

# Optik Düşük Koherens Reflektometri ve Kombine Scheimpflug-Placido Disk Topografisi ile Değerlendirilen Ön Segment Parametrelerinin Karşılaştırılması\*

## Comparison of Anterior Segment Parameters with Optical Low Coherence Reflectometer and Combined Scheimpflug-Placido Disk Topographer

Hasan Ali BAYHAN<sup>1</sup>, Seray ASLAN BAYHAN<sup>1</sup>, Ersin MUHAFAZ<sup>2</sup>, İzzet CAN<sup>3</sup>

### ÖZ

**Amaç:** Optik düşük koherens reflektometri (LenStar LS 900, Haag-Streit AG) ve kombine Scheimpflug-Placido disk topografisi (Sirius, CSO Inc.) ile değerlendirilen ön segment parametrelerini karşılaştırmak.

**Gereç ve Yöntem:** Bu çalışmaya 30 sağlıklı bireyin 60 gözü alındı. Her iki cihazdan elde edilen merkezi kornea kalınlığı (MKK), aköz derinlik (AD: kornea endoteli ve lens arası), ön kamara derinliği (ÖKD: kornea epiteli ve lens arası), keratometri değerleri (dik ve düz meridyendeki K değerleri) ve limbus-limbus mesafeleri (LLM) karşılaştırıldı. Tüm ölçümler aynı doktor tarafından Lenstar için 5 kez, Sirius için 3 kez tekrarlandı ve karşılaştırmalarda bu ölçümlerin ortalaması kullanıldı.

**Bulgular:** Lenstar ile ölçülen ortalama MKK değeri istatistiksel olarak anlamlı daha yüksek iken AD ve ÖKD ölçümleri daha düşükdü ( $p<0.05$ ). MKK, AD ve ÖKD için ortalama fark sırasıyla  $3.93\pm 6.65 \mu\text{m}$ ,  $-0.08\pm 0.04 \text{ mm}$  ve  $-0.07\pm 0.03 \text{ mm}$  idi. Dik ve düz K değerleri, ortalama LLM açısından cihazlar arası fark saptanmadı ( $p>0.05$ ). Pearson korelasyon analizi iki cihaz arasında tüm ölçümlerde çok iyi korelasyon göstermekteydi ( $r>0.90$ ,  $p<0.05$ ). Bland-Altman analizinde her iki cihazla elde edilen tüm verilerin %95 uyum aralığı klinik olarak kabul edilebilir sınırlarda idi ve cihazlar arasında iyi uyum mevcuttu.

**Sonuç:** Lenstar LS 900 optik biometri ve Sirius ön segment analiz sistemi ile değerlendirilen ön segment parametreleri birbirleriyle iyi uyum göstermektedir ve cihazlar arası ölçüm farkları klinik olarak ihmal edilebilir düzeydedir. Bu nedenle her iki cihaz birçok klinik amaç için birbirinin yerine kullanılabilir kanaatine varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Lenstar, sirius, ön segment parametreleri.

### ABSTARCT

**Purpose:** To compare the anterior segment measurements derived from optical low coherence reflectometer (Lenstar LS 900, Haag-Streit AG) and combined Scheimpflug-Placido disk topographer (Sirius, CSO Inc.).

**Material and Methods:** This study comprised of sixty eyes of 30 healthy subjects. Central corneal thickness (CCT), aqueous depth (AD:corneal endothelium to lens), anterior chamber depth (ACD: corneal epithelium to lens), keratometry measurements (K in the steepest and flattest meridian) and white-to-white (WTW) distance derived from both devices were compared. All measurements were repeated five times for Lenstar and three times for Sirius by the same physician and mean of these measurements were used for comparisons.

**Results:** The CCT measurements were significantly higher whereas AD and ACD measurements were lower with Lenstar ( $p<0.05$ ). Mean differences for CCT, AD, and ACD were  $3.93\pm 6.65 \mu\text{m}$ ,  $-0.08\pm 0.04 \text{ mm}$ , and  $-0.07\pm 0.03 \text{ mm}$ , respectively. There were no statistically significant differences between the devices for the steep and flat K values and mean WTW distance ( $p>0.05$ ). Pearson correlation analysis showed high correlation between the 2 devices for all measurements ( $r>0.90$ ,  $p<0.05$ ). On Bland-Altman analysis, 95% limits of agreement for all measurements were within clinically acceptable limits and there was good agreement between the 2 devices.

**Conclusion:** Anterior segment parameters evaluated with Lenstar LS 900 optical biometer and Sirius anterior segment analysis system were correlated well with each other and measurement differences between the devices were clinically negligible. Therefore, it was concluded that both devices can be used interchangeably for the most clinical purposes.

**Key Words:** Lenstar, sirius, anterior segment parameters.

\* Bu çalışma, TOD 46. Ulusal Oftalmoloji Kongresi, Antalya, Ekim 2012'de sunulmuştur.

- 1- M.D. Asistant Professor, Bozok University Faculty of Medicine, Department of Ophthalmology, Yozgat/TURKEY  
BAYHAN H.A., alihasanbayhan@hotmail.com  
ASLAN BAYHAN S., seraybayhan@hotmail.com
- 2- M.D. Asistant, Bozok University Faculty of Medicine, Department of Ophthalmology, Yozgat/TURKEY  
MUHAFAZ E., ersinmuhafiz@hotmail.com
- 3- M.D. Professor, Bozok University Faculty of Medicine, Department of Ophthalmology, Yozgat/TURKEY  
CAN I., izzetcan@yahoo.com

Geliş Tarihi - Received: 01.01.2013  
Kabul Tarihi - Accepted: 01.03.2013  
Glo-Kat 2013;8:78-82

Yazışma Adresi / Correspondence Address: M.D. Asistant Professor,  
Hasan Ali BAYHAN  
Bozok University Faculty of Medicine, Department of Ophthalmology,  
Yozgat/TURKEY

Phone: +90 505 272 92 25  
E-Mail: alihasanbayhan@hotmail.com

## GİRİŞ

Ön segment parametrelerinin doğru ve kesin şekilde değerlendirilmesi glokomlu hastaların takibinde, refraktif cerrahi, katarakt cerrahisi ve diğer bir çok ön segment hastalık ve cerrahilerinin planlanmasında ve takibinde oldukça önemlidir. Son yıllarda ön segmentin değerlendirilmesi için optik koherens tomografi (OKT), ultrasonik biomikroskopi, Scheimpflug görüntüleme, tarayıcı-slit topografi ve interferometriyi içeren çeşitli cihazlar yaygın olarak kullanılmaktadır.<sup>1</sup> Bu cihazların verdiği sonuçların tekrarlanabilir olması, birbirleriyle uyumlu olması ve birbirlerinin yerine kullanılabilmesi doğru hasta yönetimi açısından önemlidir. Lenstar LS 900 (Haag-Streit AG, Köneniz, Switzerland) cihazı nisbeten yeni kullanımda olan bir non-kontakt optik biometri cihazıdır. Optik düşük koherens reflektometri (ODKR) prensibiyle çalışmaktadır. Cihaz tek bir çekimle aksiyel uzunluk (AU), merkezi kornea kalınlığı (MKK), ön kamara derinliği (ÖKD; Kornea epiteli ve lens ön kapsülü arası mesafe), aköz derinlik (AD; kornea endoteli ve lens ön kapsülü arası mesafe), lens kalınlığı ve retina kalınlığını da içeren tüm gözün biometrik verilerine ek olarak keratometri, pupil çapı ve limbus-limbus mesafelerini (LLM) ve optik aksın eksentrisitesini vermektedir. Sirius (CSO Inc, Italy) ön segment analiz sistemi, Scheimpflug kamera ve Placido disk teknolojilerini birleştiren yeni bir cihazdır. Cihaz kornea kalınlığı, ÖKD, AD, lens kalınlığı, keratometri, limbus-limbus mesafesi, pupillografi, ön ve arka kornea topografisi ve korneanın wavefront analizi bilgilerini vermektedir.

Çalışmalar her iki cihazın da tekrarlanabilir ölçümler verdiğini göstermektedir.<sup>2-4</sup> Ancak her iki cihazdan elde edilen verileri karşılaştıran, her iki cihazın ölçümlerinin birbirleriyle uyumunu inceleyen ve birbirlerinin yerine kullanılabilirliğini gösteren yeterli çalışma yoktur. Bu çalışmada sağlıklı gözlerde Lenstar cihazı ile ölçülen ön segment parametrelerinin Sirius verileriyle karşılaştırılması ve birbirleriyle olan uyumlarını değerlendirmek amaçlanmaktadır.

## GEREÇ VE YÖNTEM

Bu ileriye dönük çalışma Bozok Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı'nda yapıldı. Tüm araştırma Helsinki deklarasyonu kurallarına uygun şekilde ve hastaların bilgilendirilmiş onam formları alınarak yürütüldü.

Çalışma kapsamında en iyi düzeltilmiş görme keskinliği 20/20 ve üzeri olan 30 bireyin 60 gözü değerlendirildi. Herhangi bir göz ya da sistemik hastalığı olanlar, kornea hastalığı hikayesi olanlar ve göz cerrahisi hikayesi olanlar çalışma dışı bırakıldı. Sirius ve Lenstar cihazlarının ölçüm sırası randomize

olarak belirlendi, tüm ölçümler aynı doktor (S.A.B.) tarafından Lenstar için 5 kez, Sirius için 3 kez tekrarlandı ve karşılaştırmalarda bu ölçümlerin ortalaması kullanıldı. Ölçümler pupilla büyütülmeden yapıldı. Her iki cihazdan elde edilen; MKK, AD, ÖKD, keratometri (dik ve düz meridyenlerdeki K değerleri) ve LLM değerleri karşılaştırıldı.

## Optik Düşük Koherens Reflektometri (Lenstar LS 900)

Lenstar biometrisi optik düşük koherens reflektometri prensibiyle çalışmaktadır, göz içindeki mesafeleri ölçmek için OKT'ye benzer bir teknoloji kullanır. Bu teknolojiye 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.

## Kombine Scheimpflug-Placido Disk Sistemi (Sirius)

Sirius ÖAS yeni bir topografi cihazıdır. Cihaz monokromatik 360 derece rotasyon yapan Scheimpflug kamera ve 22 halkalı Placido-diski kombine eder, kornea ve ön kamaradan 25 radial kesit alır. Tek bir kesitte kornea ön ve arka yüzeyinin tanjansiyel ve aksiyel kurvatür bilgisini sağlar, korneanın global refraktif gücünü verir, çoğu göz içi yapıların biometrik ölçümlerini verir, tüm korneanın pakimetri haritalamasını ve wavefront analizini sağlar. Kornea ön yüzeyinden 35632 nokta ve kornea arka yüzeyinden 30 000 nokta 475 nm mavi LED ışığı ile incelenir.

## İstatistiksel Değerlendirme

Elde edilen veriler 'SPSS'16.0 (Statistical Package for the Social Sciences, IBM) ve MedCalc (MedCalc Software version 12.3 bvba, Inc.) ortamında bilgisayara kaydedildi. Verilerin normal dağılımı Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirildi. Cihazlardan elde edilen verileri karşılaştırmak için paired samples t testi kullanıldı. Ölçümler arasındaki korelasyon, Pearson korelasyon analizi ile değerlendirildi. Değerlendirmeler %95 güven aralığında yapıldı, p değerinin 0.05 den küçük olması istatistiksel anlamlı fark olarak kabul edildi. Cihazlar arası uyumu değerlendirmek için Bland-Altman grafikleri çizildi. Bu grafiklerde, %95 uyumluluk sınırı  $\pm 1.96$  standart sapma olarak alındı.

**Tablo 1:** Lenstar ve Sirius ile ölçülen ön segment parametrelerinin karşılaştırılması.

Parametre	Lenstar	Sirius	P* değeri
MKK (µm)	532.73±30.61	528.80±30.51	<0.01
AD (mm)	2.86±0.49	2.99±0.34	0.035
ÖKD (mm)	3.45±0.32	3.52±0.32	<0.01
Düz K (D)	43.30±1.20	43.32±1.19	0.764
Dik K (D)	44.25±1.25	44.20±1.21	0.821
LLM(mm)	11.93±0.40	11.83±0.43	0.06

MKK; Merkezi Korneal Kalınlık, AD; Aköz Derinliği, ÖKD; Ön Kamara Derinliği, K; Keratometri, LLM; Limbus-Limbus Mesafesi.

\*Paired t testi.

**Tablo 2:** Her iki cihazla bakılan ön segment parametreleri arasındaki fark ve korelasyon.

Parametre	Fark±SD (Lenstar-Sirius)	Cihazlar arasındaki farkın %95 güven aralığı		Pearson Korelasyonu	
		Alt sınır	Üst sınır	R değeri	P* değeri
MKK (µm)	3.93±6.65	2.35	5.51	0.976	<0.001
AD (mm)	-0.08±0.04	-0.09	-0.06	0.938	<0.001
ÖKD (mm)	-0.07±0.03	-0.07	-0.05	0.993	<0.001
Düz K (D)	-0.02±0.14	-0.05	0.01	0.992	<0.001
Dik K (D)	0.05±0.23	-0.01	0.11	0.978	<0.001
LLM(mm)	0.07±0.23	-0.03	0.11	0.842	<0.001

MKK; Merkezi Korneal Kalınlık, AD; Aköz Derinliği, ÖKD; Ön Kamara Derinliği, K; Keratometri, LLM; Limbus-Limbus Mesafesi.

\*Pearson korelasyon analizi.

## BULGULAR

Çalışmaya alınan 30 hastanın 16'sı kadın, 14'ü erkek idi. Hastaların ortalama yaşı 28.44±7.55 (20-44) idi. Ortalama sferik eşdeğer -1.56±2.25 (-0.50-7.56) idi.

Lenstar ile ölçülen ortalama MKK değeri istatistiksel olarak anlamlı daha yüksek iken AD ve ÖKD ölçümleri daha düşük idi. Düz ve dik K değerleri, ortalama limbus-limbus mesafesi açısından cihazlar arası fark saptanmadı (Tablo 1). Pearson korelasyon analizi ile değerlendirildiğinde, tüm ölçümlerde iki cihaz arasında çok iyi korelasyon mevcuttu (Tablo 2).

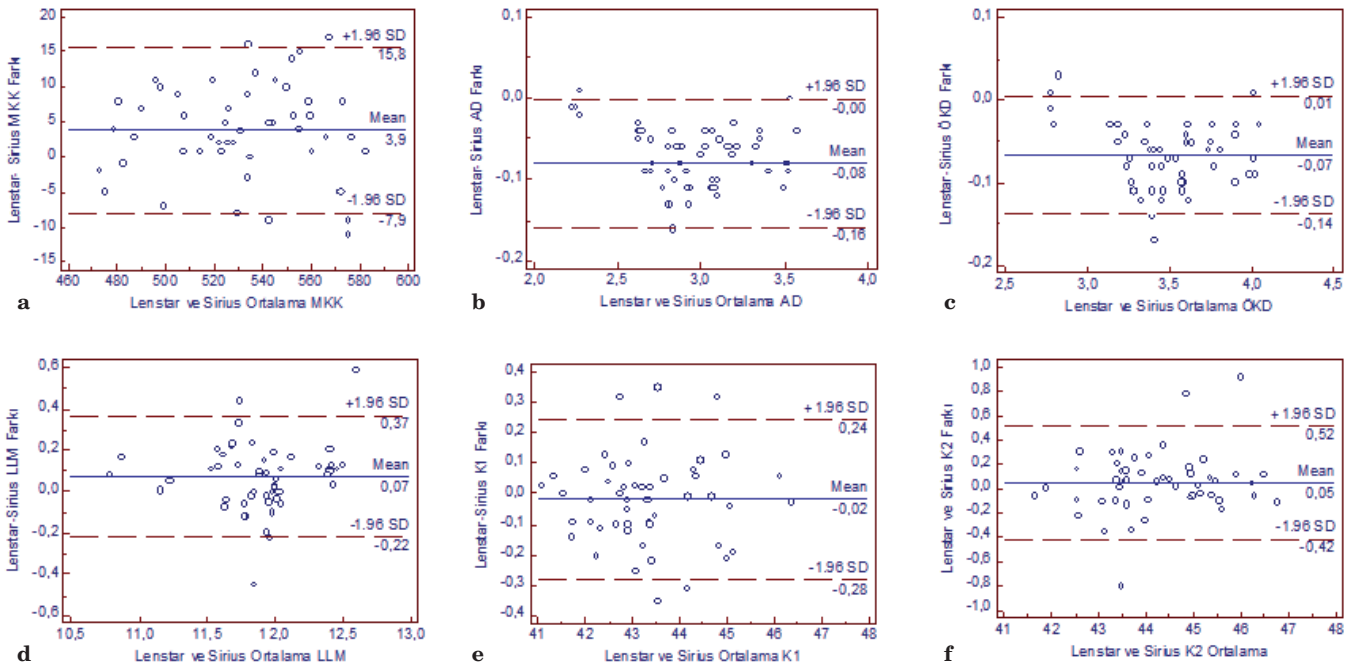
Her iki cihazın ölçümlerinin birbiri ile olan uyumu Bland-Altman grafikleri ile değerlendirildi. Buna göre %95 uyumluluk sınırının alt ve üst sınırları belirlendi. Bland-Altman analizinde her iki cihazla elde edilen tüm verilerin %95 uyum aralığı dar idi ve cihazlar arasında iyi uyum mevcuttu (Grafik).

Lenstar ve Sirius arasında MKK için ortalama fark: 3.93±6.65 µm, AD için ortalama fark: -0.08±0.04 mm ve ÖKD için ortalama fark -0.07±0.03 mm idi.

## TARTIŞMA

Gözün ön segment boyutlarının doğru ölçülmesi özellikle hasta beklentilerinin yüksek olduğu modern katarakt cerrahisi ve refraktif cerrahi açısından oldukça önemlidir. Kornea kalınlığının belirlenmesi refraktif cerrahinin planlanması ve takibinde,<sup>5</sup> kollajen çapraz bağ tedavisinin ve intrastromal halka yerleştirilmesinin planlanmasında ve ameliyat sonrası yönetiminde<sup>6</sup> gereklidir.

Kornea kalınlığının olduğundan fazla ölçülmesi refraktif cerrahi esnasında aşırı ablasyon yapılarak iyatrojenik keratektaziye, kollajen çapraz bağ yapılan olgularda endotel hasarına yol açabilir.<sup>5-7</sup> Korneanın refraktif gücünün ve ÖKD'nin doğru değerlendirilmesi ise afakik ve refraktif fakik göz içi lens implantasyonlarında önem kazanmaktadır.<sup>8</sup> ÖKD ve AD açığı kapanması riskini belirlemede,<sup>9</sup> fakik göz içi lens uygulamalarında,<sup>10</sup> akomodasyon ve psödo-fakik akomodasyonda ön segment değişikliklerini belirlemede önemlidir.<sup>11</sup> Bu nedenle bu parametreleri ölçen yeni cihazların verilerinin doğruluğunun kontrol edilmesi ve diğer cihazlarla karşılaştırılması gereklidir.



**Grafik:** Ölçülen parametrelerin Bland-Altman analizi (Lenstar-Sirius) ile uyum grafikleri. Orta çizgi ortalama farkı, alt ve üst çizgiler farkın %95 uyumluluk sınırını göstermektedir.

A;MKK:Merkezi Korneal Kalınlık, B;AD:Aköz Derinlik, C;ÖKD:Ön Kamara Derinliği, D;LLM:Limbus-Limbus Mesafesi, E;K1;Düz Keratometri, F;K2: Dik Keratometri.

Günümüzde ön segmentteki aksiyel göz içi mesafelerini ölçmek için en sık olarak ultrason biyometri kullanılmaktadır. Ultrason özellikle MKK ve ÖKD ölçümü için standart metod olarak kabul edilmektedir. Fakat ultrasonun, kısıtlı rezolüsyon ve keskinliğe sahip olması, ölçümü yapan teknisyen veya hekimin tecrübesine bağlı olması, hasta rahatsızlığına ve düşük de olsa kornea enfeksiyonu riskine neden olabilmesi gibi bazı dezavantajları vardır.<sup>12,13</sup> Bu çalışma göze temas gerektirmeyen Lenstar ve Sirius cihazlarını ön segment parametreleri açısından karşılaştıran ilk çalışmalardan biridir.

Huang ve ark.,<sup>14</sup> Pentacam Scheimpflug topografi cihazı ve Lenstarı karşılaştırdıkları çalışmalarında MKK verileri açısından cihazların birbirleriyle uyumunun iyi olduğunu ve aralarındaki ortalama farkın 3.7 µm olduğunu bildirmişlerdir. Daha önceki çalışmalarda Sirius<sup>15</sup> ve Lenstar<sup>16</sup> ile elde edilen MKK değerlerinin Visante ön segment OKT'den farklı olduğu ve bu cihazların Visante ile birbirlerinin yerine kullanılmaması gerektiği bildirilmiştir. Çalışmamızda Sirius ve Lenstar'ın MKK ölçümleri arasındaki fark istatistiksel anlamlı olsa da klinik açıdan ihmal edilebilir seviyede idi (ortalama fark: 3.93±6.65 µm, %95 uyumluluk sınırı: -7.9-15.8 µm). Chen ve ark. MKK açısından Lenstar ve Sirius arasında ortalama 4.29 µm fark olduğunu ve cihazların %95 uyumluluk sınırının dar olduğunu (-15.43-6.85) belirterek çalışmamızdaki sonuçları destekleyecek şekilde cihazların MKK açısından birbirleriyle uyumlu olduğunu bildirmişlerdir.<sup>17</sup>

Gürsoy ve ark.,<sup>18</sup> 565 çocuğun sağ gözünü inceledikleri çalışmada ultrason pakimetri ile ölçülen MKK değerlerinin ve A-mod kontakt ultrason ile değerlendirilen ÖKD ölçümlerinin Lenstar verileri ile uyumlu olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmalarında Lenstar'ın verilerinin MKK açısından anlamlı daha düşük, ÖKD açısından anlamlı daha yüksek olmasına rağmen farkın klinik olarak ihmal edilebilir düzeyde olduğunu bildirmişlerdir. Lenstar ÖKD ölçümü açısından A-mod ultrason biyometriye ek olarak IOLMaster ile de uyumlu sonuçlar vermektedir.<sup>19</sup> Çalışmamızda Lenstar ve Sirius cihazları ÖKD ve AD açısından istatistiksel olarak anlamlı fark göstermekteydi. Ancak ÖKD ve AD ölçümü açısından iki cihaz arasında ortaya çıkan fark (ÖKD: -0.07±0.03 ve AD: -0.08±0.04) Chen ve ark.,<sup>17</sup> çalışmasındaki farklılıklara (ÖKD: -0.10±0.06 mm ve AD: -0.09±0.06 mm) benzer şekilde oldukça düşüktü. IOL ölçümünde Haigis formülü kullanıldığı zaman her 0,1mm ÖKD değişimi IOL gücü hesabında 0.06 D farka neden olmaktadır.<sup>8</sup> Bu nedenle de cihazlar arası 0.07 mm fark klinik olarak kabul edilebilir düzeydedir. Bu ölçümleri hesaplarken Lenstar biyometri cihazı ODKR dalga formunda ön ve arka korneanın ve lens ön yüzünün piklerini belirlerken Sirius ÖKD ölçümü için imaj analizini kullanmaktadır. Cihazlar arası fark değişik ölçüm tekniği kullanmalarına bağlı olabilir.

Yeni teorik formüllerle arka kamara ve fakik göz içi lens hesaplamalarında AU, ÖKD ve korneanın keratometri (dik ve düz K) değerleri önemlidir.



Yanlış göz içi lensi hesaplamasına bağlı olarak göz içi lensi değişimi yapılan hastalardaki en sık hata nedeninin keratometri ve AU ölçüm hataları olduğu bildirilmiştir.<sup>20</sup> Keratometri değerindeki 0.1 D hata yaklaşık 0.1 D refraktif hataya neden olmaktadır.<sup>8</sup> Bu nedenlerle keratometri değerlerinin doğru olarak hesaplanması ve farklı cihazlarla elde edilen değerlerin doğruluğu ve uyumunun değerlendirilmesi oldukça önemlidir.

Hem Sirius hem de Lenstar cihazı keratometri değerlerini elde etmek için görüntü analizini kullanmaktadır ve ölçülmüş yarıçapı standart 1.3375 refraktif indeksi kullanarak dioptriye çevirmektedir. Daha önceki çalışmalarda keratometri ölçümleri açısından Lenstar cihazının IOLMaster<sup>19</sup> ile Sirius'un ise Pentacam<sup>2</sup> ve Keratron<sup>21</sup> ile uyumlu ölçümler verdiği bildirilmiştir. Bizim çalışmamızda da Lenstar ve Sirius cihazlarından elde edilen keratometri değerleri birbirine benzer idi ve cihazlar arası iyi uyumu gösterecek şekilde dar %95 uyumluluk sınırına sahipti.

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

Sonuç olarak Lenstar LS 900 optik biometri ve Sirius ön segment analiz sistemi ile değerlendirilen ön segment parametreleri birbirleriyle iyi uyum göstermektedir ve cihazlar arası ölçüm farkları klinik olarak ihmal edilebilir düzeydedir. Bu nedenle her iki cihaz bir çok klinik amaç için birbirinin yerine kullanılabilir kanaatine varılmıştır.

## KAYNAKLAR/REFERENCES

1. Konstantopoulos A, Hossain P, Anderson DF. Recent Advances in ophthalmic anterior segment imaging: a new era for ophthalmic diagnosis? *Br J Ophthalmol* 2007;91:551-7.
2. Savini G, Carbonelli M, Sbriglia A, et al. Comparison of anterior segment measurements by 3 Scheimpflug tomographers and 1 Placido corneal topographer. *J Cataract Refract Surg* 2011;37:1679-85.
3. Shammas HJ, Hoffer KJ. Repeatability and reproducibility of biometry and keratometry measurements using a noncontact optical low-coherence reflectometer and keratometer. *Am J Ophthalmol* 2012;153:55-61.
4. Şahin A, Gürsoy H, Başmak H. et al. Reproducibility of ocular biometry with a new noncontact optical low-coherence reflectometer in children. *Eur J Ophthalmol* 2011;21:194-8.
5. Randleman JB, Woodward M, Lynn MJ, et al. Risk assessment for ectasia after corneal refractive surgery. *Ophthalmology* 2008;115:37-50.
6. Coskunseven E, Jankov MR II, Hafezi F. Contralateral eye study of corneal collagen cross-linking with riboflavin and UVA irradiation in patients with keratoconus. *J Refract Surg* 2009;25:371-6.
7. Muallem MS, Yoo SH, Romano AC, et al. Flap and stromal bed thickness in laser in situ keratomileusis enhancement. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:2295-302.
8. Lee AC, Qazi MA, Pepose JS. Biometry and intraocular lens power calculation. *Curr Opin Ophthalmol* 2008;19:13-7.
9. Devereux JG, Foster PJ, Baasanhu J, et al. Anterior chamber depth measurements as a screening tool for primary angle-closure glaucoma in an East Asian Population. *Arch Ophthalmol* 2000;118:257-63.
10. Saxena R, Boekhoorn SS, Mulder GH, et al. Long term follow-up endothelial cell change after Artisan phakic intraocular lens implantation. *Ophthalmology* 2008;115:608-13.
11. Tsorbatzoglou A, Nemeth G, Szell N, et al. Anterior segment changes with age and during accommodation measured with partial coherence interferometry. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:1597-601.
12. Su P-F, Lo AY, Hu C-Y, et al. Anterior chamber depth measurements in phakic and pseudophakic eyes. *Optom Vis Sci* 2008;85:1193-200.
13. Spadea L, Giammaria D, Di Genova L, et al. Comparison of optical low coherence reflectometry and ultrasound pachymetry in the measurements of central corneal thickness before and after photorefractive keratectomy. *J Refract Surg* 2007;23:661-6.
14. Huang J, Pesudovs K, Wen D, et al. Comparison of anterior segment measurements with rotating Scheimpflug photography and partial coherence reflectometry. *J Cataract Refract Surg* 2011; 37:341-8.
15. Milia M, Pinero DP, Amparo F, et al. Pachymetric measurements with a new Scheimpflug photography-based system; intraobserver repeatability and agreement with optical coherence tomography pachymetry. *J Cataract Refract Surg* 2011;37:310-6.
16. Cruysberg LPJ, Doors M, Verbakel F, et al. Evaluation of the Lenstar LS 900 non-contact biometer. *Br J Ophthalmol* 2009;93:949-53.
17. Chen W, McAlinden C, Pesudovs K, et al. Scheimpflug-Placido topographer and optical low coherence reflectometry biometer: repeatability and agreement. *J Cataract Refract Surg* 2012;38:1626-32.
18. Gursoy H, Sahin A, Başmak H, et al. Lenstar versus ultrasound for ocular biometry in a pediatric population. *Optom Vis Sci* 2011;88:912-9.
19. Salouti R, Nowroozadeh MH, Zamani M, et al. Comparison of the ultrasonographic method with 2 partial coherence interferometry methods for intraocular lens power calculation. *Optometry* 2011;82:140-7.
20. Jin GJ, Crandall AS, Jones JJ. Intraocular lens exchange due to incorrect lens power. *Ophthalmology* 2007;114:417-24.
21. Savini G, Barboni P, Carbonelli M, et al. Accuracy of corneal power measurements by a new Scheimpflug camera combined with Placido-disk corneal topography for intraocular lens power calculation in unoperated eyes. *J Cataract Refract Surg* 2012;38:787-92.