür. Lens 19.11 dioptrilik kırma gücü ile lens gözün önemli kırıcı ortamlarından biridir. Katarakt ekstraksiyonu ile lensin alınması gözü dioptrik güç bakımından son derece zayıf bırakır, ortalama 23.70 dioptrilik bir kayıp söz konusudur. Dioptrik gücün yerine konması gözlük, kontakt lens, kornea üzerine doku yerleştirilmesi, IOL'ler şeklinde olabilir. Kristal lens gücü yenilemenin en yaygın ve en başarılı yöntemi bir IOL kullanımınıdır. [14]

Göz içi lens (GİL) implantasyonundan önce, katarakt cerrahisi sonrası afaki tedavisinde gözlük camları veya kontakt lensler kullanılmaktaydı. Her iki yöntemin dezavantajları iyi bilinmekle beraber bir takım avantajları da bulunmaktadır. Hasta muayenelerinin ameliyattan sonra yapılması ve gerekirse bu muayenelerin tekrarlanması ve buna göre gözlük camlarının veya kontakt lenslerin modifikasyonunun yapılabilmesi önemli avantajlar arasında sayılabilir. Oysa katarakt cerrahisini takiben GİL implantasyonunun yapılması, implante edilecek lens gücünün ameliyattan önce hesaplanmasını gerektirir.

Yanlış bir hesaplama ikincil bir implantasyon, yani yeniden cerrahi işlem anlamına gelmektedir. Bu nedenle GİL gücünün doğru hesaplanması çok önemlidir ve çeşitli faktörlerle doğrudan ilişkilidir. Hedeflenen ameliyat sonrası refraksiyon, gözün aksiyel uzunluğu, korneanın kırma gücü ve GİL'in ameliyat sonrası pozisyonu doğru GİL gücü hesaplaması için kabul edilen 4 önemli parametredir. Ameliyat sonrası hedeflenen refraksiyon, monovizyon veya diğer gözünde belirgin refraksiyon kusuru olan bazı özellikli olgular dışında emetropiye ayarlanır.

Göz İçi Lens Gücünün Ölçülmesi

GİL gücü hesaplaması, esas olarak A-scan ultrasonografi (kontakt ve immersiyon yöntemi) ve optik koherensbiometri (lazer interferometri prensibi) yöntemleri ile yapılmaktadır. Katarakt cerrahisinden sonra GİL implantasyonu ilk kez 1949'da Ridley tarafından gerçekleştirilmiştir. Ameliyat sonrası yüksek refraktif hataların ortaya çıkması ile GİL gücünün belirlenmesi önem kazanmıştır. Fakat uzun yıllar standart olarak +19 ile +21 D arası lensler kullanılmaya devam edilmiştir. Standart güçlü GİL'lerin kullanımı, 1980'li yıllardan sonra giderek azalmıştır. Bütün cerrahlar, katarakt cerrahisinden önce GİL gücünü belirlemek için biometriyi kullanmaya başlamışlar ve daha doğru sonuçlara ulaşmışlardır.

Biometrinin GİL hesabında kullanımı ile ameliyat sonrası refraksiyon sonuçlarında önemli düzelme sağlanmıştır.

GİL gücünün doğru bir şekilde hesaplanması için teorik ve regresyon formüllerinden yararlanılır. Kullanılan formüllerde çeşitli parametrelerden yararlanılır. AU ölçümünden önce keratometrik değerler ölçülür. Keratometrik ölçümde yapılan 1 D'lik ölçüm hatası, ameliyat sonrası dönemde refraksiyonu yaklaşık 1 D etkilemektedir.[15]Yapılan çalışmalarda ölçüm hatalarının yaklaşık %25'inin kornea kırıcılık hesaplamalarından kaynaklandığını, %54-68'inin ise AU ölçüm hatalarına bağlı olduğu bildirilmiştir. [11]

Ameliyat öncesi ölçülmesi gereken parametrelerden biride ön kamara derinliğidir. (ÖKD)Kornea tepesi ile GİL'in ön yüzü arasındaki uzaklıktır. Her lens için öngörülen bir ÖKD değeri vardır. ÖKD yerine etkin lens pozisyonu (ELPO) da kullanılabilir. ÖKD'de 1 mm'lik hata miyop gözlerde 1D, emetrop gözlerde 1.5 D, hipermetropik gözlerde ise 2.5 D'lik ameliyat sonrası refraksiyon hatalarına neden olmaktadır.[16][17]Teorik formüller (fiziksel, gerçek, kuramsal) geometrik optik prensiplere dayanırken, regresyon formülleri (deneysel, ampirik) hasta verilerinin retrospektif olarak incelenmesi ile elde edilmiştir.

Oküler Biyometri ve Parametreleri

Ultrasonografi, ses dalgalarının vücut dokuları ile fizik kurallarına göre etkileşimine dayanan, tanı ve tedavide kullanılan bir yöntemdir. [18]Ultrasonografinin oftalmolojide kullanılmasına Mundth ve Hughes tarafından 1956 yılında başlanmıştır. [19]Baum ve Greenwood 1958 yılında oftalmolojide B-mod ultrasonografiyi tanımlamışlardır. Baum ve Greenwoodimmersiyon tekniğini kullanmışlardır. [20]Bronsen ve Turner1972'de ilk kontakt B-mod ultrasonografiyi raporlamışlardır. [21]Biyometrik ölçüm amaçlı ultrasonografinin ilk kullanımı ise 1963 yılında Ossoinig ve Gernettarafından gerçekleştirilmiştir. [22]

Ultrasonikbiyometri gözü oluşturan dinamik ve statik yapıların sayısalolarak ultrason yardımıyla ölçülmesi işlemidir. A-mod ultrasonografi ile ilgili dokuya ultrason enerjisi gönderilir ve yüzeyden yansıyan ekolar ekranda izlenir. Ölçüm sırasında yeterli eşik düzeyi geçen sinyaller ekrana yansımaktadır. Ultrasonik ses hızı gönderildiği dokuya göre

değişmektedir. Aksiyel uzunluğun ölçümünde yeterli ses hızının kullanılması ölçümün doğruluğu açısından önemlidir. Ölçüm yapılan aletlerde fakik hastalarda aksiyel uzunluk ölçümü için ses hızı ortalama 1550 m/sn, psödo fak ve afak hastalarda ise 1532 m/sn olarak kullanılmaktadır. [23]

Biyometri en sık aksiyel uzunluk ölçümünde kullanılmaktadır. Ayricalens, vitreus, ön kamara derinliğinin ölçümünde kullanılır. Kullanılan ultrasonaletlerinde aksiyel uzunluk otomatik ya da manuel olarak ölçülebilmektedir. Manuel ölçüm sırasında ölçümü yapan kişi ekrana yansıyan ekoları izlemek durumunda kalmaktadır. Otomatik ölçümde ise alet eşik değeri geçen ve sensitivitesi uygun olan ölçümü ekranda kendisi dondurmaktadır. Bu durum kullanıcının ölçüm tekniğine konsantre olmasına olanak vermekte ve hata riskini azaltmaktadır. [23]

Optik KohorensBiyometri

Ultrasonik AU ölçümü ve manuel keratometrik ölçümler, oftalmoloji alanında GİL gücü hesaplamasında uzun yıllar boyunca altın standart olarak kabul edilmiştir. İlk olarak 1999 yılında IOLMaster (Carl Zeiss AG, Germany), 2009 yılında da Lenstar LS 900'un (Haag Streit AG, Switzerland) uygulama alanına girmesi ve bu uygulamaların 3.ve 4. kuşak GİL hesaplama formülleri ile birlikte kullanılması, fizyolojik kornealarda GİL hesaplamalarında mükemmel yakın ölçümlerin alınmasına olanak sağlamıştır.[24] Bu nedenle optik biometri, 1999 yılından beri GİL gücü hesaplamalarında standart teknik haline gelmiştir.[25, 26]

Son yıllarda ultrasonikbiometriden daha hassas optik biometri cihazı geliştirilmiştir. Bu teknik, non-kontaktlaser interferometri ile biyometrik ölçüm yapar. Bu cihazın ölçümlerinde, yüksek ametropi ve akomodatif durum, ölçümün doğruluğuna etki etmez. Fakik, psödo fakik, afak ve silikonlu gözlerde aksiyel uzunluk ölçümü kolaylıkla yapılabilmektedir. Bu cihazlarda laser interferometri ile aksiyel uzunluk ölçümüne ek olarak merkezi korneal kalınlık ölçümü, ön kamara derinliği ve GİL gücü hesaplama formüllerinin veri tabanları mevcuttur. Kornealkontakt metoda göre 5 kat daha güvenilir olan bu yöntemde, hata payı kullanıcıdan bağımsızdır.

Yapılan çalışmalarda AU ve keratometrik ölçümler açısından IOLMaster ve Lenstar arasında ciddi farklar saptanmazken, interferometri yönteminin A-scanultrasonografikbiometriye göre daha doğru ve kesin sonuçlar sağladığı saptanmıştır.[27]

1-IOL Master

IOLMaster, AU ölçümü için parsiyelkoherens interferometriyi (PKİ) kullanan ilk cihazdır. (780 μ m diod laser infrared ışık) Bu non-kontakt teknikte AU'ya ek olarak kornealkurvatür, white-to-white genişlik ve ÖKD (kornea epitelinden anterior lens yüzü) de ölçülebilen parametreler arasındadır. Keratometrik değerler, yaklaşık 2.3mm'lik optik zondan hegzagonal pattern içinde 6 referans nokta eşliğinde ölçülür.

Teknik olarak IOLMaster ile 14-38 mm arası ön-arka eksen uzunluğu, 5-10 mm arası keratometrik ölçümler, 1.5-6.5 mm arasında ön kamara derinliği ve 8-16 mm arasında white-to-white mesafesi ölçülebilmektedir.

2-Lenstar

Lenstar biometrisi optik düşük koherens reflektometri prensibiyle çalışmaktadır, göz içindeki mesafeleri ölçmek için OKT'ye benzer bir teknoloji kullanır. Bu teknolojide ışık dalgalarının koherens süperpozisyonu oluşmaktadır. Cihaz AU, MKK, ÖKD, AD, lens kalınlığı ve retinal kalınlık ölçümleri için 820 nm süperluminesant diod lazer kullanmaktadır. Cihaz 950 nm ışık yayan diodu (LED) keratometri, limbus-limbus mesafe ölçümü ve pupillometri için kullanmaktadır. Korneanın kurvatür yarıçapı ölçümleri ön kornea yüzeyinden yansıyan sabit halkaların görüntü analizi ile olmaktadır. Düz ve dik meridyendeki kornea eğrilik yarıçapları, projekte edilen 32 adet ışık analiz edilerek elde edilmiştir. yansıtılan 32 adet ışık, her biri üzerinde 16 ölçüm noktası bulunan 1.65 mm ve 2.30 mm çaptan oluşan 2 halkadan ibarettir. Cihaz tek seferde yeniden düzenleme yapmadan 16 ardışık ölçüm almaktadır ve bunların ortalaması verilmektedir.

ÖN SEGMENT GÖRÜNTÜLEMEYÖNTEMLERİ

Katarakt cerrahisi ve refraktif cerrahideki teknik gelişmelere paralel olarak, kornea topografisi, ön kamara derinliği, kristalin lensin veya göz içi lenslerinin boyutlarının güvenilir ölçümleri daha önemli hale gelmiştir. Son yıllara kadar, kornea kalınlığı, ön kamara derinliği, gibi parametreleri ölçmekte ultrasonikbiyometri en sık tercih edilen metottu. Ancak, bu metot korneal temas esnasında ölçüm tutacağıının korneaya uygun pozisyonda ve şekilde tatbikini gerektirdiğinden operatöre bağlı hatalara açıktır. Bunun yanında korneanın çöktürülmemesine dikkat edilmesi önemlidir. İşlem sırasında korneadaepitel hasarı ve enfeksiyon taşıma riskinin yanı sıra, hasta için rahatsız bir metot olması da gözden kaçırılmamalıdır. Hekimlerin daha güvenilir ve uygulayıcıya daha az bağımlı teknik taleplerine non-kontakt metotlar ile cevap verilmiştir. Son yıllarda kullanıma giren başlıca non-kontakt ön segment analiz cihazları olarak; Pentacam, Orbscan,Sirius, Optik Koherens Tomografi (OCT) ve IOLMaster sayılabilir.[28]

Kornea Topografisi

Göz küresinin öndeki kısmını oluşturan kornea küreden farklı olarak üç boyutlu birşekle sahiptir. Merkez kısmında daha dik olup periferde gidildikçe düzleşmektedir. Buanatomik yapı “*prolateshape*” olarak adlandırılır. Sağladığı en önemli avantajperiferden gelen ışınların da retinada odaklanması ve sferik aberasyonunazaltılmasıdır. [29]

Topografi 3 boyutlu bir cismin yüzey ve geometrik özelliklerini tanımlamakanlamına gelmektedir. Korneanın yüzey geometrisi ve üzerindeki düzensizliklergenellikle iki farklı kavram kullanılarak tanımlanır. Bu kavramlar genellikle ‘eğrilikyarıçapı’ ve ‘yükseklik’ değeridir, farklı metotlar ve cihazlarla incelenmektedir.

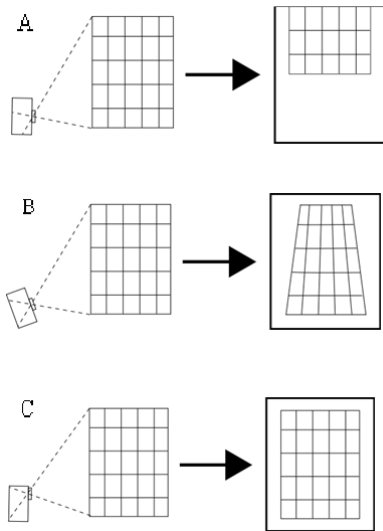
Ön korneanın yüzeyden elevasyonunun değerlendirilmesinde kullanılan korneatopografisi, korneanın haritalandırılması için sıklıkla kullanılanbir yöntemdir. Siyah ve beyaz halkalardan oluşan bir diskin (Plasido Disk –İlkbulan kişinin ismine izafeten) kornea ön yüzeyinden yansıyan görüntüsünüdeğerlendirilmesi prensibine dayanmaktadır.

Kornea topografisi Placido Disk, fotokeratoskop, keratometri ve bilgisayar yardımıyla videokeratoskop ile yapılabilir.[30] Uygulanması kolaydır, non-kontakt bir yöntemdir. Fakat kornea topografi yöntemi sadece korneanın ön yüzeyi hakkında bilgi vermektedir.

Scheimpflug Kamera

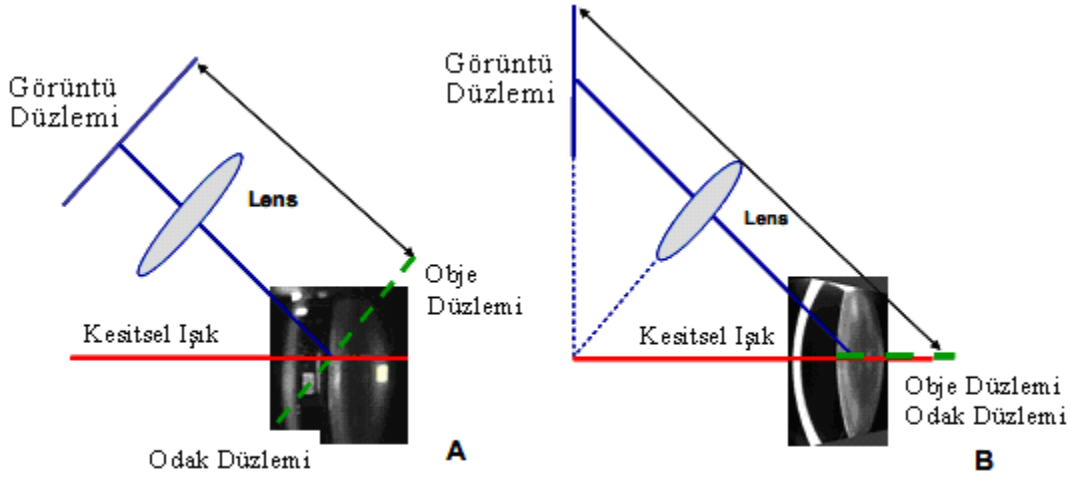
Scheimpflug fotoğrafı perspektif fotoğrafı kullanılarak yapılır. (Şekil 1) Yöntem kesitsel ışık (*slit lamp*) ile kombine edilmesi sayesinde ön segment görüntülenmesinde kullanılır hale gelmiştir. [31] Yapılan biyometrik çalışmalarda Scheimpflug yönteminde oluşan distorsiyona ve metodolojik faktörlere bağlı hatalar tespit edilerek düzenlemeler yapılmıştır. [32, 33]

Scheimpflug görüntüleme; geometrik distorsiyonu (obje düzlemi ile görüntü düzlemi arasında tilt lens konuma bağlı) ve optik distorsiyonu (farklı oküler yüzeylerin kırıcılığına bağlı) düzeltmesi sayesinde görüntülenmek istenen objenin daha gerçek boyutlarının elde edilmesini sağlamaktadır.[34]



Şekil 1: Perspektifte Scheimpflug görüntüleme yöntemi. **A.** Eğer çekim yapılacak düzlemden yukarıdaki bir objenin görüntüsü alınacaksa, gerçek boyutlu görüntüsü isteniyorsa objenin sadece bir kısmının görüntüsü elde edilebilir. **B.** Eğer objenin tümü görüntülenecekse refraksiyona bağlı görüntüde distorsiyon oluşacaktır. **C.** Scheimpflug görüntüleme prensibinde

ise kameranın lensi eğik (tilt) hale getirilerek refraksiyona bağlı distorsiyon en aza indirilmiş olacaktır.[35]



Şekil 2: Ön segment görüntülenmesinde Scheimpflug yöntemi prensibi. **A.** Slitlamp görüntüleme. Mikroskop ile görüntülenmek istenen yere odaklanılır. Obje ve görüntü düzlemi paraleldir. **B.** Scheimpflug görüntüleme prensibi, obje ve görüntü düzlemi bir noktada kesişir; lens ise iki düzlem arasında eşit açılı eğik (tilt) bir düzlemde konumlanır. Scheimpflug konfigürasyonu ön segment görüntülenmesinde derin bir odaklanma sağlar ki bu da geometrik distorsiyona neden olur. Çünkü büyütme görüntünün üzerine sabit değildir. Ayrıca Scheimpflug kamera ile elde edilen görüntü, bir önceki dokunun kırıcılığından etkileneceği için (farklı oküler yüzeylerden kaynaklanan refraksiyon nedeniyle) optik distorsiyon oluşmaktadır. Örneğin lens önyüzeyinin görüntülenmesinde kornea ön ve arka yüzeyinden kaynaklanan farklı refraksiyon değerleri gibi. Bu nedenle elde edilen veriler distorsiyona bağlı değişiklikler düzenlenerek objenin gerçeğe daha yakın değerleri elde edilmektedir.

SİRİUS Ön Segment Analiz Sistemi

Sirius ÖAS monokromatik 360 derece rotasyon yapan Scheimpflug kamera ve 22 halkalı Placido diski kombine ederek kornea ve ön kamaradan 25 radyal kesit alan yeni bir topografi cihazıdır. Cihaz tüm ön kamara parametrelerini, ön kamara hacmi ve açısını otomatik olarak vermektedir. Tek bir çekim ile kornea ön ve arka yüzeyinin tanjansiyel ve

aksiyelkurvatür bilgisi, korneanın refraktif gücü, çoğu göz içi yapıların biyometrik ölçümleri, korneanın pakimetri ve wavefront analizi bilgileri elde edilmektedir. Cihaz ile kornea ön yüzeyinden 35.632 nokta ve kornea arka yüzeyinden 30.000 nokta 475 nm mavi LED ışığı ile incelenir. Kornea ön yüzey ölçüm verileri Placido görüntüleri ile Scheimpflug görüntülerinin uygun şekilde birleştirilmesiyle elde edilirken, diğer iç yapıların ölçümleri Scheimpflug görüntüleme ile sağlanmaktadır.

Pentacam (Oculus Opticgerate GmbH, Wetzland, Germany)

Oculus Pentacam, Scheimpflug yöntemi ile ön segment görüntülenmesinde kullanılan invaziv olmayan non-kontakt bir yöntemdir. Single-Scheimpflug görüntüleme yöntemi olarak bilinen Pentacam, bir adet görüntü alan rotasyonel kamera içerir. 180 derece rotasyon ile elde edilen 100 görüntüden ön ve arka korneada 138.000 noktadan ölçüm almaktadır. [36] Bu veriler ile korneanın üç boyutlu elevasyon yapısı değerlendirilmektedir. Cihazın yazılımında olan hesaplamalar ile ölçümlerde düzeltmeler yapılarak distorsiyona bağlı etkiler otomatik olarak düzeltilmektedir. [37]

Orbscan IIz (Bausch & Lomb, Salt Lake City, Utah, USA)

Ön segment topografisinden yola çıkarak ön segment değerlendirilmesinde veriler elde edilir. 1,5 saniye içinde 9.000 noktadan veri alır. Ön ve arka korneal eğim hakkında değerlendirme yapar. Kesit tarama sistemi ile Placido disk topografi birleştirilmiştir.

Tüm korneanın kalınlık değerleri, ön ve arka korneal eğim, ön kamara açısı ve derinliğeş zamanlı olarak korneal kırıcılık ölçümünü yapmaktadır. Korneal irregülarite indeksini hesaplanmaktadır. Orbscan, refraktif cerrahi adaylarında keratokonus ve normal gözlerin kornea topografik parametreleri ile ayırımında kullanılabilir güvenilir bir yöntemdir. [38]

Orbscan ile elde edilen kornea arka kurvatür özellikleri, kornea topografisinden hesaplanarak ölçülmektedir. Lasik cerrahisi geçirmiş olan hastalarda ve

keratokonus hastalarında Orbscan ile elde edilen kornea arka kurvatur verilerinin bu nedenle gerçek değerinden farklı olduğu bilinmektedir. [39]

Galilei (Ziemer Ophthalmic Systems AG, Port, Switzerland)

Galilei Dual-Scheimpflug kamera (DSK) sistemi de Pentacam ile birlikte bu grupta yer almaktadır. Cihazda iki adet dönen kamera ile ölçüm yapılmaktadır. Korneal tarama esnasında slitin her iki tarafından da görüntü alınmasına olanak tanır ve bu özelliğiyle, göz hareketlerine bağlı desantralizasyonun, korneal pakimetri ve posterior korneal kurvatur ölçümlerini en az etkilemesi amaçlanmıştır. Single Scheimpflug yönteminde kalınlık ve yüksekliği değerlendirirken yüzey eğiminden tahmini olarak düzeltme yaparken, dual Scheimpflug yöntemi ile kalınlık ve yükseklik değerleri tahmini değil lokalizasyonun yerine göre tam olarak ölçmektedir. Bir diğer farkı ise daha doğru topografik veri sağlamasına olanak tanıyan Placido-Disk topografi teknolojisinin (20 monokrom halka, 200 mm çap) entegre edilmiş olmasıdır. Bu sayede ön korneal kurvatur ölçümlerinde daha doğru verilerin elde edilmesi sağlanmıştır. Pentacam'dan farklı olarak bir yerine iki dönen kameraya (1000x1000 pixel CCD) sahiptir. Tekrarlanabilirliği 3 µm, lateral rezolüsyonu 4 µm'dir. Tüm anterior segment görüntülemesini 1-2 saniyede tamamlayan cihaz, gözlemci aydınlatma için 810 nm dalga boylu infrared LED ışık kullanırken flash aydınlatma için 470 nm dalga boylu mavi LED ışık (UV-free) kullanır. [40] Bir taramada 122.000'den fazla noktanın veri analizini yapabilmektedir. [41]

Optik Koherens Tomografi

Optik koherens tomografi (OKT), biyolojik dokuların kesitsel görüntülerini sunan nonkontakt ön segment görüntüleme yöntemidir. [42] İlk olarak 1994 yılında Izatt ve ark. kornea ve retina görüntülerinden oluşan OKT bulgularını sunmuştur. [43] Bu çalışmadan günümüze kadar kornea ve retinanın OKT ile değerlendirilmesinde günlük kullanım pratiği artmıştır. Özellikle ön kamara açısı, ön kamara derinliği ve biyometrik değerlendirmelerde sıklıkla kullanılır hale gelmektedir. Optik koherens tomografi infrared dalga boyunu kullanır, gözde kamaşma hissi oluşturmaz. Retinal görüntüleme için 800-900 nm dalga boyu kullanılırken, ön segment görüntülenmesinde 1310 nm dalga boyu kullanılmaktadır. Saçılımın fazla olduğu sklera, iris ve limbus gibi dokulara penetrasyonu daha iyidir. [44] Korneanın

pakimetriközelliklerinin OKT incelemelerinde cihazın güvenirliliğinin oldukça yüksek olduğugörölmüştür.

MATERYAL VE METOD

Hasta Seçimi

Mustafa Kemal Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Anabilim Dalı polikliniğinde Aralık 2015 – Şubat 2016 tarihleri arasında muayene olmak için başvuran hastalardan seçilen 100 gönüllü çalışmaya dâhil edilmiştir.

Aşağıdaki kriterlere sahip olgular çalışma dışı bırakıldı:

- a) Gözde travma öyküsü
- b) Daha önceden geçirilmiş oküler cerrahi öyküsü olanlar
- c) Keratakonusveya benzeri korneal hastalık varlığı
- d) Katarakt varlığı
- e) Kornealopasite varlığı

Muayene sonuçlarına göre aşağıdaki kriterleri sağlayan olgularsiriustopografi cihazı ve İOLMaster ile ölçümleri yapılarak çalışmaya dahil edildiler.

- 1) Ön segment muayenesinde korneada ve lenste görüntü alınmasını engelleyecek biropasitenin olmaması.
- 2) Ciddi refraksiyon kusuru bulunmaması
- 3) Kooperasyonun yüksek olması

Muayene ve ölçüm yöntemi

Çalışmada olguların:

- a) Snellen eşeli kullanılarak düzeltilmiş en iyi görme keskinlikleri kaydedildi.
- b) Ön segmentleribiyomikroskopik olarak değerlendirildi.
- c) Fundoskopik muayene +90 D non-kontakt lens ile optik disk ve makuladaorganik lezyon açısındanantaranarak yapıldı.

Muayene sonrası hastaların ön segment ve keratometrik değerleri ön segment analiz sistemi (ÖAS) (Sirius, CSO, İtalya) ve optik biyometri (IOLMaster (Carl Zeiss AG, Germany)) ile ölçüldü. Katılımcının test için rahat bir şekilde tabureye oturması sağlandı.

Masa yükseklik ayarı, alın ve çene yerleşkesi için ayarlamalar yapıldıktan ve hasta demografik bilgileri kaydedildikten sonra her katılımcıya ölçüm boyunca gözlerini mümkün olduğunca açması, kırpmaması ve cihazın ortasında bulunan siyah fiksasyon hedefine bakması teblihlendi.

Hastaların tek gözlerinin ön kamara derinliği (ÖKD), Düz Keratometri (K1), Dik Keratometri (K2), Korneal astigmatizma ve aks ile limbal–limbal mesafesi (LLM) ölçüldü. Tekrarlayan ölçümler yapıldı ve bunlardan sadece yüksek kalitede yapılan çekimler çalışmaya dahil edildi.

Ölçümler sırasında kullanıcıya bağlı değişkenleri ekarte etmek amacıyla otomatik çekim modu kullanıldı, ve tüm ölçümler prospektif olarak aynı hekim tarafından yapıldı (YF).

İstatistiksel Analiz

Olgulardan elde edilen değerler bilgisayar programına aktarıldı. İstatistiksel analizler SPSS 21 paket programı kullanılarak yapıldı. P değeri <0.05 istatistiksel olarak önemli kabul edildi.

Verilerin normal dağılımı Kolmogorov-Smirnov testi ile kontrol edilmiştir. Her iki cihazın ölçümleri paired samples t testi ile karşılaştırılmıştır. Parametrelerin Sirius ve IOLMaster ölçümlerinin farkı one sample t testi ile kontrol edilmiş ve Bland-Altman Plot grafiği verilmiştir. Normal dağılmayan yaş değişkeninin cinsiyetler arasında farklı olup olmadığı Mann-Whitney U Testi ile değerlendirilmiştir.

BULGULAR

Çalışmada yaş ortalaması 23.30 ± 5.23 olan ve %50'sini kadın ve erkeğin oluşturduğu 100 göz incelenmiştir. Yaş normal dağılmayıp erkek ve kadınların yaş ortancaları benzerdir. ($p > 0.05$, $Z = -0.727$, Mann-Whitney U Test) Ölçüm karşılaştırılmasında yaşların benzer olması karşılaştırmayı uygun olarak seçilmiştir.

Çalışmadaki hastaların Sirius ve IOLMaster cihazlarına göre parametre ölçümleri

Tablo 1'de verilmiştir.

Parametre	Ortalama ± SD	Minimum	Maximum
Sirius			
K1	42.58±1.41	38.72	46.02
K2	43.42±1.48	36.90	47.52
ÖKD	3.55±0.29	2.84	4.30
LLM	12.10±0.42	11.23	13.36
Koras	0.96±1.15	0.10	11
Aks	91.45±78.14	0	179
IOLMaster			
K1	42.67±1.42	38.70	46.40
K2	43.56±1.51	39.43	48.01
ÖKD	3.48±0.29	2.84	4.24
LLM	12.26±0.40	11.40	13.40
Koras	0.90±0.56	0.13	3.28
Aks	91.58±77.03	0	179

Tablo 1.Sirius ve IOLMaster cihazlarının göz ölçümlerinin tanımlayıcı istatistikleri

(K1=Düz Keratometri K2=Dik keratometri ÖKD = Ön kamara derinliği LLM=limbus-limbus mesafesi KORAS: Kornealastigmatizma AKS: Kornealastigmatizmanın aksı)

K1, K2, LLM parametre ölçümleri IOLMaster cihazında, ÖKD parametre değeri ise Sirius cihazında istatistiksel olarak daha yüksek değerde ölçülmüştür (**p<0.05**) Koras ve aks parametre ölçümü ise her iki cihaz tarafından istatistiksel olarak önemli olmayan yakın değerlerde ölçülmüştür. (**p>0.05**) (**Tablo 2**)

Cihaz eşleşmeleri	T değeri	*P değeri
K1	-3,848	0.000
K2	-3,948	0.000
ÖKD	17,968	0.000
LLM	-4,748	0.000
Koras	0,506	0.614
Aks	-0,020	0.984

Tablo 2.Parametrelerin Sirius ve IOLMaster cihazlarına göre t değerleri ve istatistiksel farkı

*Pairedsamples t testi

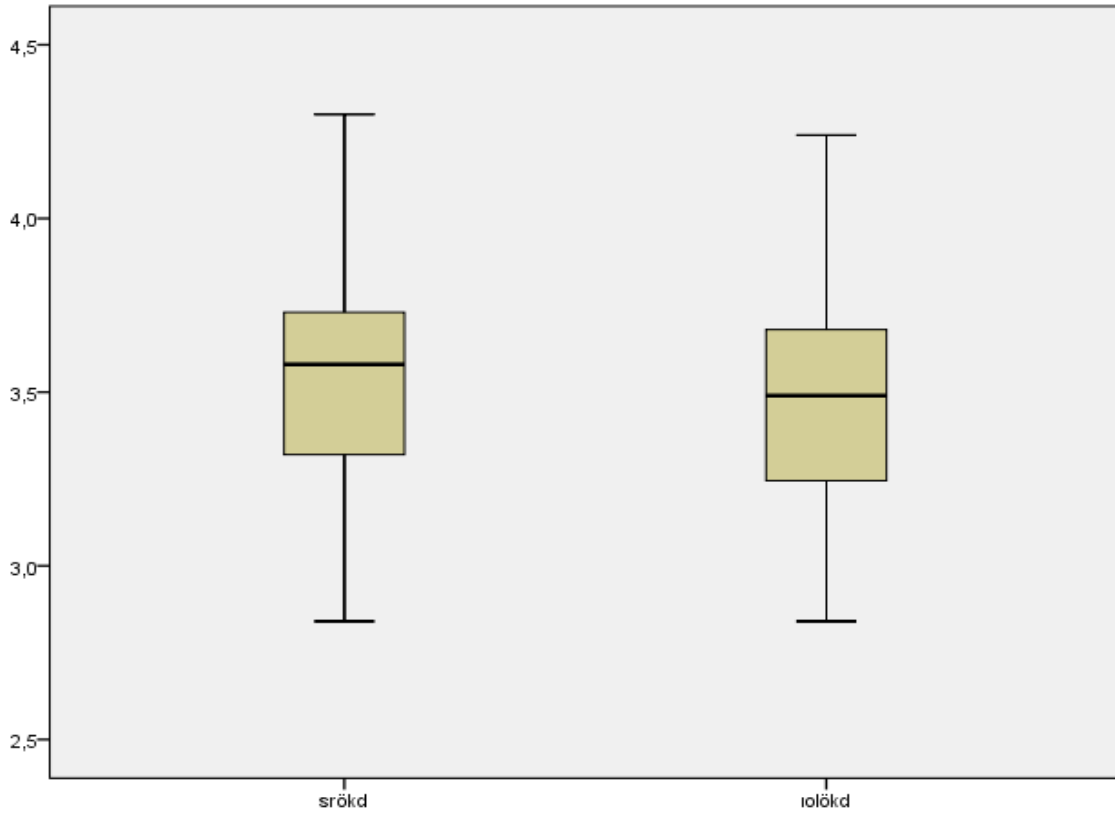
ÖKD parametresi Sirius cihazında istatistiksel olarak önemli derecede daha yüksek saptanmıştır. (**p<0.05**) K1, K2 ve LLM değerleri Sirius cihazında istatistiksel olarak önemli

derecede daha düşük ölçülmüştür. ($p<0.05$)Koras ve aks ölçümleri ise her iki cihaz tarafından benzer değerlerde ölçülmüştür. K1, K2 ve ÖKD parametrelerinin her iki cihazla çok yüksek derecede pozitif korelasyon gösterdiği, LLM ve aks'ın yüksek derecede korelasyon gösterdiği, koras'ta ise orta derecede pozitif korelasyon gösterdiği görülmüştür . %95 güven aralığı değerleri en yüksek koras ve aks parametre ölçümlerindedir. Buradan BlandAltmanplot grafikleri incelendiğinde ÖKD, K1 ve K2 parametrelerinin her iki cihaz arasında iyi uyum gösterdiği görülecektir. LLM, Aks ve koras parametrelerinin daha uyumsuz parametreler olduğu saptanmıştır. (**Tablo 3**)

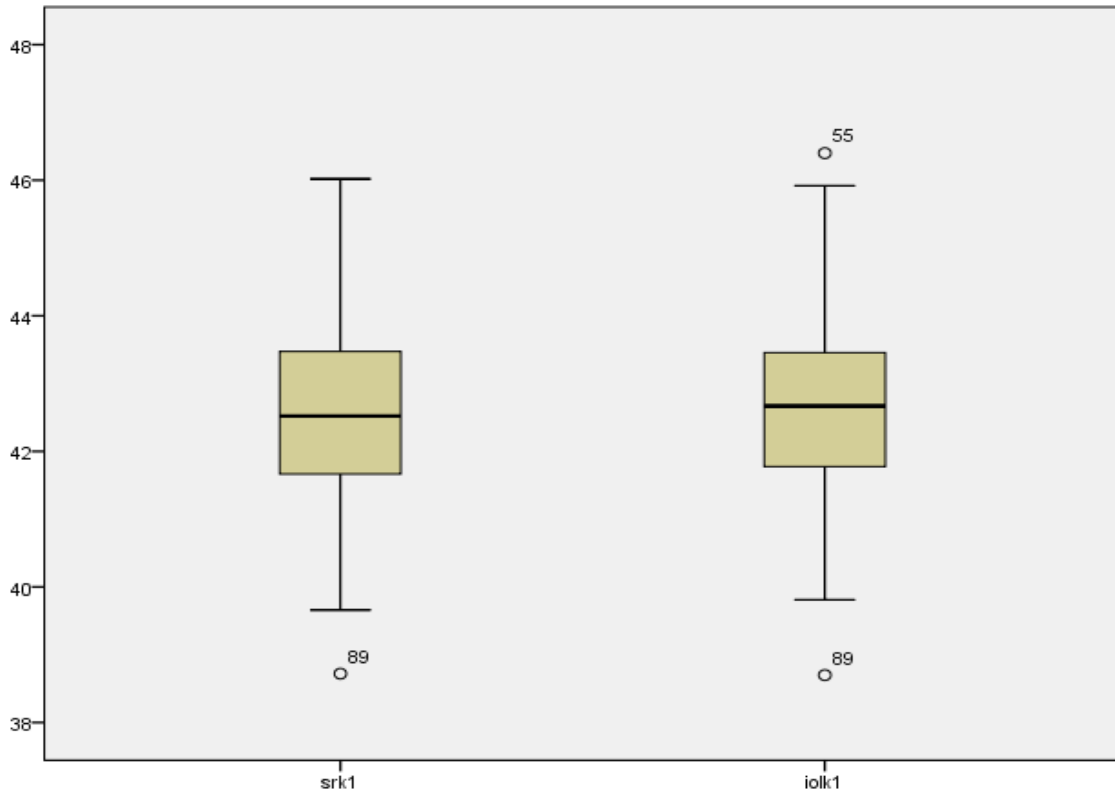
Cihaz eşleşmeleri	Korelasyon Katsayısı	Korelasyon P değeri	Ortalama fark \pm SD	P değeri	95% GA	Genişlik
K1	0.987	0.000	-0.08 \pm 0.22	0.000	-0.53 ile -0.35	0.18
K2	0.975	0.000	-0.13 \pm 0.33	0.000	-0.79 ile 0.52	1.31
ÖKD	0.989	0.000	0.07 \pm 0.04	0.000	-0.006 ile 0.16	0.17
LLM	0.661	0.000	-0.16 \pm 0.34	0.000	-0.83 ile 0.50	1.33
Koras	0.828	*0.000	0.05 \pm 1.10	0.614	-2.11 ile 2.22	4.33
Aks	0.413	*0.000	-0.13 \pm 63.78	0.984	-125.13 ile 124.87	250

Tablo 3. Parametrelerin Sirius ve IOLMaster cihazlarına göre ortalama farkları, 95% GA değerleri ve istatistiksel farkı

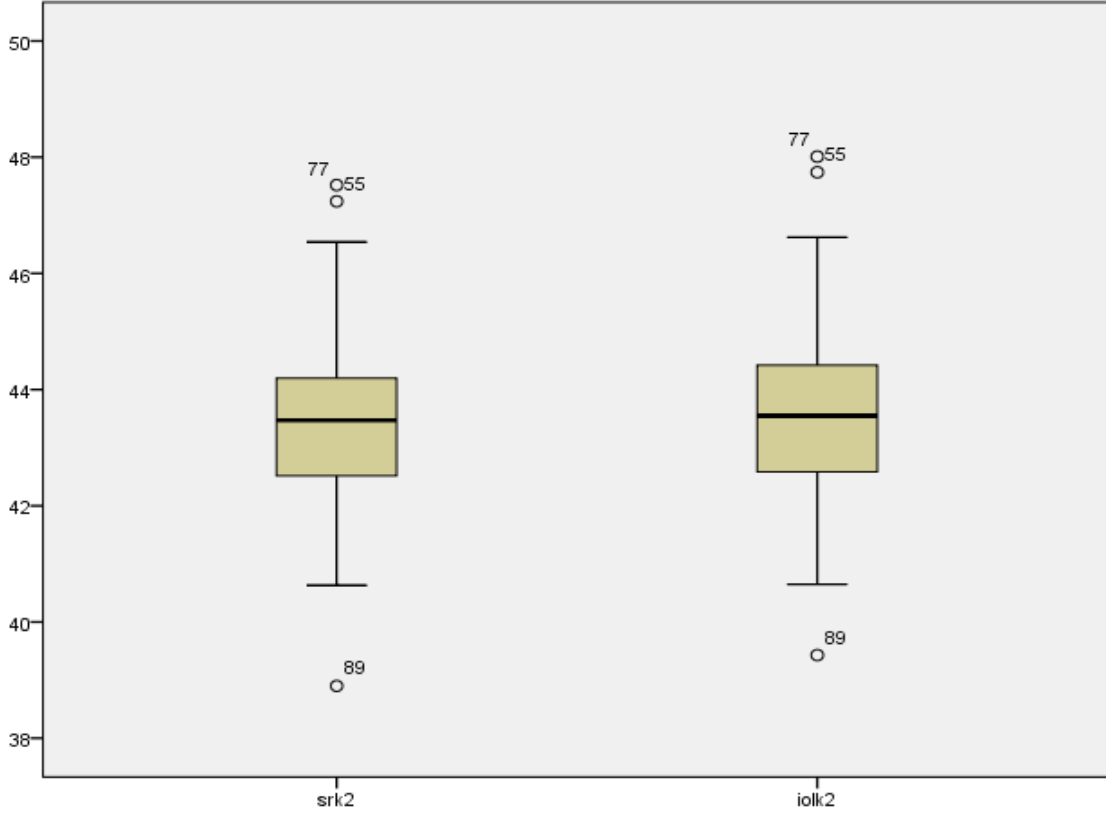
K1, K2, ÖKD, LLM, koras ve aks parametre değerlerinin Sirius ve IOLMaster cihazları tarafından ölçümlerinin karşılaştırılması **Şekil3-20**'de verilmiştir.



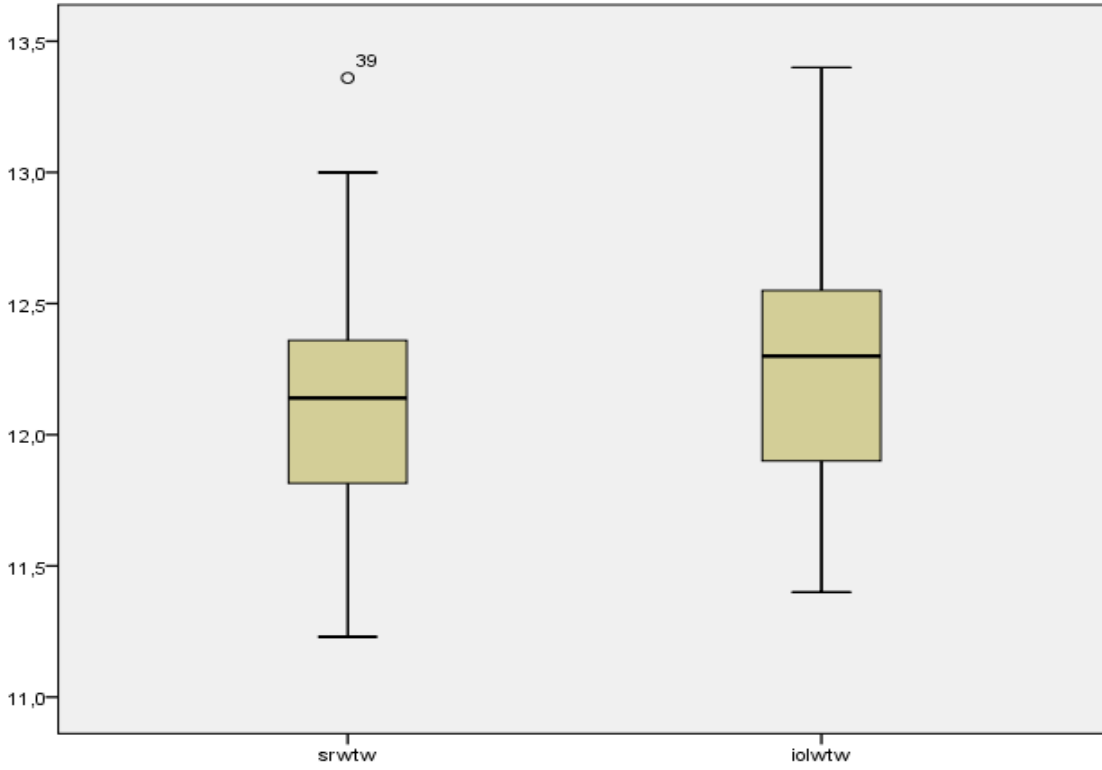
Şekil 3. Sirius ve IOLMaster cihazlarına göre ÖKD değerlerinin karşılaştırılması



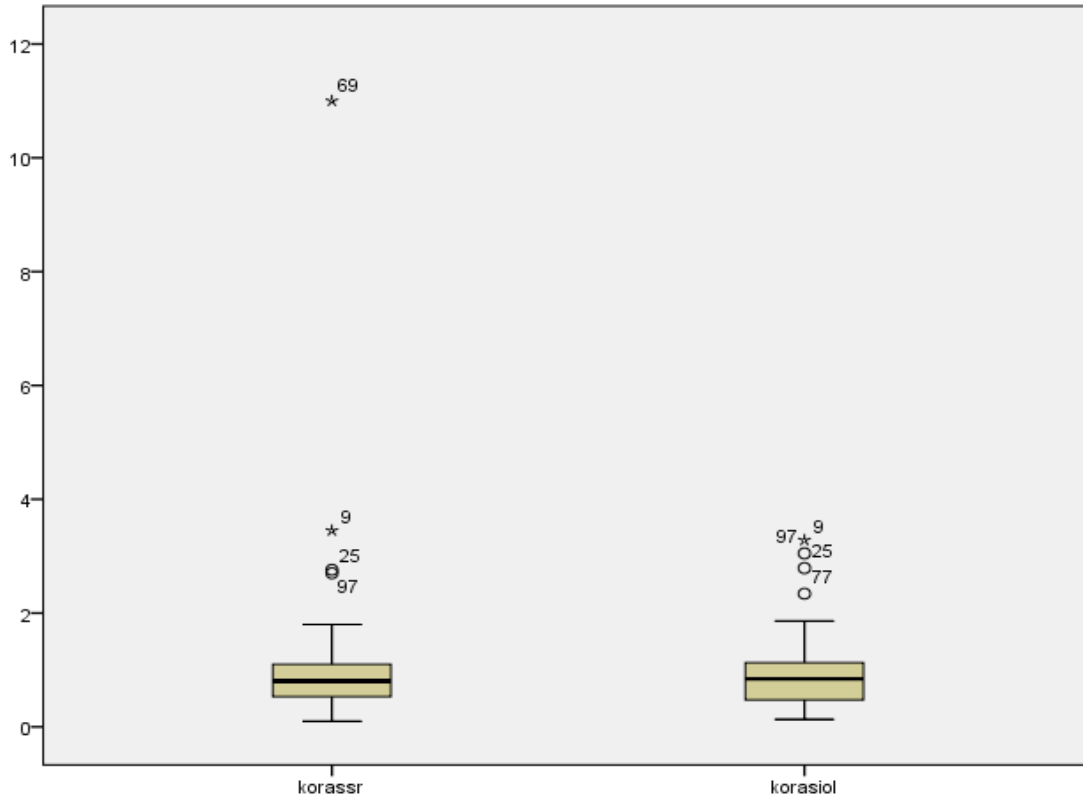
Şekil 4. Sirius ve IOLMaster cihazlarına göre K1 değerlerinin karşılaştırılması



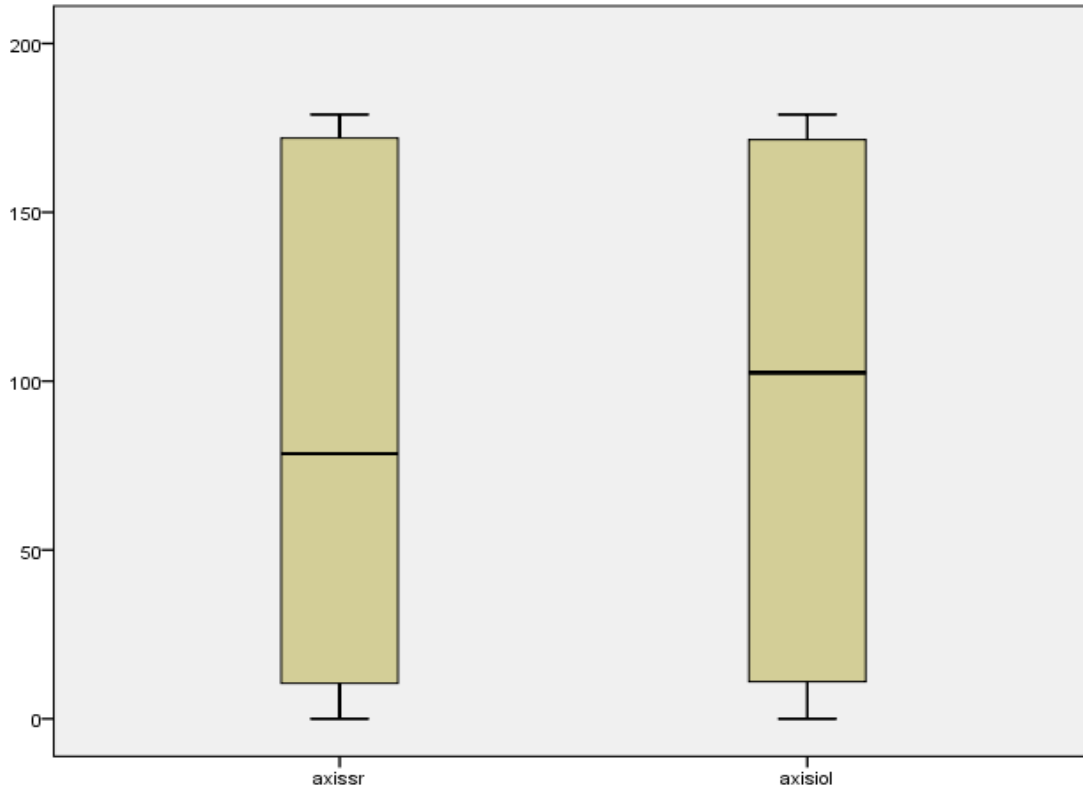
Şekil 5. Sirius ve IOLMaster cihazlarına göre K2 değerlerinin karşılaştırılması



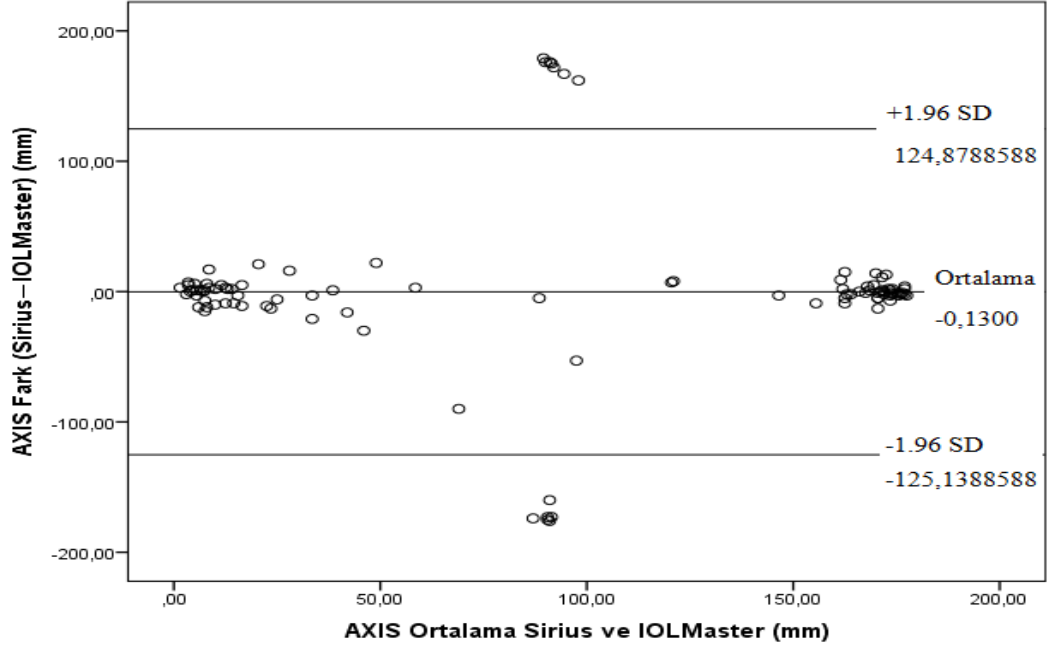
Şekil 6. Sirius ve IOLMaster cihazlarına göre LLM değerlerinin karşılaştırılması



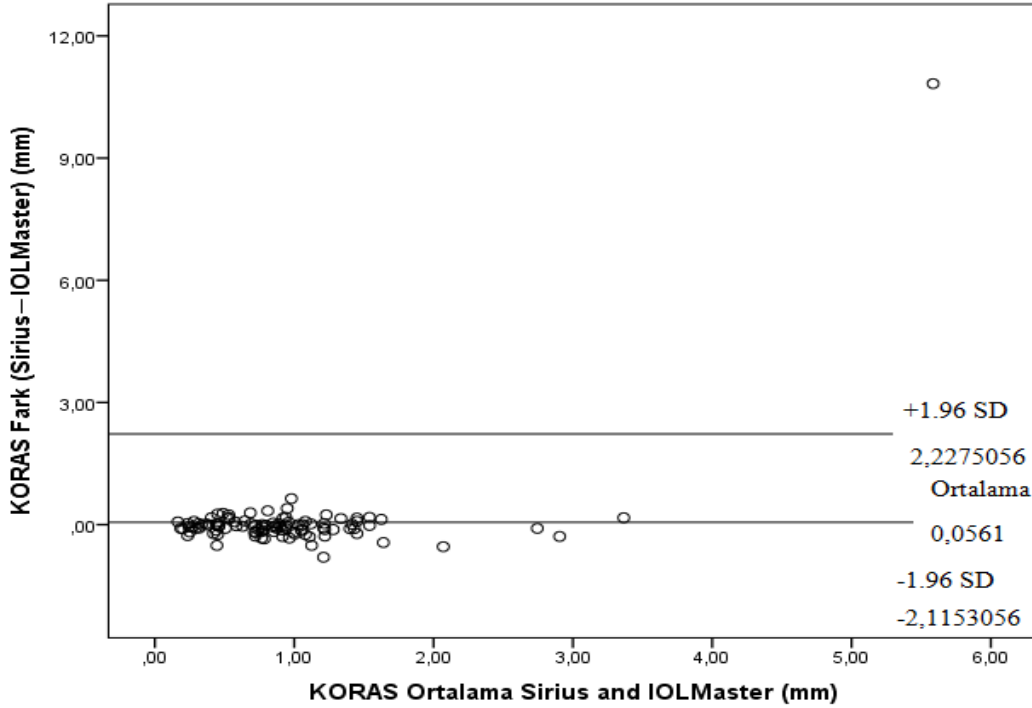
Şekil 7. Sirius ve IOLMaster cihazlarına göre Kornealastigmatizma değerlerinin karşılaştırılması



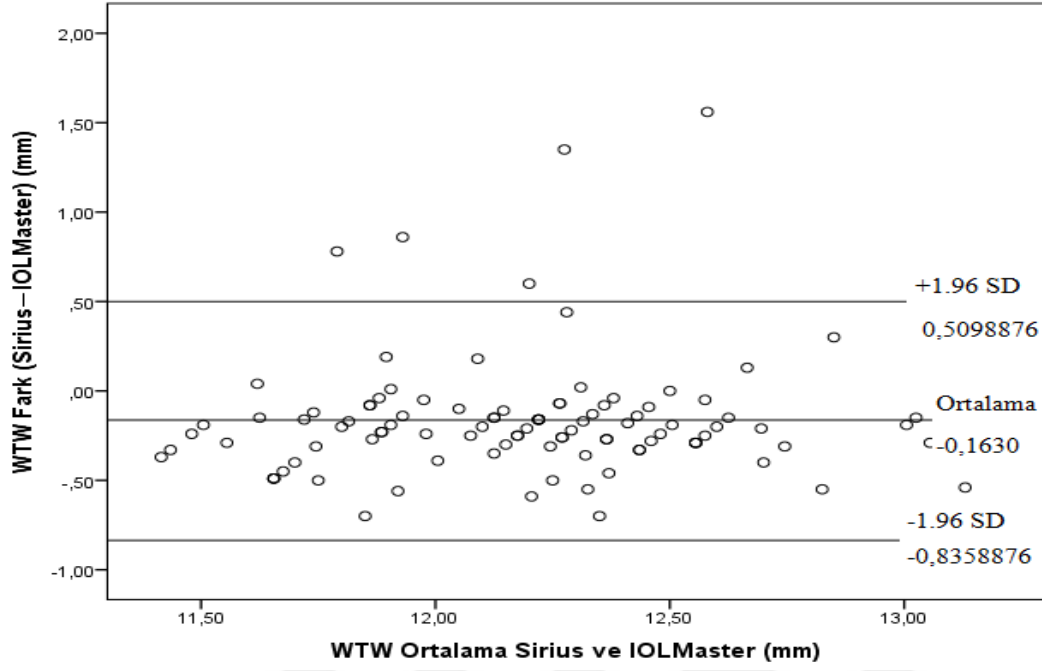
Şekil 8. Sirius ve IOLMaster cihazlarına göre Axis değerlerinin karşılaştırılması



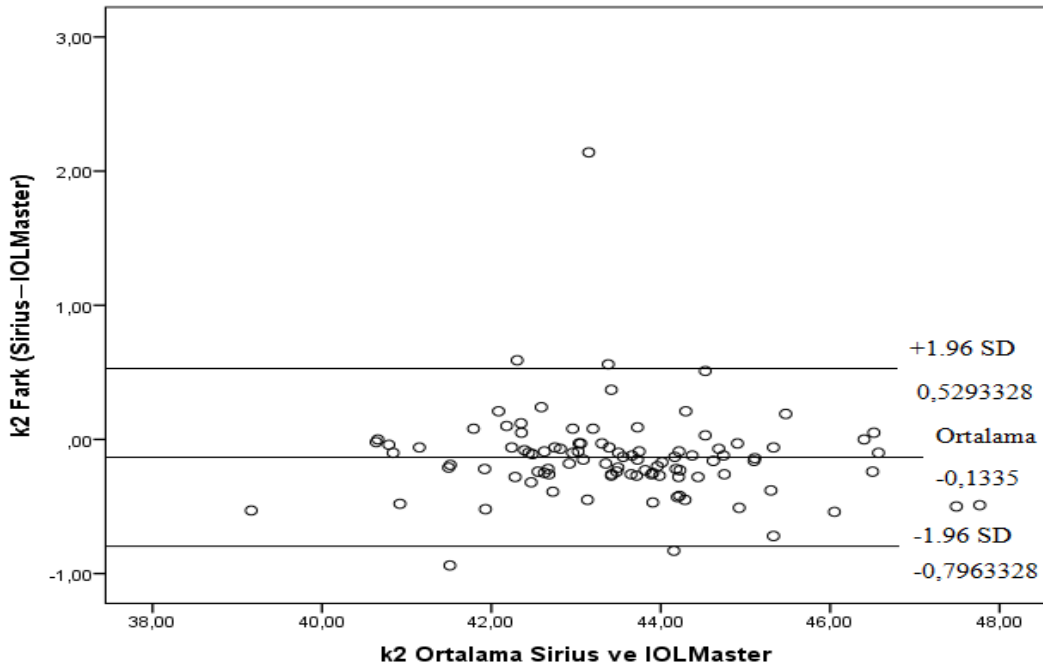
Şekil 9. Blant-altman analizi ile tüm olgularda kornealastigmatizma aksının IOLMaster ve sirius cihazları arasındaki ölçüm farkının,ortalama ölçüm farkına göre dağılımı (Ortadaki çizgi farkların ortalaması,alt ve üst çizgiler %95 uyum sınırını göstermektedir.)



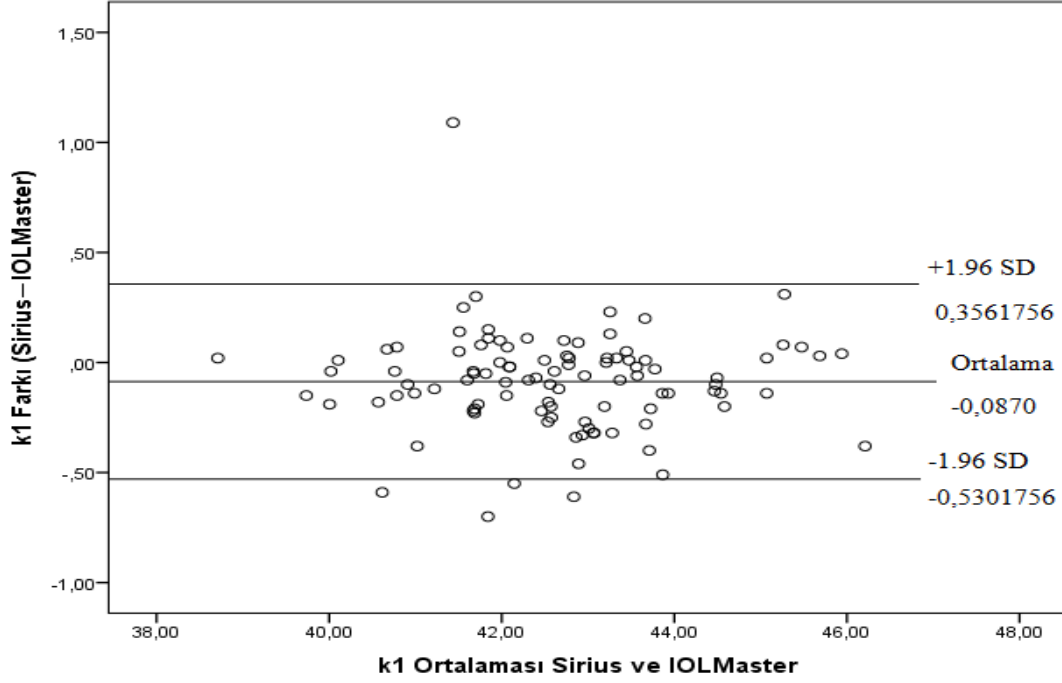
Şekil 10.Blant-altman analizi ile tüm olgularda kornealastigmatizmanınIOLMaster ve sirius cihazları arasındaki ölçüm farkının,ortalama ölçüm farkına göre dağılımı (Ortadaki çizgi farkların ortalaması,alt ve üst çizgiler %95 uyum sınırını göstermektedir.)



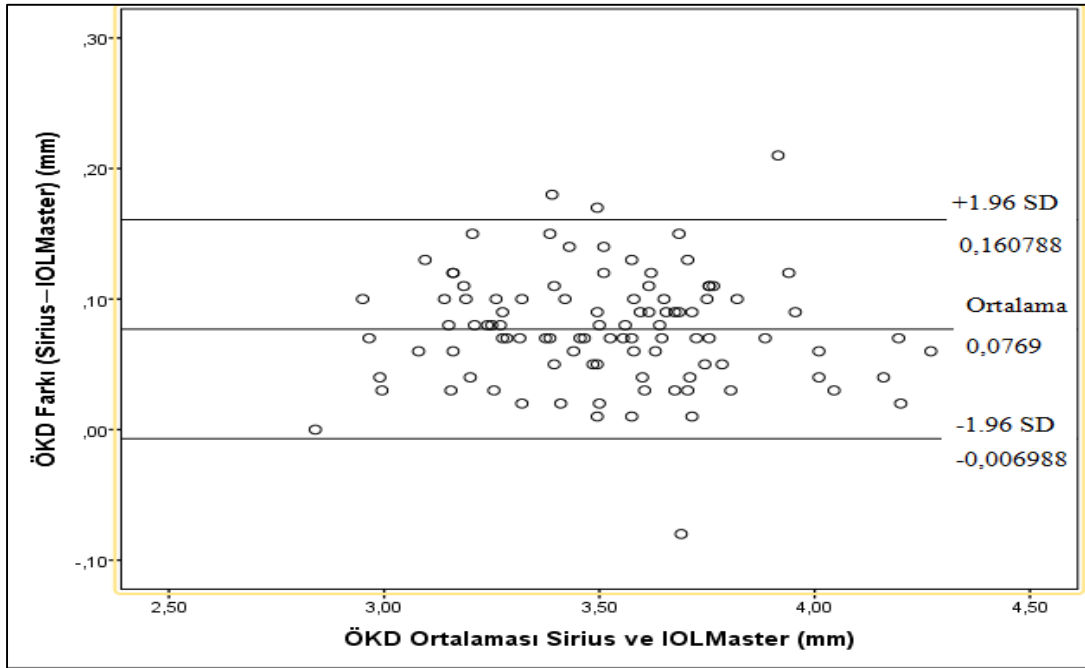
Şekil 11.Blant-altman analizi ile tüm olgularda White to White(Limbus-Limbus mesafesi) mesafesinin IOLMaster ve sirius cihazları arasındaki ölçüm farkının,ortalama ölçüm farkına göre dağılımı (Ortadaki çizgi farkların ortalaması,alt ve üst çizgiler %95 uyum sınırını göstermektedir.)



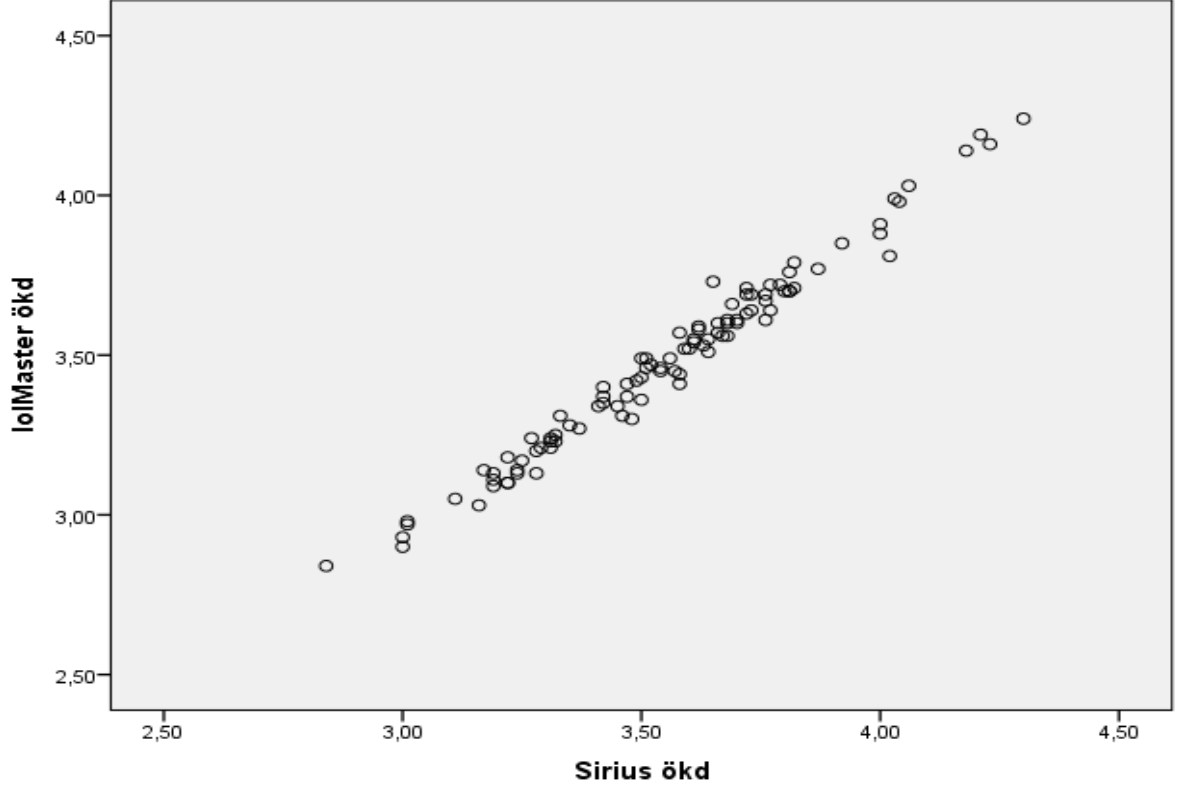
Şekil 12.Blant-altman analizi ile tüm olgularda dikkeratometri (K2)ninIOLMaster ve sirius cihazları arasındaki ölçüm farkının,ortalama ölçüm farkına göre dağılımı (Ortadaki çizgi farkların ortalaması,alt ve üst çizgiler %95 uyum sınırını göstermektedir.)



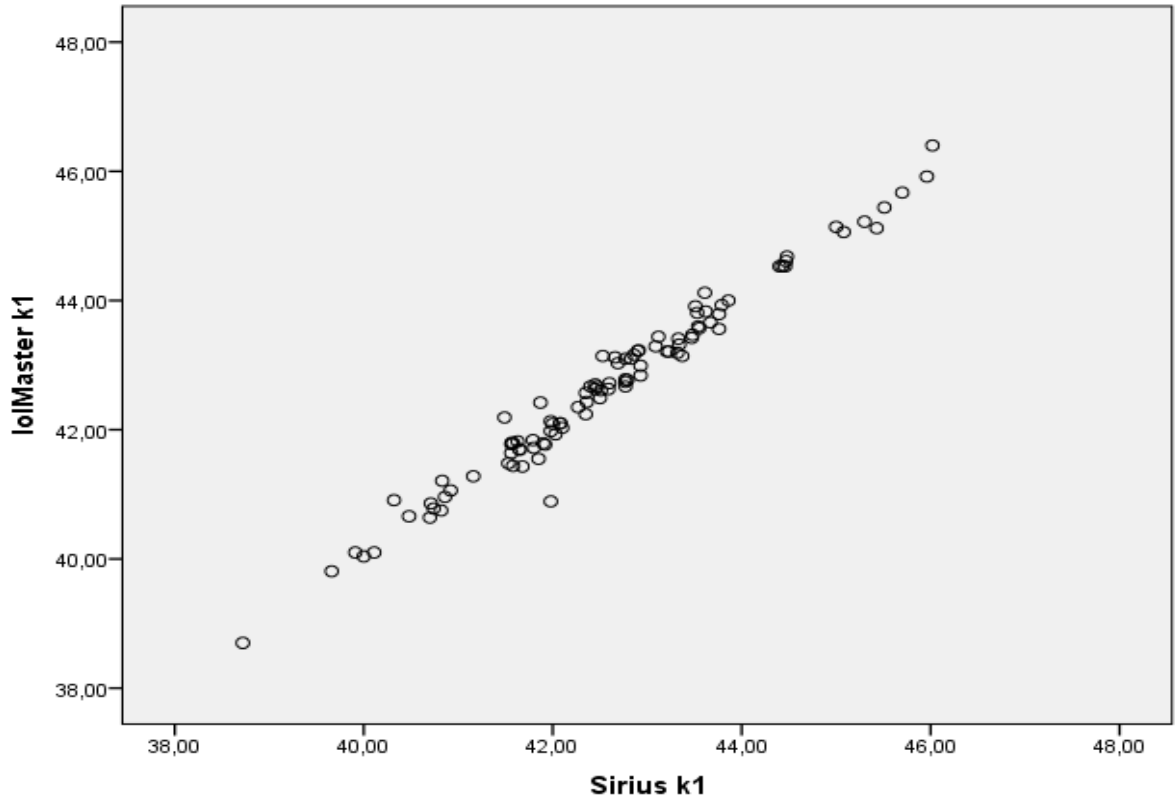
Şekil 13.Blant-altman analizi ile tüm olgularda düz keratometri (K1)ninIOLMaster ve sirius cihazları arasındaki ölçüm farkının,ortalama ölçüm farkına göre dağılımı (Ortadaki çizgi farkların ortalaması,alt ve üst çizgiler %95 uyum sınırını göstermektedir.)



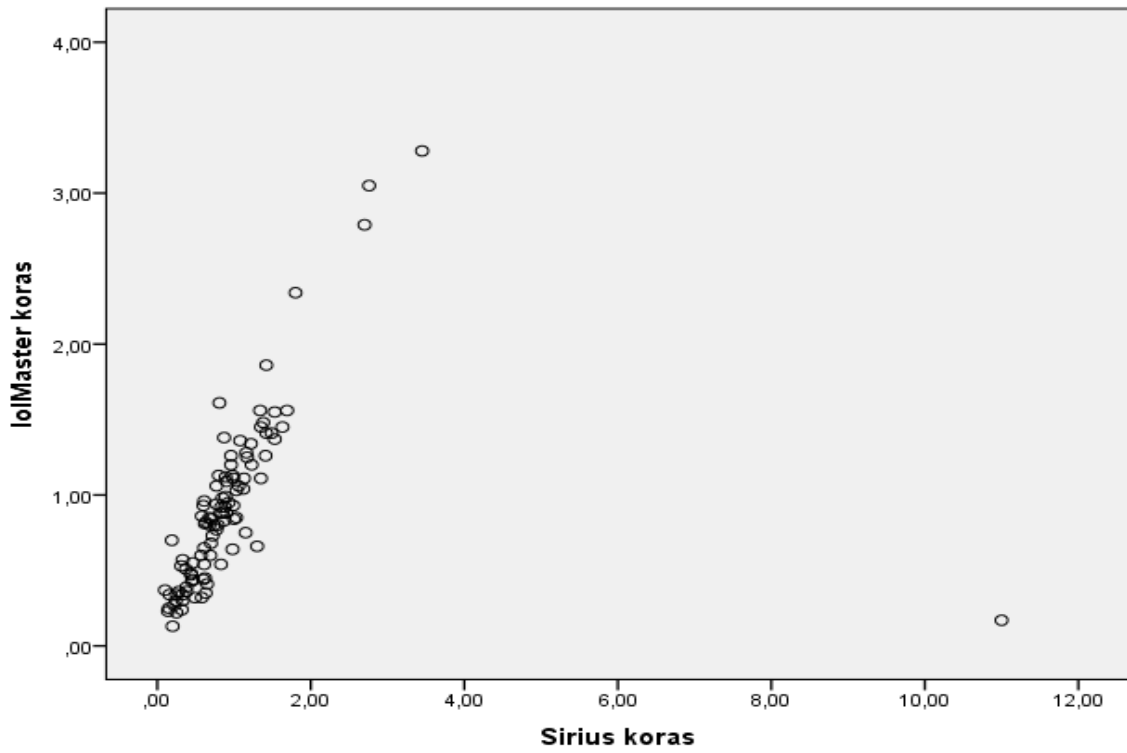
Şekil 14. Blant-altman analizi ile tüm olgularda ön kamara derinliğinin IOLMaster ve sirius cihazları arasındaki ölçüm farkının, ortalama ölçüm farkına göre dağılımı (Ortadaki çizgi farkların ortalaması, alt ve üst çizgiler %95 uyum sınırını göstermektedir.)



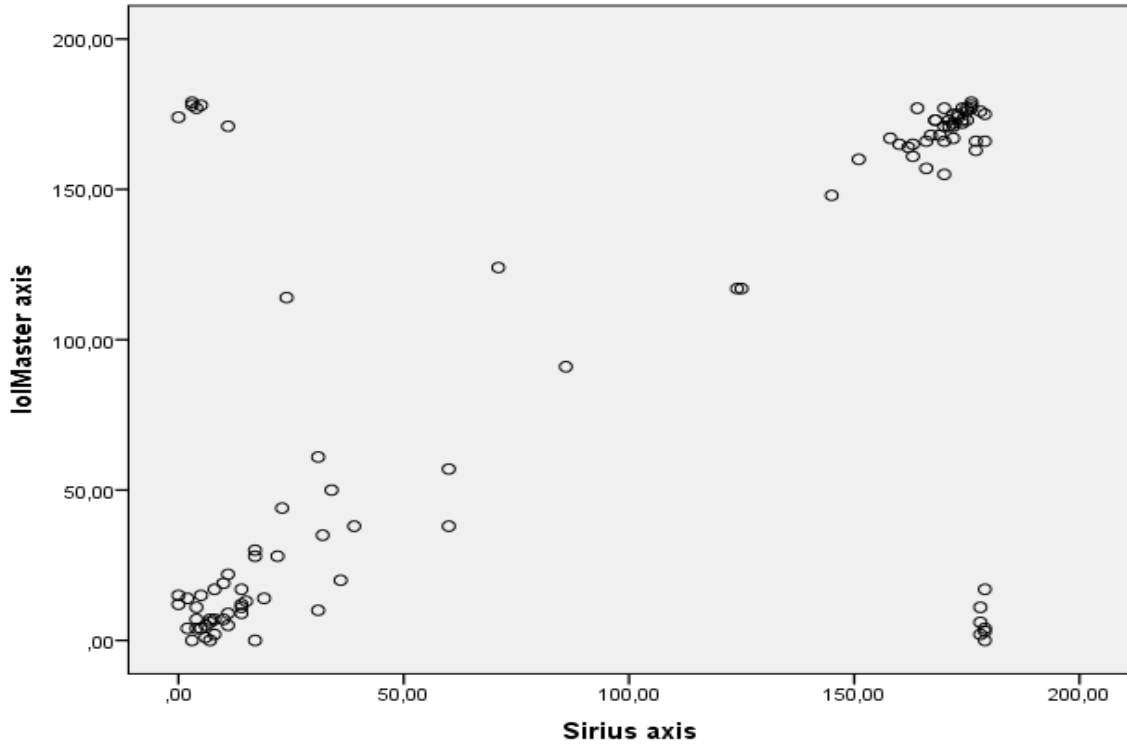
Şekil 15. Ön kamara derinliği ölçümünde IOLMaster ve sirius cihazları arasındaki koreleasyon



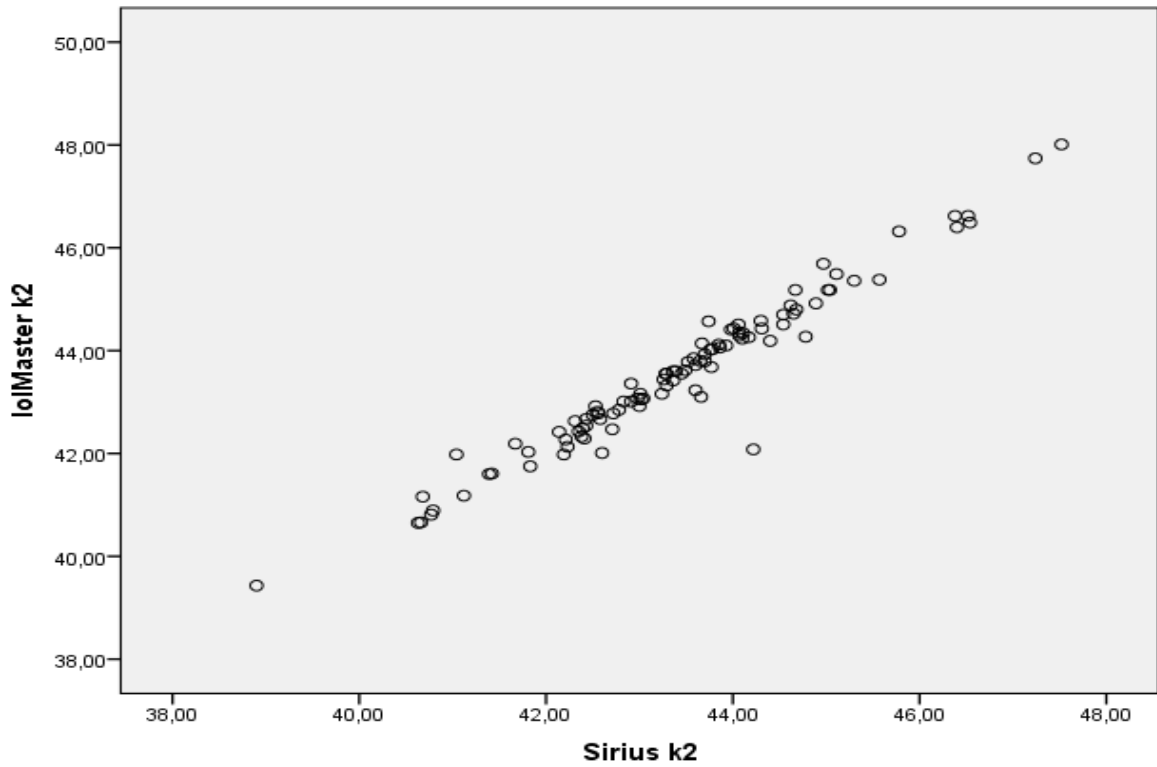
Şekil 16.K1(Düz keratometri)ölçümünde IOLMaster ve sirius cihazları arasındaki koreleasyon



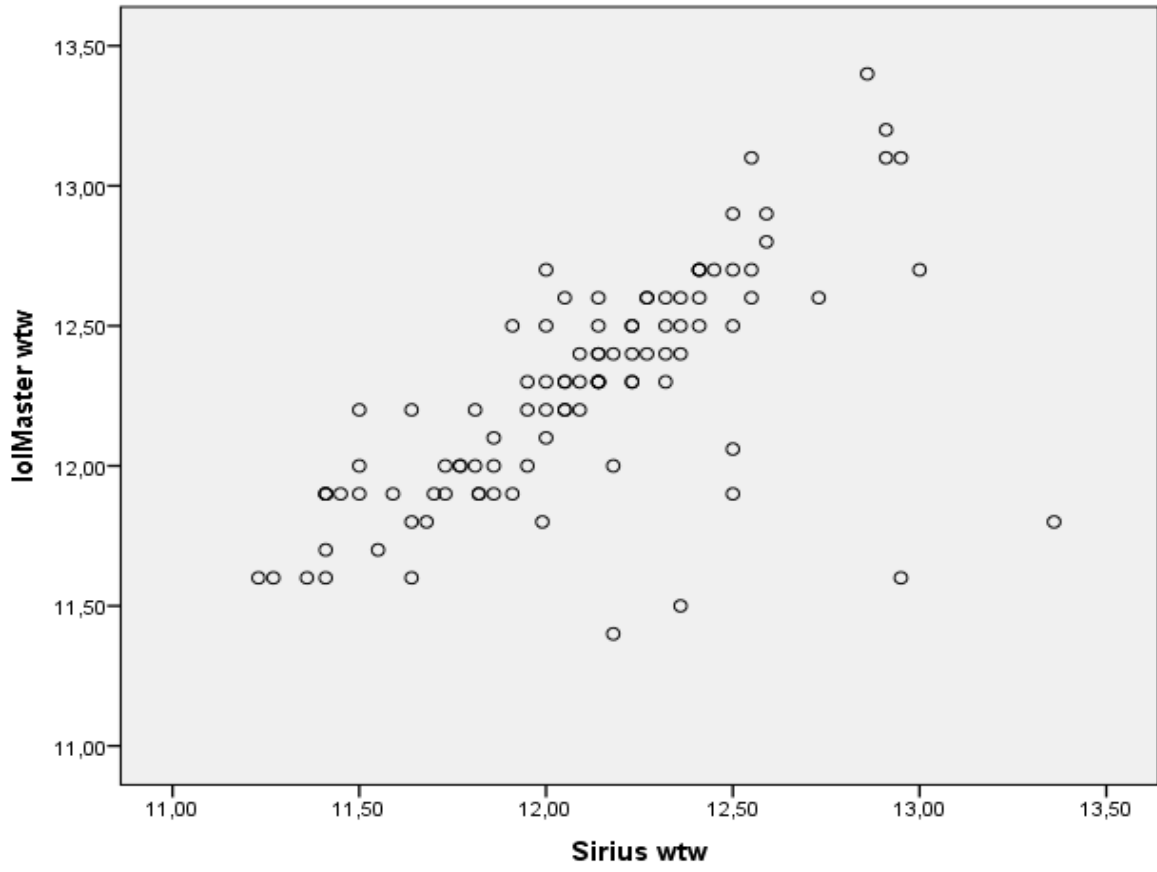
Şekil 17.Kornealastigmatizmaölçümünde IOLMaster ve sirius cihazları arasındaki koreleasyon



Şekil 18. Aks ölçümünde IOLMaster ve sirius cihazları arasındaki korelasyon



Şekil 19. K2(Dik keratometri) ölçümünde IOLMaster ve sirius cihazları arasındaki korelasyon



Şekil 20.White to White(Limbus-Limbus) mesafesinin ölçümünde IOLMaster ve siriuscihazları arasındaki koreleasyon

TARTIŞMA

Oftalmoloji alanındaki gelişmeler hastalara tanı konulmasında ya da tedavi edilmesinde oküler parametrelere duyulan gereksinimi oldukça arttırmıştır.Ön segment parametrelerinin doğru değerlendirilmesi oküler farmakokinetik, humöraköz dinamiği, primer açık açılı glokom, primer kapalı açılı glokom ve pigmenter glokom gibi pek çok hastalığın fizyopatolojisinin aydınlatılmasında ve yapılacak cerrahinin başarısında önemli yere sahiptir.Bu değerlerin hassas ölçümü katarakt cerrahisi sonrası implante edilecek ön kamara yada arka kamara gil[45] yadasekonderimplante edilecek gil gücünün hesaplanmasında hayati öneme sahiptir.Bu parametrelerinin doğru ölçümü refraktif cerrahinin sonucunu direk etkileyecek unsurlardandır.[46]

Günümüzde yapılan tüm klinik uygulamalarda ön segment muayenesi biyomikroskop kullanılarak yapılmaktadır.Ancak biyomikroskop ile ön segment yapılarının gerek kalitatif gerekse kantitatif olarak değerlendirilmesi yapılamamakta ve hastaların tanı ve takibinde eksiklikler ortaya çıkabilmektedir.

Yakınzamana kadar ön kamara derinliği,korneal kalınlık,keratometrik değerler gibi ön segment parametrelerini ölçmede ultrasonografik yöntemler en çok tercih edilen yol idi.Fakat bu yöntemde doğru ölçüm yapabilmek için ölçüm probunun korneanın uygun bölgesine doğru açı ile temas ettirilmesi ve korneanın çöktürülmemesi gerekmektedir.Bu gereklilik uygulayıcıya bağlı hatalarıda beraberinde getirmektedir.Bu yöntemle tecrübeli olmayan ellerde kornedaepiteldefekti oluşabileceği gibi enfeksiyon gibi ciddi durumlara yol açabileceği akılda tutulmalıdır.

Koranyi ve ark.[47] yaptıkları çalışmada A-modultrasonik yöntem ile ölçülen ÖKD değerlerinin aynı kişi üzerinde bile değişkenlik gösterdiğini ve bu nedenle en azından katarakt cerrahisi sonrası GİL yerleştirilen olgularda bu ölçüm yönteminin uygun olmadığını söylemişlerdir. Yine aynı çalışmada, ÖKD ölçümünde kullanılan 3 farklı optik(Nidekscheimpflug görüntüleme,Haag-streit optik pakimetri,Orbscan) yönteminde A-modultrasonik yöntemine göre daha tutarlı ve doğru sonuçlar verdiğini göstermişlerdir.

Meinhardt ve ark.[48] farklı non-kontakt metodu (Pentacam Scheimpflug, IOLMaster, ASMaster ve Jaegers litlamp pakimetrisi) karşılaştırdıkları çalışmalarında ÖKD ölçümlerinde Pentacam'ın genellikle en yüksek sonuçları verirken IOL-Master'ın en düşük ölçümleri verdiğini belirtmişlerdir.

Rabsilber ve ark.[49] yaptıkları çalışmada santral ÖKD ölçümünde 2 farklı optik yöntem (Orbican, IOLmaster) kullanmışlar ve bu iki yöntem arasında belirgin farklılık bulmamışlardır. Ayrıca optik yöntemlerin diğer kontakt ultrasonik yöntemler ile karşılaştırıldığında daha az eğitim gerektirdiğini söylemişlerdir.

Gürsoy ve ark.[50] 565 çocuğun sağ gözünü inceledikleri çalışmada A-mod kontakt ultrason ile değerlendirilen ÖKD ölçümlerinin Lenstar verileri ile uyumlu olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmalarında Lenstar'ın verilerinin ÖKD açısından anlamlı daha yüksek olmasına rağmen farkın klinik olarak ihmal edilebilir düzeyde olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmamızda ÖKD parametresi Sirius cihazında IOLMaster cihazına göre istatistiksel olarak önemli derecede daha yüksek saptanmıştır. ($p < 0.05$) Ancak ÖKD ölçümü açısından iki cihaz arasında ortaya çıkan fark (ÖKD: -0.07 ± 0.04) Huang ve ark.[2] yine bizim çalışmamıza benzer şekilde sirius ve IOLMaster cihazlarını karşılaştırdıkları çalışmalarındaki farklara (ÖKD: -0.09 ± 0.13 mm) benzer şekilde oldukça düşüktür. IOL ölçümünde Haigis formülü kullanıldığı zaman her 0,1mm ÖKD değişimi IOL gücü hesabında 0.06 D farka neden olmaktadır. [51] Bu nedenle de cihazlar arası 0,07 mm fark klinik olarak kabul edilebilir düzeydedir. Bu ölçümleri hesaplarken bir görüşe göre IOLMaster pupilla küçük olduğunda lens ön yüzü yerine iris ön yüzünü referans olarak daha kısa ölçümler yapabilir. [52] Dolayısıyla cihazlar arası fark değişik ölçüm tekniği kullanmalarına bağlı olabilir.

Klinik uygulamaların birçok alanında korneanın kırıcılık gücünün doğru bir biçimde değerlendirilmesi oldukça önemli bir hal almıştır. Katarakt ameliyatı esnasında yerleştirilecek göz içi merceği gücünün hesaplanması, refraktif cerrahi yöntemi ile ilgili planlamaların yapılması, kontakt lens uygulamaları ve keratokonus gibi ektazik kornea hastalıklarının tanısının konulmasında keratometrik değerlerin oldukça hassas rolleri bulunmaktadır.

Bu değerlerin klinikte en sık kullanıldığı alan olan katarakt ameliyatlarından sonra elde edilecek görsel performansı etkileyen en önemli etkenlerin başında ameliyat esnasında

yerleştirilen göz içi merceği gücünün doğru bir şekilde hesaplanması gelmektedir.

Hesaplanan göz içi merceği gücünün doğruluğunu etkileyen en önemli faktörlerden biri ise keratometrik ölçümlerdir. Yapılan bir çalışmada keratometrik ölçümlerdeki yanlış hesaplamaların göz içi merceği gücünün belirlenmesindeki hataların yaklaşık olarak %22'lik kesiminden sorumlu olduğu bildirilmiştir. [53] Birçok çalışma, korneal güç ölçümünde manuel keratometri, otokeratometre ve kornealtopografi cihazlarının birbirleriyle karşılaştırılabilir sonuçlar verdiklerini bildirmektedir.

Huang ve ark.[2] kataraktı olan 90 gözde sirius ve IOLMaster cihazlarını karşılaştırmışlardır. Hem düz hem de dik keratometrede sirius cihazı IOLMastera göre istatistiksel olarak daha dik değerler vermiştir. (Ortalama fark kf:0,22 D, ks:0,12D) Ancak bu farkın klinik olarak anlamlı olmadığını ve her iki cihazın birbiri yerine kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Wang ve ark.[54] gözü içeren ve içlerinde IOLMaster ile sirius cihazını da bulduran cihazın keratometrik ölçümlerin karşılaştırmışlardır. Çalışmalarında IOLMasterın sirius cihazı dahil tüm cihazlara göre daha dik ortalama keratometri değeri verdiği ancak bu farkın klinik olarak anlamlı olmadığı sonucu çıkmıştır. IOLMaster-sirius kıyaslamasında düz keratometri değerleri aynı ölçülmüşken dik keratometri değeri IOLMasterda 0,07 D daha dik ölçülmüştür.

Elbaz ve ark.[55] IOLMaster-pentacam ve IOLMaster- ARK-700A otokeratometreler ile ölçülen korneal güç farkın anlamlı olduğunu bildirmişlerdir. Pentacam ile elde ettikleri değerleri IOLMaster ve otokeratometri ile karşılaştırdıklarında IOLMaster her iki cihaza göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek keratometri değerleri verdiğini rapor etmişlerdir. Bunun nedeni olarak IOLMaster'ın yaklaşık 2.5mm'lik bir alanda ölçüm yaptığını ve prolate bir korneada daha yüksek keratometri değerleri verdiğini yazmaktadırlar.

Çalışmamızda Wang ve ark. ile Elbaz ve ark. yaptıkları çalışmalar ile aynı doğrultuda IOLMaster keratometri ölçümleri daha dik çıkmıştır. IOLMaster cihazı düz keratometriyi (K1) 0,08 D, dik keratometriyi (K2) ise 0,13 D daha dik ölçmüştür. Bu dikliğin sebebinin diğer çalışmalarda belirtildiği gibi IOLMaster cihazının santral 2.5mm'lik alandan (daha dik) sirius cihazının ise 3 mm'lik alandan yapması olduğunu düşünüyoruz. Keratometrik değerlerin IOL hesaplama formülüne etkisi 0,9XD kadardır. Dolayısıyla istatistiksel olarak anlamlı görülen bu

fark klinik anlamda önemli değildir. Buradan BlandAltman plot grafikleri incelendiğinde K1 ve K2 parametrelerinin her iki cihaz arasında iyi uyum gösterdiği görülecektir. Aynı zamanda bu değerlerin sonuçlarında her iki cihazın çok yüksek derecede pozitif korelasyon gösterdiği görülmüştür.

Kornealastigmatizma ve aks çalışmamıza benzer çalışmalarda incelenmiştir. Huang ve ark.[2] çalışmasında sirius ve IOLMaster cihazları arasındaki kornealastigmatizma aksı ölçüm farkı ortalama 0,30 derece olarak görülmüş olup istatistiksel olarak anlamsız olarak değerlendirilmiştir.

Shirayama ve ark.[56] 4 farklı cihazda (Galilei Dual Scheimpflug, Humphrey Atlas kornealtopografi, IOLMaster ve manalkeratometer (Bausch&Lomb) kornealastigmatizma ve aksı değerlendirmişlerdir. Ortalama astigmatizma değerleri Galilei, Atlas, IOLMaster ve manalkeratometer için 0.54 D 84 derece, 0.51 D 88 derece, 0.62 D 88 derece ve 0.52 D 87 derece olarak görmüşlerdir. 4 cihazında bu anlamda birbirini yerine kullanılabileceği sonucuna varmışlardır.

Bizim çalışmamızda IOLMaster cihazı kornealastigmatizmayı ortalama 0,90 D 91.58 derece olarak ölçmüşken sirius cihazında bu değer 0,96 91.45 derece olarak görülmüştür. (fark: 0,06 D 0,13 derece). Bu ölçümler arasında istatistiksel anlamda fark çıkmamıştır. Kornealastigmatizma ve aks parametreleri için %95 güven aralığı geniş çıkmasına rağmen iki cihaz arasında yüksek derecede pozitif korelasyon görülmüştür.

Limbal-limbal mesafe (White to White) bir başka değişle horizontal korneal çap; yetişkinlerde ortalama 11.7 mm iken vertikal korneal çap; ortalama 10.6 mm dir. [57]

Limbal-limbal mesafenin (LLM) klinikte en sık kullanıldığı alan kontakt lens uygulamalarıdır. Yumuşak kontakt lensin boyutu limbal-limbal mesafenin ölçülmesi sonucu ortaya çıkan korneal çapa göre belirlenir. Normalde yumuşak kontakt lensin çapının ölçülen LLM den daha büyük olması gerekir. Uygulanan lens çapının olması gerekenden büyük olması göz kırpması esnasında sorun çıkarırken küçük olması ise yine kötü konfor sebebidir. Kontakt lens kullanan popülasyonun büyüklüğü düşünüldüğünde bu değerlerin doğru ölçülmesinin önemi ortadadır. LLM'nin bir başka kullanım alanı ise fakik IOL çapı ve IOL gücü hesaplanmasıdır. [58-60]

Cruysberg ve ark.[61]Lenstar ve IOLMaster cihazlarını LLM açısından karşılaştırmış ve iki cihazın %95 güven aralıklarının fazla olması ve farkın klinik olarak anlamlı olması sebebiyle birbirleri yerine kullanılamayacağı sonucuna varmışlardır. (%95 GA-1,42 ile 1,04mm)

Zhao ve ark.[62] yine Lenstar ve IOLMaster cihazlarını karşılaştırıp %95 güven aralığını cihazların birbiri yerine kullanılması açısından fazla geniş bulmuş ve kullanılamayacağını savunmuşlardır.

Chen ve ark.[63]Lenstar ve Siriustopografi cihazını karşılaştırıp LLM açısından iki cihazın uyumlu olduğunu ve birbirleri yerine kullanılabileceğini belirtmişlerdir.(%95 GA -0,91 ile 0,41)

Huang ve ark.[2] bizim çalışmamıza benzer şekilde IOLMaster ve siriustopografi cihazları arasında LLMölçüm farklarını incelemiş vesirius cihazında ortalama LLM 11,42 mm,IOLMasterda ise ortalama 11,81 mm olarak ölçmüşlerdir. Aradaki bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuşken %95 güven aralığında geniş olması sebebi ile iki cihazın LLM ölçümünde birbiri yerinde kullanılamayacağını iddia etmişlerdir. Cihazlar arasındaki bu farkın görüntülerin elde edilmesi ve analiz edilmesindeki temel yöntemlerin farklılığına bağlamışlardır.(%95 GA -1,15 ile 0,37 mm)

Bizim çalışmamızda Siriustopografi cihazında ortalama LLM 12,10 mm iken IOLMaster cihazında ortalama LLM 12,26 olarak görülmüştür. Bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş olsada klinik anlamda oldukça düşüktür.% 95 güven aralığı -0,83 ile 0,50 mm arasındadır ve diğer çalışmalara nispeten daha kabul edilebilir düzeydedir. Biz LLM açısından her iki cihazın uyumlu olduğunu ve birbiri yerine kullanılabileceğini düşünmekteyiz.

SONUÇLAR

Bland-Altman analizi, farklı cihazlar tarafından ölçülen verilerin kıyaslanmasında korelasyon analizlerine nispeten daha gerçekçi karşılaştırmalara olanak sağlamaktadır. Bu grafiklerde herbir göz için iki cihazla elde edilen değerlerin farkının iki cihazla alınan değerlerin ortalamasına göre dağılımı verilmektedir. Bu analiz yöntemi sayesinde farklı iki cihazla elde edilen ölçümlerin tutarlılıkları yapılan ölçümlerin %95'lik kesiminde cihazların ne kadar farklılık sergilediği göz önüne alınarak değerlendirilebilmektedir. Çalışmamızda iki cihazın ölçümlerindeki tutarlılıkları bahsedilen analiz yöntemiyle ve büyük çoğunlukla elde edilen ölçüm farklılıklarının ± 2 SD içerisinde olacak şekilde olduğu görülmüştür.

Her iki cihaz 100 hastanın tek gözünde ölçüm yapılarak karşılaştırılmış olup tüm parametreler incelendiğinde klinik anlamda fark yaratacak bir sonuçla karşılaşmamıştır. Dolayısıyla her iki cihazın birbiri yerine kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. (Kornealastigmatizma, aks ve LLM farklılıklarına rağmen)

Çalışmamızın sınırlılıkları; hasta sayısının az olması, hastaların sadece sağlıklı gönüllülerden seçilmiş olması, genç yaş grubunu içermesi şeklinde sıralanabilir.

Çalışmamızda sadece sağlıklı kişilerin sağlıklı gözleri incelenmiştir. Bu grubun seçilme nedeni çalışmamızın amacının iyi görme ve iyi fiksasyon yapan normal olgularda IOLMaster ve Sirius'un ön segment ölçümlerinin birbirleriyle kıyaslanmasıdır. Bu nedenle patolojik değişiklikleri olan hastalarda veya postoperatif hastalarda cihazlar arası uyumu gösterebilmek adına daha ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

1. Lopez de la Fuente, C., A. Sanchez-Cano, and F. Segura, Comparison of anterior segment measurements obtained by three different devices in healthy eyes. 2014. 2014: p. 498080.
2. Huang, J., N. Liao, and G. Savini, Comparison of Anterior Segment Measurements with Scheimpflug/Placido Photography-Based Topography System and IOLMaster Partial Coherence Interferometry in Patients with Cataracts. 2014. 2014: p. 540760.
3. Huang, J., et al., Comparison of keratometry and white-to-white measurements obtained by Lenstar with those obtained by autokeratometry and corneal topography. *Cont Lens Anterior Eye*, 2015. 38(5): p. 363-7.
4. 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.
5. Garner, L.F. and M.K. Yap, Changes in ocular dimensions and refraction with accommodation. *Ophthalmic Physiol Opt*, 1997. 17(1): p. 12-7.
6. RP, F., Visible light. In: Podos SM, Yanoff M (eds). *Optics and Refraction*. Gower Medical Publishing, 1991. 2: p. 1-11.
7. M., K., *The human eye as an optical system*. Philadelphia: Harper and Row Publishers,, 1987. 3.
8. S, E., Geometrik optik, gözün kırıcı yapıları, alan derinliği, gözün yüksek aberasyonları. XXX. Ulusal Oftalmoloji Kursu, 2010: p. 23-38.
9. Tucker, S.M., et al., Corneal diameter, axial length, and intraocular pressure in premature infants. *Ophthalmology*, 1992. 99(8): p. 1296-300.
10. Corbett MC, R.E., Corneal topography in cataract surgery. . In: Yanoff M, Duker JS (eds). *Ophthalmology*, 2004. 2nd ed.
11. Holladay, J.T., et al., A three-part system for refining intraocular lens power calculations. *J Cataract Refract Surg*, 1988. 14(1): p. 17-24.
12. İnan Y, K.G., Biyometrik ölçümlerle göz içi lens gücünün hesaplanmasının postoperatif refraksiyona etkisi. *T Oft Gaz*, 1992. 22.
13. Özçetin, h., *Lens ve hastalıkları (Klinik Göz Hastalıkları)*. Nobel Tıp Kitabevleri, 2003. 1: p. 103-136.
14. RJ, S., Optics of intraocular lenses. In: Duane TD, Jaeger EA (eds). *Clinical ophthalmology*, 1987: p. 52-54.
15. Hoffer, K.J., Biometry of 7,500 cataractous eyes. *Am J Ophthalmol*, 1980. 90(3): p. 360-8.

16. Retzlaff, J.A., D.R. Sanders, and M.C. Kraff, Development of the SRK/T intraocular lens implant power calculation formula. *J Cataract Refract Surg*, 1990. 16(3): p. 333-40.
17. Olsen, T., Prediction of intraocular lens position after cataract extraction. *J Cataract Refract Surg*, 1986. 12(4): p. 376-9.
18. Bardak YK, Z.g., Ultrasonografik biyometri ile göziçi lens gücünün hesaplanması. *MN OFTALMOLOJİ*, 1997.
19. Mundt GH, H.W., Ultrasonics in ocular diagnosis. *Am J Ophthalmol*, 1956.
20. Baum, G. and I. Greenwood, The application of ultrasonic locating techniques to ophthalmology. II. Ultrasonic slit lamp in the ultrasonic visualization of soft tissues. *AMA Arch Ophthalmol*, 1958. 60(2): p. 263-79.
21. Bronson, N.R., A simple B-scan ultrasonoscope. *Bibl Ophthalmol*, 1975(83): p. 18-24.
22. Byrne SF, G.R., *Ultrasound of the eye and orbit*. St Louis : Mosby Company, 2002. 2.
23. HJ, S., *Atlas of ultrasonography and biometry*. St Louis: Mosby Company, 1984.
24. Doganay s, b.m., intraokuler lens power calculation problems in patient with prior keratorefraktive surgery and optic coherence biometry. *T Klin Oftalmol*, 2004. 13: p. 94-103.
25. Packer, M., et al., Immersion A-scan compared with partial coherence interferometry: outcomes analysis. *J Cataract Refract Surg*, 2002. 28(2): p. 239-42.
26. Bhatt, A.B., et al., Comparison of predictions made by the intraocular lens master and ultrasound biometry. *Arch Ophthalmol*, 2008. 126(7): p. 929-33.
27. Hoffer, K.J., H.J. Shammas, and G. Savini, Comparison of 2 laser instruments for measuring axial length. *J Cataract Refract Surg*, 2010. 36(4): p. 644-8.
28. Konstantopoulos, A., P. Hossain, and D.F. Anderson, Recent advances in ophthalmic anterior segment imaging: a new era for ophthalmic diagnosis? *Br J Ophthalmol*, 2007. 91(4): p. 551-7.
29. Davis, W.R., et al., Corneal asphericity and apical curvature in children: a cross-sectional and longitudinal evaluation. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2005. 46(6): p. 1899-906.
30. Rabinowitz, Y.S., Keratoconus. *Surv Ophthalmol*, 1998. 42(4): p. 297-319.
31. Hockwin, O., et al., Biometry of the anterior eye segment by Scheimpflug photography. *Ophthalmic Res*, 1983. 15(2): p. 102-8.
32. Lerman, S. and O. Hockwin, Automated biometry and densitography of anterior segment of the eye. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 1985. 23(3): p. 121-9.
33. Olbert, D., Optical problems of anterior chamber depth biometry by scheimpflug photography. *Ophthalmic Res*, 1991. 23(6): p. 342-7.

34. Rosales, P. and S. Marcos, Pentacam Scheimpflug quantitative imaging of the crystalline lens and intraocular lens. *J Refract Surg*, 2009. 25(5): p. 421-8.
35. Wegener, A. and H. Laser, [Image analysis and Scheimpflug photography of anterior segment of the eye--a review]. *Klin Monbl Augenheilkd*, 2001. 218(2): p. 67-77.
36. Krachmer, J.H., R.S. Feder, and M.W. Belin, Keratoconus and related noninflammatory corneal thinning disorders. *Surv Ophthalmol*, 1984. 28(4): p. 293-322.
37. Pinero, D.P., et al., Pentacam posterior and anterior corneal aberrations in normal and keratoconic eyes. *Clin Exp Optom*, 2009. 92(3): p. 297-303.
38. Auffarth, G.U., et al., [Scheimpflug and topography systems in ophthalmologic diagnostics]. *Ophthalmologe*, 2008. 105(9): p. 810-7.
39. Cheng, A.C., et al., Evaluation of the apparent change in posterior corneal power in eyes with LASIK using Orbscan II with magnification compensation. *J Refract Surg*, 2009. 25(2): p. 221-8.
40. Cristina Kenney, M. and D.J. Brown, The cascade hypothesis of keratoconus. *Cont Lens Anterior Eye*, 2003. 26(3): p. 139-46.
41. Salouti, R., et al., Comparison of anterior chamber depth measurements using Galilei, HR Pentacam, and Orbscan II. *Optometry*, 2010. 81(1): p. 35-9.
42. Ramos, J.L., Y. Li, and D. Huang, Clinical and research applications of anterior segment optical coherence tomography - a review. *Clin Experiment Ophthalmol*, 2009. 37(1): p. 81-9.
43. Izatt, J.A., et al., Micrometer-scale resolution imaging of the anterior eye in vivo with optical coherence tomography. *Arch Ophthalmol*, 1994. 112(12): p. 1584-9.
44. Nakagawa, T., et al., Ultrasound biomicroscopic examination of acute hydrops in patients with keratoconus. *Am J Ophthalmol*, 2006. 141(6): p. 1134-6.
45. Sihota, R., Classification of primary angle closure disease. *Curr Opin Ophthalmol*, 2011. 22(2): p. 87-95.
46. Baikoff, G., Anterior segment OCT and phakic intraocular lenses: a perspective. *J Cataract Refract Surg*, 2006. 32(11): p. 1827-35.
47. Koranyi, G., et al., Anterior chamber depth measurement: a-scan versus optical methods. *J Cataract Refract Surg*, 2002. 28(2): p. 243-7.
48. Meinhardt, B., et al., Evaluation of biometric methods for measuring the anterior chamber depth in the non-contact mode. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2006. 244(5): p. 559-64.
49. Rabsilber, T.M., et al., Anterior chamber depth in relation to refractive status measured with the Orbscan II Topography System. *J Cataract Refract Surg*, 2003. 29(11): p. 2115-21.
50. Gursoy, H., et al., Lenstar versus ultrasound for ocular biometry in a pediatric population. *Optom Vis Sci*, 2011. 88(8): p. 912-9.

51. Lee, A.C., M.A. Qazi, and J.S. Pepose, Biometry and intraocular lens power calculation. *Curr Opin Ophthalmol*, 2008. 19(1): p. 13-7.
52. 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. *Br J Ophthalmol*, 2007. 91(8): p. 1023-6.
53. Olsen, T., Calculation of intraocular lens power: a review. *Acta Ophthalmol Scand*, 2007. 85(5): p. 472-85.
54. Wang, Q., et al., A comprehensive assessment of the precision and agreement of anterior corneal power measurements obtained using 8 different devices. *PLoS One*, 2012. 7(9): p. e45607.
55. Elbaz, U., et al., Comparison of different techniques of anterior chamber depth and keratometric measurements. *Am J Ophthalmol*, 2007. 143(1): p. 48-53.
56. Shirayama, M., et al., Comparison of corneal powers obtained from 4 different devices. *Am J Ophthalmol*, 2009. 148(4): p. 528-535.e1.
57. Rufer, F., A. Schroder, and C. Erb, White-to-white corneal diameter: normal values in healthy humans obtained with the Orbscan II topography system. *Cornea*, 2005. 24(3): p. 259-61.
58. Reinstein, D.Z., et al., Correlation of anterior chamber angle and ciliary sulcus diameters with white-to-white corneal diameter in high myopes using artemis VHF digital ultrasound. *J Refract Surg*, 2009. 25(2): p. 185-94.
59. Lovisolo, C.F. and D.Z. Reinstein, Phakic intraocular lenses. *Surv Ophthalmol*, 2005. 50(6): p. 549-87.
60. Terzi, E., L. Wang, and T. Kohnen, Accuracy of modern intraocular lens power calculation formulas in refractive lens exchange for high myopia and high hyperopia. *J Cataract Refract Surg*, 2009. 35(7): p. 1181-9.
61. Cruysberg, L.P., et al., Evaluation of the Lenstar LS 900 non-contact biometer. *Br J Ophthalmol*, 2010. 94(1): p. 106-10.
62. Zhao, J., et al., Evaluation of the repeatability of the Lenstar and comparison with two other non-contact biometric devices in myopes. *Clin Exp Optom*, 2013. 96(1): p. 92-9.
63. Chen, W., et al., Scheimpflug-Placido topographer and optical low-coherence reflectometry biometer: repeatability and agreement. *J Cataract Refract Surg*, 2012. 38(9): p. 1626-32.

ÖZGEÇMİŞ

Dr. Yener FIRINCIOĞULLARI 06.07.1988 tarihinde Hatay'ın Antakya İlçesi'nde doğmuştur. İlköğretimi Samandağ Atatürk ilköğretim Okulu ve Beyhan Gençay İlköğretim Okulu'nda tamamlamıştır. 2002 yılında Mersin Fen Lisesi'ne başlamış ve 2006 yılında mezun olmuştur. Aynı yıl başladığı Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi'nden 2012 yılında mezun olmuştur. 01.02.2013 tarihinde Mustafa Kemal Üniversitesi Tayfur Ata Sökmen Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı'nda uzmanlık eğitime başlayıp hala burada araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır.