

# Göz İçi Lens Gücünün Hesaplamasında Optik Düşük-Koherens Reflektometri ve İmmersiyon Ultrasonik Biometri Ölçümlerinin Karşılaştırılması\*

## Comparison of Immersion Ultrasound Biometry and Optical Low-Coherence Reflectometry for Intraocular Lens Power Calculation

Semra AKKAYA TURHAN<sup>1</sup>, Ebru TOKER<sup>2</sup>

### ÖZ

**Amaç:** GİL gücünün hesaplanmasında optik düşük-koherans reflektometri cihazı-ODKR (Lenstar, Haag-Streit AG) ile yapılan biometrik ölçümlerin immersiyon ultrasonik biometri -İUB (OcuScan, AlconSurgical) ölçümleriyle uyumluluğunun araştırılması.

**Gereç ve Yöntem:** Bu geriye dönük çalışmada katarakt cerrahisi uygulanacak 99 hastanın 126 gözüne biometrik ölçümler hem ODKR hem de İUB+ otomatik keratometri ile yapıldı. Göziçi lens gücünün hesaplamasında SRK-II, SRK/T, Hoffer Q, Holladay ve Haigis formülleri kullanıldı. İki cihazın ölçümleri (aksiyel uzunluk (AU), ön kamara derinliği (ÖKD), keratometri değerleri (K) ve emetropi için önerilen lens gücü ölçümleri karşılaştırıldı. Ölçümler arasındaki uyumluluk Spearman korelasyon testi ve Bland-Altman analizi ile değerlendirildi.

**Bulgular:** ODKR ile alınan AU, ÖKD ve K ölçümlerinin İUB ile yapılan ölçümlerle yüksek korelasyon gösterdiği görüldü (sırasıyla,  $r=0.99$ ,  $0.87$  ve  $0.87$ ,  $p<0.0001$ ). ODKR cihazı ile AU'nun hafif daha uzun (ort. fark  $0.06$  mm, %95 LoA:  $0.40$ ,  $-0.28$ ), ÖKD'nin daha sığ (ort. fark  $-0.2$  mm, %95 LoA:  $0.32$ ,  $-0.73$ ,  $p<0.001$ ) ve K değerlerinin daha düz (ort. fark  $-0.6$  D, %95 LoA:  $0.8$ ,  $-0.20$ ,  $p<0.001$ ) ve emetropi için önerilen lens gücünün SRK II (ort. fark  $0.2$  D, %95 LoA  $-1.5, 1.9$ ,  $p<0.001$ ), SRK/T (ort. fark  $0.7$  D, %95 LoA  $-2.7, 1.3$ ,  $p<0.001$ ), Holladay (ort. fark  $0.6$  D, %95 LoA  $2.1$ ,  $-1.0$ ,  $p<0.001$ ) ve Hoffer Q (ort. fark  $0.6$  D, %95 LoA  $2.4$ ,  $-1.3$ ,  $p<0.001$ ), formülleri için daha yüksek, Haigis formülü için (ort. fark  $-0.6$  D, %95 LoA  $1.5$ ,  $-2.8$ ,  $p<0.001$ ) daha düşük olduğu saptandı.

**Sonuç:** ODKR ve İUB ile alınan biometrik ölçümler yüksek korelasyon göstermesine rağmen iki cihazla alınan biometrik parametreler ve lens gücü değerleri arasında anlamlı farklılık olduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** GİL gücü hesaplama, katarakt, optik biyometri, ultrasonik biyometri.

### ABSTRACT

**Purpose:** To evaluate the precision of the biometric measurements for intraocular lens power calculations obtained by an optical low-coherence reflectometry (OLCR) biometer and an immersion ultrasound biometry (IUB).

**Materials and Methods:** In a prospective study, biometric measurements were taken with OLCR and IUB+automated keratometry in 126 eyes of 99 patients. SRK-II, SRK/T, Holladay, Hoffer Q, Haigis formulas were used to calculate the power of the implanted IOL. Measurements of axial length (AL), anterior chamber depth (ACD), keratometric readings (K), and the recommended lens power to achieve emmetropia obtained with OLCR were compared with those obtained with IUB. The results were evaluated using Bland-Altman analyses and Spearman correlation calculations.

**Results:** High correlations for AL, ACD, and K measurements were observed between the two devices ( $r=0.99$ ,  $0.87$  and  $0.87$ , respectively,  $p<0.0001$ ). The axial length measured with OLCR was slightly longer than that measured with IUB (mean difference (MD)  $0.06$  mm, 95% LoA:  $0.40$ ,  $-0.28$ ), ACD was shorter (MD  $-0.2$  mm, 95% LoA:  $0.32$ ,  $-0.73$ ), K readings were flatter (MD  $-0.6$  D, 95% LoA:  $0.8$ ,  $-0.20$ ). The recommended lens power to achieve emmetropia (OLCR-IUB) was higher for SRK- II (MD  $0.2$  D, 95% LoA  $-1.5, 1.9$ ), SRK/T (MD  $0.7$  D, 95% LoA  $-2.7, 1.3$ ), Holladay (MD  $0.6$  D, 95% LoA  $2.1$ ,  $-1.0$ ) and Hoffer Q (MD  $0.6$  D, 95% LoA  $2.4$ ,  $-1.3$ ), and was lower for Haigis (MD  $-0.6$  D, 95% LoA  $1.5$ ,  $-2.8$ ), ( $p<0.001$ ).

**Conclusion:** Although there was high correlation between biometric measurements and IOL power calculations, the mean differences between the two biometry devices were significant.

**Key Words:** Cataract, IOL power calculation, optical biometry, ultrasound biometry.

\* Bu çalışma TOD 45. Ulusal Oftalmoloji Kongresi'nde sunulmuştur.

- M.D. Asistant, Marmara University Faculty of Medicine, Department of Ophthalmology, İstanbul/TURKEY  
AKKAYA TURHAN S., semraakkaya85@hotmail.com
- M.D. Professor, Marmara University Faculty of Medicine, Department of Ophthalmology, İstanbul/TURKEY  
TOKER E., dretoker@gmail.com

Geliş Tarihi - Received: 03.09.2012

Kabul Tarihi - Accepted: 02.11.2012

Glo-Kat 2012;7:219-223

Yazışma Adresi / Correspondence Address: M.D. Asistant,

Semra AKKAYA TURHAN  
Marmara University Faculty of Medicine, Department of Ophthalmology,  
İstanbul/TURKEY

Phone: +90 530 932 09 80

E-Mail: semraakkaya85@hotmail.com

## GİRİŞ

Günümüzde fakoemülsifikasyon yöntemi ile yapılan katarakt cerrahisi refraktif cerrahi olarak değerlendirilmektedir. Artan hasta beklentileri nedeniyle refraktif kusurun ortadan kaldırılması veya hedef refraksiyona ulaşmak için yapılan biyometrik ölçümler önemlidir. Göz içi lens (GİL) gücünün doğru hesaplanması bazı faktörlere bağlıdır.<sup>1</sup> Bunlar; aksiyel uzunluk, ön kamara derinliği, keratometrik değerler ve GİL gücü hesaplanırken kullanılan formüllerdir. Bu faktörlerden en önemlisi ise aksiyel uzunluk ölçümüdür ve hatanın %50'sinden sorumludur.<sup>2</sup> Bu parametrelerde oluşan hatalar refraktif sapmalara yol açmaktadır.

Bu nedenle refraktif sonuçların tahmin edilebilirliği, doğru bir ameliyat öncesi biyometri ölçümü ile mümkündür. Oküler biyometrilere; ultrasonik ve optik biyometrilere olarak ikiye ayrılabilir. Uzun yıllar, GİL ölçümündeki tek yöntem ultrasonik yöntemdir. Ultrasonik biyometride kontakt ve immersiyon yöntemi ile ölçüm alınabilmektedir. Kontakt biyometri ile ölçüm esnasında probun korneaya bastırılması nedeniyle aksiyel uzunluk olduğundan daha kısa ölçülebilir. İmmersiyon metodunda ise arada sıvı bir ara yüzey olduğu için basınca bağlı etki dışlanmıştır. Ancak her iki yöntemde de lokal anestezi uygulamasının gerekliliği ve enfeksiyon oluşturma riski mevcuttur. Aynı zamanda, ultrasonik biyometrinin iki büyük yetersizliği vardır: Birincisi, ultrason gözün görme eksenindeki optik aksiyel uzunluğunu değil, anatomik aksiyel uzunluğunu ölçer.

Görme eksenini anatomik eksenle aynı değildir, anatomik eksene göre yatay olarak 10° ve dikey olarak 50° kaymıştır. GİL hesaplamasında önemli olan kornea verteksi ile fovea arasındaki mesafeyi ölçmektir. Optik biyometride hasta hedef ışığa baktırıldığı zaman aksiyel uzunluk ölçümü görme ekseninde yapılmış olur. İkinci olarak, ultrasonik biyometri retinanın ön yüzeyindeki iç limitan membrana kadar ölçüm alır, ancak fotoreseptör tabaka retinanın arka kısmında, Bruch membranına yakın yer alır. Bu nedenle eski GİL formüllerinde ortalama retina kalınlığı olan 200 µm ölçülen aksiyel uzunluğa eklenmiştir. Ancak makulanın kalınlığı 160-400 µm arasında değişebilir ve 200 µm düzeltme her hasta için uygun olmayabilir.

Bruch membranına kadar ölçüm alan optik biyometrilere bu açıdan da ultrasonik biyometrilere göre üstündür. Aynı zamanda optik biyometrilere, ultrasonik biyometriye (200 µm) göre rezolusyonu daha yüksektir (12 µm) ve göze temas olmadan hızlı ve kolay ölçüm alınmasına olanak sağlar. Bu nedenle kontakt olmayan optik biyometri kullanımını yaygınlaştırmaktadır. Optik biyometri olarak iki farklı alet bulunmaktadır.

Bunlar; parsiyel optik koherens interferometre-POKİ (Zeiss IOLMaster, Almanya) ve optik düşük-koherans reflektometri cihazı-ODKR (Haag-Streit AG). ODKR 820 µm süperluminesan diod kullanır ve ölçülebilen parametreler ise; kornea kalınlığı, ön kamara derinliği, lens kalınlığı, aksiyel uzunluk, keratometrik değerler, white-to-white uzaklık (yatay iris uzunluğu), pupillometri ve retina kalınlığıdır. Çalışmamızın amacı; GİL gücünün hesaplanmasında optik düşük-koherans reflektometri cihazı ile yapılan biyometrik ölçümlerin immersiyon ultrasonik biyometri ölçümleriyle uyumluluğunu araştırmaktır.

## GEREÇ VE YÖNTEM

Bu geriye dönük çalışmaya fakoemülsifikasyon cerrahisi geçiren 99 hastanın 126 gözü dahil edildi. Her bir göz için immersiyon ultrasonik biyometri (İUB) (OcuScan, Alcon Surgical, Irvine, California) ve ODKR (Lenstar; Haag-Streit AG, Koeniz, Switzerland) ölçümleri aynı seansta alındı. İUB gerekli olan keratometri ölçümleri için otorefraktometrideki (Nidek ARK-530A) keratometri değerleri kullanıldı. Olguların tam oftalmolojik muayenesini takiben emetropi için önerilen GİL gücü SRK/T, SRK-II, Holladay, Hoffer Q, Haigis formülleri kullanılarak her iki biyometri için ayrı olarak hesaplandı. 126 gözün 34'ünden (%26.9) yoğun nükleer, arka subkapsüler ve beyaz katarakt nedeniyle ODKR ile ölçüm alınamadı ve bu gözler çalışma dışında bırakıldı. İki cihazın aksiyel uzunluk (AU), ön kamara derinliği (ÖKD), keratometri değerleri (K) ve emetropi için önerilen lens gücü ölçümleri karşılaştırıldı. Ölçümler arasındaki uyumluluk, Spearman korelasyon testi ve Bland-Altman analizi ile değerlendirildi. İstatistiksel analiz için Wilcoxon testi kullanıldı ve p değeri <0.05 ise istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

## BULGULAR

Çalışmaya yaş ortalaması 68.24±10.45 yıl (aralık; 45-92 yıl) olan 51 erkek ve 48 kadın dahil edildi. Preoperatif ortalama sferik değerleri -1.2±3.22 (aralık; -15.25-6.00) olarak saptandı. Tablo 1'de her iki biyometri ile yapılan AU, ÖKD ve keratometri ölçümleri gösterilmektedir. İUB ile karşılaştırıldığında, ODKR cihazı ile AU'nun 0.06 mm (ortalama) daha uzun, ÖKD'nin 0.2 mm daha sığ ölçüldüğü saptandı (p<0.0001). ODKR cihazı ile ölçülen K değerlerinin otorefraktometre ile ölçülen değerlerden 0.6 D daha düz olduğu görüldü (p<0.0001). ODKR ile alınan AU, ÖKD, K ölçümlerinin, İUB ile yapılan ölçümlerle yüksek korelasyon gösterdiği saptandı (Tablo 2). İki cihaz arasındaki uyumluluğun; Bland-Altman analizi yapılan AU, ÖKD, K1, K2 ölçümlerinde yüksek olduğu görüldü (Grafik 1).

**Tablo 1:** ODKR ve İUB ile alınan biyometrik ölçümlerin karşılaştırılması.

Parametre		İUB	ODKR	p değeri
Aksiyel Uzunluk (mm)	ortalama±SS	23.31±1.08	23.36±1.09	<0.0001+
	aralık	21.53-27.31	21.4-26.85	
Ön Kamara Derinliği (mm)	ortalama±SS	3.34±0.49	3.13±0.44	<0.0001+
	aralık	2.36-4.61	2.13-4.41	
K1 (D)	ortalama±SS	43.36±1.62*	42.63±1.48	<0.0001+
	aralık	38.11-47.3*	38.0-45.7	
K2 (D)	ortalama±SS	44.07±1.49*	43.48±1.4	<0.0001+
	aralık	39.65-47.2*	39.65-46.3	

\*Otomatik Keratometri, + Wilcoxon test.

**Tablo 2:** ODKR ve İUB ile ölçülen parametrelerin korelasyon ilişkisi.

Parametre	Spearman rho	p değeri	Ortalama fark (mm)	%95 LoA (mm)
Aksiyel Uzunluk (mm)	0.99	<0.0001	0.06	0.4,-0.28
Ön Kamara Derinliği (mm)	0.87	<0.0001	-0.2	0.32,-0.73
K1	0.85	<0.0001	0.7	2.4,-1.0
K2	0.87	<0.0001	0.6	2.0,-0.9

**Tablo 3:** ODKR VE İUB ile alınan emetropi için önerilen GİL gücü ölçümlerinin formüllere göre karşılaştırılması.

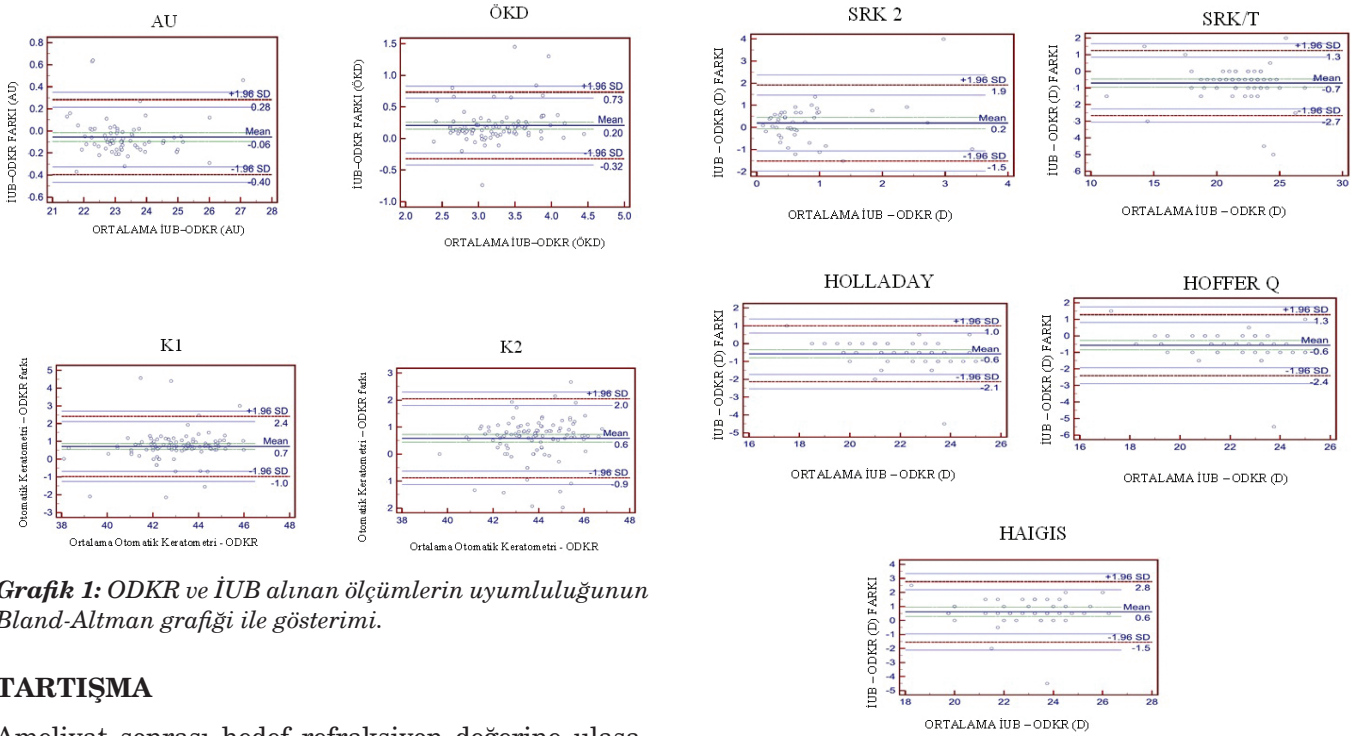
Formüller		İUB	ODKR	p değeri
SRK II	ortalama±SS	21.23±2.4	22.29±2.33	<0.0001
	aralık	11.5-26.5	14-27	
SRK/T	ortalama±SS	21.50±2.75	22.21±2.8	<0.0001
	aralık	10.5-27.5	12-28	
HOLLADAY	ortalama±SS	21.81±1.64	22.38±1.89	<0.0001
	aralık	18-25	17-26	
HOFFER Q	ortalama±SS	21.78±1.79	22.35±2.04	<0.0001
	aralık	18-25.5	16.5-26.5	
HAIGIS	ortalama±SS	23.09±1.88	22.47±1.92	0.0006
	aralık	19.50-27	17-26	

**Tablo 4:** ODKR ve İUB ile alınan GİL gücü ölçümlerinin formüllere göre korelasyonun gösterimi.

Formüller	Spearman rho	p değeri	Ortalama fark ( mm)	%95 LoA (mm)
SRK II	0.91	<0.0001	0.2	-1.5 , 1.9
SRK/T	0.93	<0.0001	0.7	-2.7 , 1.3
HOLLADAY	0.90	<0.0001	0.6	2.1 , -1,0
HOFFER Q	0.89	<0.0001	0.6	2.4 , -1.3
HAIGIS	0.84	<0.0001	-0.6	1.5 , -2.8

Her iki alet ile alınan GİL gücü ölçümleri, formüllere göre karşılaştırıldığında, farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0.001$ ), (Tablo 3). ODKR cihazı ile alınan emetropi için önerilen lens gücünün SRK II, SRK/T, Holladay, Hoffer Q için daha yüksek, Haigis için ise daha düşük olduğu saptandı. ODKR ve İUB ile yapılan ölçümlerde emetropi için önerilen lens gücü değer-

leri (SRK II, SRK/T, Holladay, Hoffer Q, Haigis formülleri için) arasında yüksek korelasyon olduğu görüldü ( $p<0.0001$ ), (Tablo 4). Grafik 2'de ODKR ve İUB cihazlarıyla alınan formüllerin uyumluluğu Bland-Altman grafiği ile gösterilmektedir. Bland-Altman analizine göre iki cihaz arasındaki en iyi uyum Holladay formülü ile, en kötü uyum ise Haigis formülü ile sağlanmıştır.



**Grafik 1:** ODKR ve İUB alınan ölçümlerin uyumluluğunun Bland-Altman grafiği ile gösterimi.

## TARTIŞMA

Ameliyat sonrası hedef refraksiyon değerine ulaşabilmek için en önemli basamak GİL gücünün doğru hesaplanmasıdır. Olsen<sup>4</sup>, GİL gücünün hesaplanmasındaki refraktif tahmin hatasının %36'sının aksiyel uzunluktan, %42'sinin ön kamara derinliğinden ve %22'sinin keratometri değerlerinden kaynaklandığını bildirmiştir. Bu nedenle ameliyat öncesi dönemde alınan biyometrik ölçümlerin doğru ve tekrarlanabilir olması önemlidir. Rončević ve ark.,<sup>5</sup> yaptığı çalışmada; ODKR ile alınan biyometrik ölçümlerin, kullanıcılardan bağımsız olarak tekrarlanabilirliğinin yüksek olduğu saptanmıştır.

Ultrasonik biyometri uzun yıllar altın standart olarak kabul görmüştür. Ancak 1999 yılında POKİ (Carl Zeiss AG, Germany) ve 2009 yılında ODKR'nin (Haag Streit AG, Switzerland) kullanılmaya başlamasıyla yerini kontakt olmayan bu optik biyometrilere bırakmaktadır. Bu biyometrilere non-kontakt olmasının yanında kornea kalınlığı, ön kamara derinliği, lens kalınlığı, aksiyel uzunluk, keratometrik değerlerin ölçümüne de olanak sağlar. Optik biyometrinin tek dezavantajı ışığın geçmesini engelleyen yoğun nükleer, arka subkapsüler ve beyaz kataraktlarda hastanın ışık fiksasyonu kötü olduğundan ölçüm alınmasıdır. Çalışmamızda; %26.9 gözden yoğun nükleer, arka subkapsüler ve beyaz katarakt nedeniyle ODKR ile ölçüm alınmadı. Bu oran çeşitli çalışmalarda %8-%15 arasında değişmektedir.<sup>1,6-8</sup>

Yeni geliştirilen bu optik biyometri ölçümleri ile uzun yıllardır altın standart olarak kullandığımız ultrasonik biyometri ölçümleri arasındaki uyumluluk ve farklılıkların bilinmesi önemlidir. Çünkü aksiyel uzunluk hesaplanırken yapılacak 0.01 mm hata, 0.03 D GİL gücü farklılığına neden olur.<sup>9</sup>

**Grafik 2:** ODKR ve İUB ile alınan GİL gücü ölçümlerinin formüllere göre uyumluluğun Bland-Altman grafiği ile gösterilmesi.

Aynı zamanda; ÖKD hesaplanırken yapılabilecek 1 mm hata; yaklaşık olarak miyopik gözlerde 1 D, emetropik gözlerde 1.5 D ve hipermetropik gözlerde 2.5 D post-operatif refraksiyon hatasına neden olabilir.<sup>9</sup> Bu nedenle, bu çalışmada aletler arasındaki ölçümlerdeki farklılıklara odaklanılmıştır.

Çalışmamızda; ODKR cihazı ile alınan aksiyel uzunluğun, İUB ile alınan uzunluktan 0,06 mm daha fazla olduğu görülmüştür (p<0.0001). Yapılan diğer çalışmalarda da optik biyometri ile alınan aksiyel uzunluğun (0.04<sup>1</sup>, 0.47<sup>3</sup>, 0.4<sup>11</sup>, 0.34<sup>12</sup>, 0.18<sup>13</sup> mm) daha fazla olduğu saptanmıştır. Bunun bir nedeni İUB, internal limitan membrandan ölçüm alırken; optik biyometri cihazları retina pigment epitelinden ölçüm almaktadır. İkinci bir neden ise ölçüm sırasında korneaya uygulanan basınç nedeniyle, aksiyel uzunluğun olduğundan daha kısa olarak ölçülmesidir. Çalışmamızda immersiyon yöntemi kullanıldığı için bu basınç etkisi mümkün olduğunca dışlanmıştır. ODKR cihazı ile alınan K değerlerinin, otomatik keratometri ile alınan K değerlerinden 0.6 D daha düz olduğu saptanmıştır. Buckhurst ve ark.,<sup>6</sup> yaptığı çalışmada; ODKR cihazı ile alınan ortalama K değerlerinin, parsiyel interferometri ile alınan K değerlerine göre 0.76 D daha düz olduğu saptanmıştır.

Salouti ve ark.,<sup>7</sup> yaptığı çalışmada; ODKR ile alınan ortalama K değerlerinin, parsiyel koherens interferometre ve Javal keratometri ile alınan K değerlerine göre sırasıyla 0.65 D ve 0.61 D daha düz olduğu saptanmıştır.

Wang ve ark.,<sup>14</sup> yaptığı çalışmada; parsiyel koherens interferometri ile alınan ortalama K değerlerinin, otomatik keratometri ile alınan K değerlerine göre 0.03 D daha düz olduğu saptanmıştır. Çalışmamızda, ODKR cihazı ile ölçülen ÖKD'nin, İUB ile ölçülen ÖKD'den 0.2 mm daha sığ olduğu; diğer çalışmalarda ise daha derin olarak saptanmıştır (0.32<sup>6</sup>, 0.3<sup>7</sup>). Ancak bu iki çalışmada aplanasyon biyometri yöntemi kullanılmıştır. Bizim çalışmamızda immersiyon yöntemi kullanıldığı için farklılık buradan kaynaklanmış olabilir. Her iki cihaz arasındaki AL, ACD, K değerleri ölçümlerinin uyumluluğu yüksektir. Salouti ve ark.,<sup>7</sup> yaptığı çalışmada da yüksek olarak bulunmuştur.

Çalışmamızda, ortalama GİL gücü hesaplanmasında kullanılan formüllere göre farklılık, iki cihaz arasında istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. ODKR cihazı ile alınan emetropi için önerilen lens gücünün SRK II, SRK/T, Holladay, Hoffer Q için daha yüksek, Haigis için ise daha düşük olduğu saptanmıştır.

Yapılan Bland-Altman analizine göre, iki cihaz arasında SRK II, Holladay ve Hoffer Q formüllerine göre uyumluluk yüksek iken SRK/T ve Haigis formüllerinde ise uyumluluğun daha zayıf olduğu saptanmıştır. Salouti ve ark.,<sup>7</sup> yaptığı çalışmada ise Hoffer Q ve SRK/T formüllerine göre uyumluluk yüksek iken, Holladay formülüne göre uyumluluğun daha zayıf olduğu saptanmıştır.

Sonuç olarak, ODKR yüksek güvenilirlikte ve hızlı ölçüm alınmasına olanak sağlayan kontakt olmayan bir optik biyometridir. ODKR ve İUB ile alınan biyometrik ölçümler yüksek korelasyon göstermesine rağmen iki cihazla alınan biyometrik parametreler ve lens gücü değerleri arasında anlamlı farklılık olduğu görülmüştür.

## KAYNAKLAR/REFERENCES

1. Rajan MS, Keilhorn I, Bell JA. Partial coherence laser interferometry vs conventional ultrasound biometry in intraocular lens power calculations. *Eye* 2002;16:552-6.
2. Olsen T. Sources of error in intraocular lens power calculation. *J Cataract Refract Surg* 1992;18:125-9.
3. Eleftheriadis H. IOL Master biometry: refractive results of 100 consecutive cases. *Br J Ophthalmol* 2003;87:960-3.
4. Olsen T. Calculation of intraocular lens power: a review. *Acta Ophthalmol. Scand* 2007;85:472-85.
5. Bjeloš Rončević M, Bušić M, Cima I, et al. Intraobserver and interobserver repeatability of ocular components measurement in cataract eyes using a new optical low coherence reflectometer. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2011;249:83-7.
6. Buckhurst PJ, Wolffsohn JS, Shah S, et al. A new optical low coherence reflectometry device for ocular biometry in cataract patients. *Br J Ophthalmol* 2009;94:106-10.
7. Salouti R, Nowroozzadeh MH, Zamani M, et al. Comparison of the ultrasonographic method with 2 partial coherence interferometry methods for intraocular lens power calculation. *Optometry* 2011;82:140-147.
8. Mylonas G, Sacu S, Buehl W, et al. Performance of three biometry devices in patients with different grades of age-related cataract. *Acta Ophthalmol* 2011;89:237-41.
9. Hill W, Angeles R, Otani T. Evaluation of a new IOL Master algorithm to measure axial length. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:920-4.
10. Shammas HJ. Intraocular IOL power calculations, Illustrated ed Thorofare, NJ:SLACK Incorporated;2004.
11. Drexler W, Findl O, Menapace R, et al. Partial coherence interferometry: a novel approach to biometry in cataract surgery. *Am J Ophthalmol* 1998;126:524-34.
12. Haigis W, Lege B, Miller N, et al. Comparison of immersion ultrasound biometry and partial coherence interferometry for intraocular lens calculation according to Haigis. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2004;242:8-12.
13. Hitzengerger CK, Drexler W, Dolezal C, et al. Measurement of the axial length of cataract eyes by laser doppler interferometry. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1993;34:1886-93.
14. Wang JK, Hu CY, Chang SW. Intraocular lens power calculation using the IOLMaster and various formulas in eyes with long axial length. *J Refract Surg* 2008;34:262-7.