

# Glokomlu Hastalarda Farklı Yöntemlerle Ölçülen Merkezi Kornea Kalınlığının Karşılaştırılması

## Optik Düşük Koherens Reflektometre, Spektral Optik Koherens Tomografi, Ultrasonik Pakimetre

### Comparison of Central Corneal Thickness Measurement By Different Methods in Glaucoma Patients

#### Optic Low Coherence Reflectometry, Spectral Optic Coherence Tomography, Ultrasonic Pachymetry

Handan BARDAK<sup>1</sup>, Yavuz BARDAK<sup>2</sup>

#### ÖZ

**Amaç:** Optik düşük koherens reflektometri (ODKR), spektral optik koherens tomografi (SOKT) ve ultrasonik pakimetri (USP) cihazlarını glokomlu hastalarda merkezi kornea kalınlığı (MKK) ölçümündeki korelasyon ve tekrarlanabilirlik açısından karşılaştırmak.

**Gereç ve Yöntem:** Bu çalışmaya glokom tanısı olan 34 hastanın 34 gözü dahil edildi. ODKR, SOKT, ve USP cihazları kullanılarak hastaların MKK ölçüldü. Ölçümler 3 defa tekrarlandı. Sonuçlar tekrarlanabilirlik ve korelasyon açısından değerlendirildi.

**Bulgular:** Ölçümlerin tekrarlanabilirliği açısından, her cihaz kendi içerisinde, yüksek düzeyde uyum gösterdi (Tekrarlanabilirlik, Inter Class Correlation r:ODKR:86.5; SOKT:83.3; USP:72.0). Cihazların ölçüm sonuçları birbirleri ile yüksek düzeyde korelasyon gösterdi (Korelasyon, Pearson Korelasyon r:OKDR-SOKT:99.4 OKDR-USP:95.2 USP-SOKT:95.4) Bland Altman analizleri, düşük LoA değerleri ile 3 cihazın ölçüm sonuçları arasında iyi uyum olduğunu ortaya koymaktadır (Uyum %95 LoA alt limit/üst limit: OKDR-SOKT:-5.44/2.20 OKDR-USP:2.53/28.61 USP-SOKT:4.50/29.88).

**Sonuç:** Pratik kullanımda çoğunlukla, SOKT ve ODKR ile MKK ölçümleri tekrarlanabilir ölçümlerdir ve yüksek korelasyon nedeni ile birbirinin yerine kullanılabilir. Yüksek oranda korelasyon göstermelerine rağmen, USP ile bu 3 cihaz arasındaki MKK ölçüm farklılıkları klinik duruma göre anlamlı olabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Merkezi kornea kalınlığı, optik düşük koherens reflektometre, spektral optik koherens tomografi, ultrasonik pakimetre.

#### SUMMARY

**Purpose:** To investigate the correlation and repeatability of central corneal thickness (CCT) measurements of optic low coherence reflectometry (OLCR), spectral optic coherence tomography (SOCT) and ultrasonic pachymetry (USP) devices in glaucoma patients.

**Material and Methods:** In this study, 34 glaucoma or glaucoma suspect patients were included and CCT was measured by OLCR, SOCT and USP. All measurements were repeated 3 times. The correlation and repeatability of the measurements were evaluated.

**Results:** The measurements of each device has shown high level agreement and repeatability (Repeatability ICC: ODKR: 86.5; SOKT:83.3; USP: 72.0). The measurement results of 3 devices have high correlation with each other (Correlation r:OKDR-SOKT:99.4 OKDR-USP:95.2 USP-SOKT:95.4). Also, Bland Altman analysis of measurements results, for 3 devices, show high agreement and correlation with each other (Agreement 95% LoA lower limit/upper limit: OKDR-SOKT:-5.44/2.20 OKDR-USP:2.53/28.61 USP-SOKT:4.50/29.88).

**Conclusions:** In glaucoma patients, CCT measurements by OLCR, SOCT and USP show good correlation and repeatability. Their results can be used for each other in daily practice but USP result difference may have significance in some clinical situations.

**Key Words:** Central corneal thickness, optic low coherence reflectometry, spectral optic coherence tomography, ultrasonic pachymetry.

- 1- M.D, Special Kariyer Eye Hospital, Isparta/TURKEY  
BARDAK H., handanbardak@yahoo.com.tr
- 2- M.D. Professor, Special Kariyer Eye Hospital, Isparta/TURKEY  
BARDAK Y., yavuzbardak@hotmail.com

Geliş Tarihi - Received: 26.10.2014  
Kabul Tarihi - Accepted: 08.12.2014  
Glo-Kat 2015;10:209-214

Yazışma Adresi / Correspondence Adress: M.D, Handan BARDAK  
Special Kariyer Eye Hospital, Isparta/TURKEY

Phone: +90 533 233 48 56  
E-mail: handanbardak@yahoo.com.tr

## GİRİŞ

Glokomda kontrol edilebilen en önemli risk faktörü göz içi basıncı (GİB)'dir.<sup>1,2</sup> GİB ölçümünde 'Goldmann applanasyon tonometresi' (GAT) altın standart olarak kabul edilir. Goldmann; GAT ölçümlerinin kornea kalınlığından etkilendiğini bildirmiştir.<sup>3</sup> Daha sonra yapılan çalışmalarda da, GAT ölçümlerinin 'Merkezi Kornea Kalınlığı' (MKK) dikkate alınarak değerlendirilmesi gerektiği ortaya konmuştur.<sup>4,5</sup> Şüpheli glokom hastalarında 'oküler hipertansiyon' (OHT) ve 'primer açık açılı glokom' (PAAG) ayırımının yapılmasında MKK'nın bilinmesi ayırt edici özelliğe sahiptir.<sup>6</sup> MKK ölçümündeki %10 farkın GİB'de yaklaşık olarak 3.4 mmHg farklı sonuca neden olabileceği bulunmuştur. Ayrıca MKK'nın glokom gelişimi ve ilerlemesinde bağımsız bir risk faktörü olduğu da bildirilmiştir.<sup>7</sup> 'OHT tedavi çalışması'nda MKK'nın kendi başına PAAG gelişme riski için güçlü bir öngörü faktörü olduğu bulunmuştur.<sup>8</sup> Glokom'un yanında, MKK'nın tam olarak bilinmesi refraktif cerrahi işlemleri, kornea endotel hücrelerin fonksiyonel değerlendirilmesi gibi farklı klinik uygulamalarda da önemlidir.<sup>9,10</sup> Refraktif cerrahide yanlış ölçümler iatrojenik keratektaziye yol açabilen stromal yataktan fazla doku çıkarılmasına neden olabilir.<sup>9</sup> MKK ölçümü; glokom muayenesinin rutin bir parçası ve günlük oftalmoloji pratiğinde çok sık kullanılan bir ölçümdür.

Günümüzde, MKK daha yaygın olarak ultrasonik pakimetre (USP) ile ölçülmektedir. Bu yöntemde; hasta uyumu, kullanıcı deneyimi sonucu önemli ölçüde etkiler.<sup>11,12</sup>

Son dönemde, göz kliniklerinde MKK'yı ölçebilen farklı prensipler ile çalışan yeni cihazlar kullanıma girmektedir. Lenstar®; optik düşük koherens reflektometri (ODKR) ve Optovue®; spectral optik koherens tomografi (SOKT) cihazları nonkontakt olarak MKK'yı ölçer.

Bu çalışmanın amacı; ODKR, SOKT ve USP cihazlarını MKK ölçümündeki korelasyon ve tekrarlanabilirlik açısından karşılaştırmaktır.

## GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmaya PAAG tanısı olan 34 hasta (Kadın/ Erkek:19/15, ortalama yaş:57.4±12.3 yıl) dahil edildi. Glokomu veya glokom şüphesi olan hastaların kliniğimizdeki muayenelerinin bir bölümü olarak yapılan MKK ölçümü bu çalışmadaki hastalarda farklı 3 yöntemle saptanıp incelendi. Hastaların bilgilendirilmiş onam formu alındı. Ölçümler her bir yöntemle 3 defa tekrarlandı. Tekrarlanan ölçümler sırasında ara verildi. Her bir ölçüm, yeni bir ölçüm olarak, ideal şartlar yeniden sağlanarak yapıldı. Ölçümler aynı kişi tarafından, her bir cihaz için tavsiye edilen ideal şartlar sağlanarak yapıldı. Öncelikle rastgele ODKR veya SOKT ölçümleri yapıldı. Ultrasonik ölçüm; göz ile temas gerektirdiği ve diğer ölçümleri etkileyebileceği için; en sona bırakıldı. Korneaya %0.50 topikal proparakain hiroklorür damlatılıp, 80 sn beklendikten sonra, USP ile ölçüm yapıldı. Her hastanın rastgele bir gözü istatistiksel analiz için kullanıldı.

**Optik Düşük Koherens Reflektometri (ODKR):** Lenstar LS 900® (Haag-Streit AG, Köniz, İsviçre); ODKR cihazı gözdeki oküler mesafeleri ölçmek için ışık dalgalarının zaman-zeminli interferometrik veya koherent süperpozisyonunun etkisini kullanır. Gauss-şekilli bir spektrum ile 820 µm süperluminesan diod kullanır. Teknik özellikleri, diğer reflektometri tekniklerinden daha yüksek uzaysal çözünürlük sağlar. Kornea, lens ve retina gibi farklı yapıların insan gözü içindeki yansımaları, interferometrik olarak referans kollarının yansımaları üzerine yerleşir. Reflektif bir arayüzden gelen bir interferans sinyali hasta tarafından ölçüm ışını sabitlendiğinde ve arayüze dik olduğunda oluşur. Cihaz, tekrar hizalama gerektirmeden ölçüm başına 16 ardışık tarama yapar. Lenstar OKDR nonkontakt olarak çalışır ve her bir ölçümü çok kısa sürede yapar. Lenstar® ODKR cihazı, göz içi lensi gücünün hesaplanması ve refraktif cerrahi işlemleri için tasarlanmıştır. Lenstar OKDR; aksiyel uzunluk, MKK, ön kamara derinliği, aköz derinliği, lens kalınlığı, kerotometri, kornea çapı ve retina kalınlığı gibi verileri içeren tüm gözün biyometrisini gerçekleştirir.<sup>13</sup>

**Spektral Optik Koherens Tomografi (SOKT):** Optovue® (Optovue Inc, Fremont, CA, USA); SOKT sistemi spektral domain OKT teknolojisini kullanan bir cihazdır. 'Optovue SOKT' ön segment görüntüleme modülü (Optovue, Inc, 4.0) kullanılarak MKK ölçüldü. Sistem, 830 nm dalga boyunda çalışır ve saniyede 26000 aksiyel tarama hızı kapasitesine sahiptir. Sistemin derinlik çözünürlüğü dokuda 5 µm'dir. Ön segment görüntüleme modülü, geniş açılı ya da yüksek büyütme adaptör lensler kullanarak telesentrik tarama sağlar. Bu çalışmada, 6.0 mm'lik bir tarama genişliği ve 15 µm'lik bir transvers çözünürlük (odaklanılan spot boyutu) sağlayan geniş açılı lens kullanılmıştır. Böylece, korneanın yüksek çözünürlüklü kesitsel görüntüleri ile merkezi ve bölgesel kornea kalınlığı ölçülür.<sup>13</sup>

**Ultrasonik Pakimetri (USP):** USP ölçümlerinde Nidek P 100® cihazı kullanıldı. USP ile yapılan ölçümde, hasta uzak bir hedefe sabitlenir ve kalibre edilen ultrason probu mümkün olduğunca doğru ve dik olarak korneanın merkezine yerleştirilerek MKK ölçümü yapılır.

## İstatistiksel Değerlendirme

İstatistiksel analizler için NCSS (Number Cruncher Statistical System) 2007&PASS (Power Analysis and Sample Size) 2008 Statistical Software (Utah, USA) programı kullanıldı. Çalışma verileri değerlendirilirken tanımlayıcı ölçüt olarak (Ortalama, Standart Sapma) yansırı niceliksel verilerin karşılaştırılmasında normal dağılım gösteren parametrelerin grup içi değerlendirmelerde 'Eşleştirilmiş t-test'; üç ve daha fazla takiplerdeki grup içi değerlendirmelerde ise 'Repeated Measures Test' (Tekrarlı ölçümlerde Varyans Analizi) ve ikili değerlendirmelerde 'Düzeltilmiş Bonferroni Test' (Adjustment for multiple comparisons Bonferroni Test) kullanıldı.

Uygulamalar arasındaki uyumun değerlendirilmesinde ise 'Intraclass Korelasyon Katsayısı' ve 'Bland Altman' grafikleri kullanıldı. Parametreler arası ilişkilerin değerlendirilmesinde de 'Pearson Korelasyon Analizi' kullanıldı. Anlamlılık  $p < 0.01$  ve  $p < 0.05$  düzeylerinde değerlendirildi.

## BULGULAR

ODKR, SOKT ve USP ile yapılan MKK ölçümlerinde her bir cihazın kendi içindeki tekrarlanabilirlik değerlendirmesi tablo 1'de toplu olarak sunulmuştur.

### ODKR

ODKR ile 1.ölçüm MKK 456 ile 596  $\mu\text{m}$  arasında değişmekte olup, ortalama  $522.67 \pm 18.88 \mu\text{m}$ ; 2. ölçüm MKK 462 ile 602  $\mu\text{m}$  arasında değişmekte olup, ortalama  $525.76 \pm 19.53 \mu\text{m}$  ve 3. ölçüm MKK 468 ile 589  $\mu\text{m}$  arasında değişmekte olup, ortalama  $530.03 \pm 17.41 \mu\text{m}$  olarak saptanmıştır. Üç kez ODKR ile yapılan MKK ölçümleri arasında istatistiksel olarak ileri seviyede anlamlı %86.5 düzeyinde uyum saptanmıştır (Intraclass Correlation: 0.865;  $p = 0.001$ ;  $p < 0.01$ ).

ODKR cihazı ile yapılan ölçümler arasındaki ikili karşılaştırmalara göre;

Birinci ölçüme göre ikinci ölçüm MKK değerleri arasında istatistiksel olarak ileri seviyede anlamlı %91.7 düzeyinde uyum saptanmıştır (Intraclass Correlation: 0.917;  $p = 0.001$ ;  $p < 0.01$ ).

Birinci ölçüme göre üçüncü ölçüm MKK değerleri arasında istatistiksel olarak ileri seviyede anlamlı %83.5 düzeyinde uyum saptanmıştır (Intraclass Correlation: 0.835;  $p = 0.001$ ;  $p < 0.01$ ).

İkinci ölçüme göre üçüncü ölçüm MKK değerleri arasında istatistiksel olarak ileri seviyede anlamlı %83.9 düzeyinde uyum saptanmıştır (Intraclass Correlation: 0.839;  $p = 0.001$ ;  $p < 0.01$ ).

### SOKT

SOKT cihazı ile alınan 1. ölçüm MKK değerleri 459 ile 594  $\mu\text{m}$  arasında değişmekte olup, ortalama  $522.00 \pm 19.29$ ; 2. ölçüm değerleri 452 ile 602  $\mu\text{m}$  arasında değişmekte olup, ortalama  $525.55 \pm 20.26 \mu\text{m}$  ve 3. ölçüm değerleri 467 ile 592  $\mu\text{m}$  arasında değişmekte olup, ortalama  $526.06 \pm 17.77 \mu\text{m}$  olarak saptanmıştır. SOKT cihazı ile alınan üç MKK ölçümleri arasında istatistiksel olarak ileri seviyede anlamlı %83.3 düzeyinde uyum saptanmıştır (Intraclass Correlation: 0.833;  $p = 0.001$ ;  $p < 0.01$ ).

SOKT cihazı ile yapılan MKK ölçümleri arasındaki ikili karşılaştırmalara göre;

Birinci ölçüm ile ikinci ölçüm MKK değerleri arasında istatistiksel olarak ileri seviyede anlamlı %89,1 düzeyinde uyum saptanmıştır (Intraclass Correlation: 0.891;  $p = 0.001$ ;  $p < 0.01$ ).

SOKT ile alınan; birinci ölçüm ile üçüncü ölçüm MKK değerleri arasında istatistiksel olarak ileri seviyede anlamlı %80.3 düzeyinde uyum saptanmıştır (Intraclass Correlation: 0.803;  $p = 0.001$ ;  $p < 0.01$ ).

SOKT ile alınan; ikinci ölçüm ile üçüncü ölçüm MKK değerleri arasında istatistiksel olarak ileri seviyede anlamlı %79.9 düzeyinde uyum saptanmıştır (Intraclass Correlation: 0.799;  $p = 0.001$ ;  $p < 0.01$ ).

### USP

USP cihazı ile alınan; 1. ölçüm MKK değerleri 465 ile 604  $\mu\text{m}$  arasında değişmekte olup, ortalama  $540.88 \pm 19.26 \mu\text{m}$ ; 2. ölçüm değerleri 450 ile 612  $\mu\text{m}$  arasında değişmekte olup, ortalama  $539.70 \pm 26.66 \mu\text{m}$  ve 3. ölçüm değerleri 455 ile 619 arasında değişmekte olup, ortalama MKK  $544.61 \pm 22.49 \mu\text{m}$  olarak saptanmıştır.

USP cihazı ile alınan; üç ölçümün korneal kalınlıkları arasında istatistiksel olarak ileri seviyede anlamlı %72.0 düzeyinde uyum saptanmıştır (Intraclass Correlation: 0.720;  $p = 0.001$ ;  $p < 0.01$ ).

USP cihazı ile yapılan ölçümler arasındaki ikili karşılaştırmalara göre;

Birinci ölçüm ile ikinci ölçüm korneal kalınlıkları arasında istatistiksel olarak ileri seviyede anlamlı %68.0 düzeyinde uyum saptanmıştır (Intraclass Correlation: 0.680;  $p = 0.001$ ;  $p < 0.01$ ).

Birinci ölçüm ile üçüncü ölçüm MKK arasında istatistiksel olarak ileri seviyede anlamlı %87.3 düzeyinde uyum saptanmıştır (Intraclass Correlation: 0.873;  $p = 0.001$ ;  $p < 0.01$ ).

İkinci ölçüm ile üçüncü ölçüm MKK arasında istatistiksel olarak ileri seviyede anlamlı %64.7 düzeyinde uyum saptanmıştır (Intraclass Correlation: 0.647;  $p = 0.001$ ;  $p < 0.01$ ).

ODKR, SOKT ve USP ile yapılan MKK ölçümlerinin karşılaştırma ve korelasyon değerlendirmesi tablo 2'de toplu olarak sunulmuştur.

ODKR, SOKT ve USP uygulamasının MKK ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı farklılık saptanmıştır ( $p = 0.001$ ;  $p < 0.01$ ).

ODKR ile alınan MKK ortalama değerleri 462 ile 595.6  $\mu\text{m}$  arasında değişmekte olup, ortalama  $526.15 \pm 17.77 \mu\text{m}$ ; SOKT'nin ortalama MKK değerleri 459.3 ile 596  $\mu\text{m}$  arasında değişmekte olup, ortalama  $524.53 \pm 18.04 \mu\text{m}$  ve USP'nin ortalama MKK değerleri 456.6 ile 611.6  $\mu\text{m}$  arasında değişmekte olup, ortalama  $541.73 \pm 20.75 \mu\text{m}$  olarak saptanmıştır.

Uygulamalar arasında yapılan ikili karşılaştırmalara göre; ODKR'nin ortalama MKK değerlerine göre SOKT'nin ortalama değerlerindeki  $1.62 \pm 1.95 \mu\text{m}$  düşüş istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı bulunmuştur ( $p = 0.001$ ;  $p < 0.01$ ). İki cihazın MKK arasındaki pozitif yönlü (ODKR ortalama MKK değerleri arttıkça SOKT ortalama MKK değerleri artan) %99.4 düzeyindeki kuvvetli ilişki istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı bulunmuştur (Pearson Korelasyon  $r = 0.994$ ;  $p = 0.001$ ;  $p < 0.01$ ).

ODKR'nin ortalama MKK değerlerine göre USP'nin ortalama değerlerindeki  $15.57 \pm 6.65 \mu\text{m}$  artış istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı bulunmuştur ( $p=0.001$ ;  $p<0.01$ ). İki cihazın MKK arasındaki pozitif yönlü (ODKR ortalama MKK değerleri arttıkça USP ortalama MKK değerleri artan) %95.2 düzeyindeki kuvvetli ilişki istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı bulunmuştur (Pearson Korelasyon  $r=0.952$ ;  $p=0.001$ ;  $p<0.01$ ).

SOKT'nin ortalama MKK değerlerine göre USP'nin ortalama değerlerindeki  $17.19 \pm 6.47 \mu\text{m}$  artış da istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı bulunmuştur ( $p=0.001$ ;  $p<0.01$ ). İki cihazın MKK arasındaki pozitif yönlü (SOKT ortalama MKK değerleri arttıkça USP ortalama MKK değerleri artan) %95.4 düzeyindeki kuvvetli ilişki istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı bulunmuştur (Pearson Korelasyon  $r=0.954$ ;  $p=0.001$ ;  $p<0.01$ ).

Üç cihazın MKK ölçümleri arasındaki uyumu değerlendirmek için kullanılan ve her bir ikili karşılaştırma için %95 güven aralıklarını gösteren Bland Altman çizimlerine göre cihazlar arasında iyi birer uyum olduğu saptanmıştır.

ODKR ve USP uygulamalarının MKK ölçümlerine ilişkin Bland-Altman grafiğine göre; uyum limitleri (%95 LoA) 2.53 alt limit ve 28.61 üst limit olarak saptanmıştır.

SOKT ve USP uygulamalarının MKK ölçümlerine ilişkin Bland-Altman grafiğine göre; uyum limitleri (%95 LoA) 4.50 alt limit ve 29.88 üst limit olarak saptanmıştır.

Bland Altman analizleri, düşük LoA değerleri ile 3 cihazın ölçüm sonuçları arasında iyi uyum olduğunu ortaya koymaktadır.

## TARTIŞMA

Oftalmoloji pratiğinde MKK ölçümleri; refraktif cerrahi, korneal hastalıklar, glokom tanısı ve tedavi etkinliğinin takibi açısından çok önemlidir. Günümüzde MKK ölçümleri; slit-tarama, kontakt ve nonkontakt speküler mikroskopisi, dual-beam parsiyel koherens interferometri, konfokal mikroskopisi, ultrason biyomikroskopisi, Scheimpflug topografi, SOKT, ODKR ve USP gibi yöntemlerle yapılabilmektedir.<sup>14-18</sup> Bu çalışmada,

PAAG tanısı olan hastalarda, MKK'nin ölçülmesinde USP, SOKT ve ODKR yöntemleri karşılaştırıldı.

Günümüzde, MKK daha yaygın olarak USP ile ölçülmektedir. Bu yöntemde; hasta uyumu, kullanıcı deneyimi sonucu önemli ölçüde etkiler. MKK'nın USP ile ölçümünde; probun korneaya temas etmesi, temas şeklinin uygun olmaması, yanlış yerleştirilmesi, ölçüm esnasında korneaya bası yapılması, korneanın kuruyabilmesi, hastanın bakış pozisyonunu koruyamaması gibi dezavantajları vardır.<sup>11,12,15-17</sup>

Klinik kullanımda farklı cihazlar ile elde edilen MKK ölçüm sonuçlarının tekrarlanabilirliği, birbiri ile uyumu ve doğruluğunun araştırılması önemlidir. Farklı cihazlarla MKK ölçümlerini karşılaştıran, literatürde mevcut olan çalışmaların sonuçları çelişkilidir.<sup>16,17</sup> Literatürde Optovue® SOKT, Lenstar® OKDR ve USP'nin karşılaştırıldığı çalışmalar kısıtlıdır, bu sistemlerin sonuçlarının birbiriyle uyumlu olup olmadığı ve birbirinin yerine kullanılıp kullanılmayacağı net olarak bildirilmemiştir.

Son dönemde, bizim çalışmamızda da kullanılan Lenstar® OKDR ve Optovue® SOKT cihazları ülkemizdeki göz kliniklerinde daha sık olarak yer almaya başlamıştır. Bu iki cihazın nonkontakt olarak çalışması ve göreceli olarak kullanan kişinin deneyimli olmasından çok etkilenmeyen, mümkün olduğunca tekrarlanabilen sonuçlar verdiği varsayılan bu cihazların sonuçları arasındaki uyum ve tekrarlanabilirliğin incelenmesi bundan sonraki günlük pratiğimizde glokomlu hastaların MKK'sını daha doğru, kolay ve güvenilir olarak saptanmasında faydalıdır.

Lenstar'ın USP'den daha yüksek tekrarlanabilirliğe sahip olduğu rapor edilmiştir.<sup>19,20</sup> Optovue'nin USP'ye yakın oranda iyi uygulayıcı içi tekrarlanabilir verilerinin olduğu ve yüksek oranda uygulayıcılar arası tekrarlanabilir olduğu bildirilmiştir.<sup>21,22</sup>

Çalışmamızda her 3 cihaz için de yüksek tekrarlanabilirlik sonuçları bulundu. Tekrarlanabilirlik; sınıf içi korelasyonu, ICC, Optovue SOKT için 0,833, Lenstar OKDR için 0.865 ve USP için 0.720 idi (Tablo 1).

**Tablo 1:** Merkezi korneal kalınlık ölçümleri tekrarlanabilirlik değerlendirilmesi. Lenstar® ODKR, Optovue® SOKT, Nidek® USP ile merkezi korneal kalınlık ölçümleri tekrarlanabilirliği.

Korneal kalınlık	Ort±SS $\mu\text{m}$	ICC (r)	p	İkili karşılaştırmalar	ICC (r)	p	
ODKR	1. Ölçüm	522.67±18.88	0.865	0.001**	1-2	0.917	0.001**
	2. Ölçüm	525.76±19.53			1-3	0.835	0.001**
	3. Ölçüm	530.03±17.41			2-3	0.839	0.001**
SOKT	1. Ölçüm	522.00±19.29	0.833	0.001**	1-2	0.891	0.001**
	2. Ölçüm	525.55±20.26			1-3	0.803	0.001**
	3. Ölçüm	526.06±17.77			2-3	0.799	0.001**
USP	1. Ölçüm	540.88±19.26	0.720	0.001**	1-2	0.680	0.001**
	2. Ölçüm	539.70±26.66			1-3	0.873	0.001**
	3. Ölçüm	544.61±22.49			2-3	0.647	0.001**

ICC (r); Intraclass Korelasyon Katsayısı, Ort; Ortalama, SS; Standart Sapma. \*\* $p<0.01$ .

Çalışmamızda OKDR ile elde edilen yüksek tekrarlanabilirliğin, yüksek çözünürlük ve yüksek tarama hızı sağlayan gelişmiş elektromekanik alt yapısı ve yazılım sayesinde elde edildiğini düşünüyoruz.

Çalışmamızda, USP ile en kalın MKK ölçümleri elde edilmiştir. Çalışmamızda, USP ile ölçülen ortalama MKK değeri  $541.73 \pm 20.75 \mu\text{m}$  idi, literatürdeki bir metaanalizde USP ile yapılan çalışmalarda bildirilen ortalama MKK  $544 \pm 34 \mu\text{m}$  olarak bildirilmiştir.<sup>23</sup> Tai ve ark.,<sup>24</sup> Beutelspacher ve ark.,<sup>25</sup> MKK ölçümlerinde OKDR ve USP'nin yakın sonuçlar verdiğini rapor etmiştir. Rao ve ark.,<sup>22</sup> Li ve ark.,<sup>26</sup> SOKT ile USP arasında MKK ölçümlerinde benzer sonuçların olduğu bulunmuştur. Airiani ve ark.,<sup>27</sup> Williams ve ark.,<sup>28</sup> SOKT ve OKDR ile elde edilen MKK ölçümlerinin USP sonuçlarından daha düşük olduğunu saptamıştır.

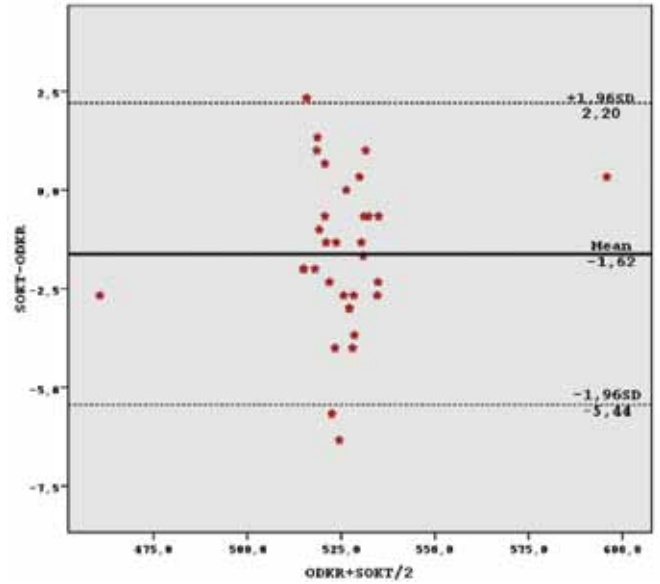
Bizim çalışmamızda; SOKT, OKDR ve USP ile saptanan MKK ölçümleri arasında anlamlı fark saptandı, fakat bu farkın günlük pratik uygulamalarda kabul edilebilir düzeyde olduğunu düşünüyoruz. Kullandığımız 3 farklı cihaz ve ölçümlerdeki MKK ölçümlerindeki fark minimum  $-6.3 \mu\text{m}$  ile maksimum  $23.3 \mu\text{m}$  arasında değişmekteydi (Tablo 1,2). USP ile nonkontakt optik cihazlar arasında MKK ölçümlerinde görülen farklılıklar incelendiğinde; USP ölçümlerinde sesin kornea dokusundaki hızının tam olarak bilinmemesi, descemet membranı ile ön kamara arasındaki düzensiz ve değişken olan posterior yansıma noktasının değişken topografik yapısı gibi faktörler farklı sonuçlara neden olabilir. USP ölçümlerinde, prob prekorneal gözyaşı ve epitel tabakalarını bozarak hatalı ölçümlere neden olabilir. USP ölçümlerinde kullanılan topikal anestetik maddelerin kornea kalınlığını  $20 \mu\text{m}$ 'nin üstünde artırabileceği bildirilmiştir.<sup>29</sup> Topikal anestetiklerin bu yan etkisinin ortadan kalkması için USP ölçümlerinden önce 80 saniye beklenmesi önerilmektedir.<sup>30</sup> Bizim çalışmamızda da bu öneriye uyuldu.

Ayrıca, OKDR ve SOKT gibi sistemlerde MKK'nın farklı ölçülmesi teorik olarak incelendiğinde; gözyaşı film tabakasının dinamik değişkenliği, kapak hareketleri, algılayıcı sistemlerin hassasiyeti,

sistemlerdeki küçük kalibrasyon hataları, yazılım özellikleri gibi farklı pek çok faktörden kaynaklandığı söylenebilir. Bu çalışmada, OKDR ve SOKT kullanılarak yapılan MKK ölçümleri karşılaştırıldığında, ortalama  $-1,62 \pm 1,95 \mu\text{m}$  fark bulunmuştur. Klinik uygulamada bu fark genellikle sorun çıkarmayacak bir farktır.

Lopez-Miguel<sup>31</sup>, SOKT (Cirrus®) ile karşılaştırıldığında OKDR'nin MKK'yi  $5.68 \pm 11.46 \mu\text{m}$  daha düşük ölçtüğünü bildirmiştir. Cruysberg ve ark.,<sup>19</sup> MKK ölçümlerinin SOKT (Visante®) ye göre OKDR ile daha yüksek olduğunu rapor etmiştir.

Cihazların MKK ölçümleri karşılaştırıldığında aralarında anlamlı farkların olmasına rağmen bu farkların pratikte sorun çıkarmayacak düzeyde olduğunu çalışmamızla ortaya koyduk (Tablo 2). Ek olarak; bizim çalışmamızda, tüm cihazların ikili karşılaştırmalarında 0.995 ile 0.994 arasında değişen yüksek korelasyon bulunmuştur (Tablo 2). Cihazlar arası uyumun incelendiği Bland Altman grafiklerinde, yüksek uyuma işaret eden düşük LoA değerleri saptandı (Grafik 1-3).

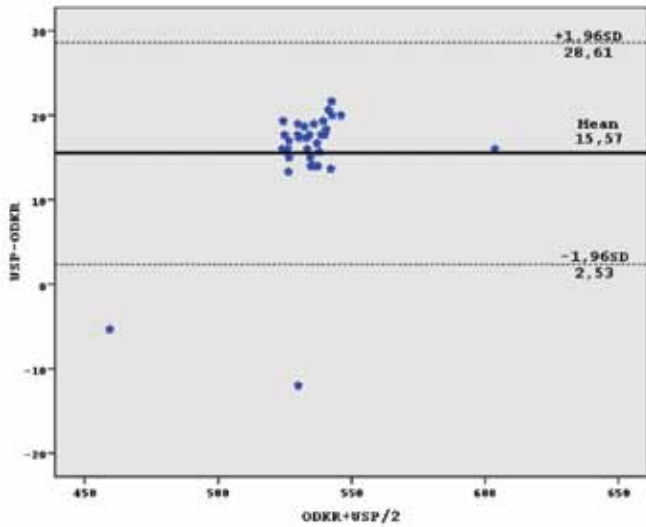


**Grafik 1:** Lenstar® OKDR ile Optovue® SOKT uygulamalarının merkezi korneal kalınlıklarının bland altman grafiği.

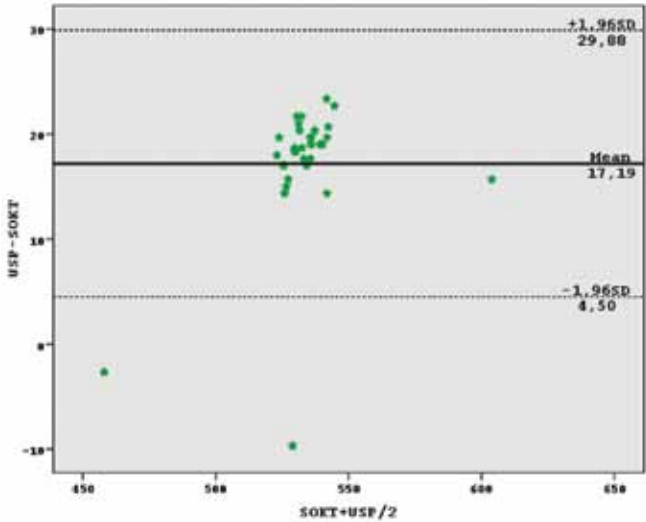
**Tablo 2:** OKDR, SOKT ve USP cihazlarının merkezi kornea kalınlığı ölçümlerinin ortalamalarının karşılaştırma ve korelasyon değerlendirilmesi. Lenstar® OKDR, Optovue® SOKT, Nidek® USP ile merkezi korneal kalınlık ölçümleri karşılaştırma ve korelasyonu.

Korneal kalınlık	Ort±SS µm	Min	Mak	p	%95		Pearson Korelasyon Katsayısı r	p
					Lower	Upper		
OKDR Ort.	526.15±17.77	462	595.6	a0.001**	519.851	532.452		
SOKT Ort.	524.53±18.04	459.3	596		518.139	530.932		
USP Ort.	541.73±20.75	456.6	611.6		534.369	549.085		
OKDR-SOKT	-1.62±1.95	-6.3	2.3	b0.001**	0.759	2.474	0.994	0.001**
OKDR-USP	15.57±6.65	-12	21.6	b0.001**	-18.503	-12.649	0.952	0.001**
SOKT-USP	17.19±6.47	-9.6	23.3	b0.001**	-20.039	-14.345	0.954	0.001**

a; Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi (Repeated Measures Test, b; Bonferroni Test, r; Pearson Korelasyon Katsayısı, Ort; Ortalama, SS; Standart Sapma, Min; Minimum, Mak; Maksimum, CI; Güven aralığı. \*\*p<0.01.



**Grafik 2:** Lenstar® ODKR ile Nidek® USP uygulamalarının merkezi korneal kalınlıklarının bland altman grafiği.



**Grafik 3:** Optovue® SOKT ile Nidek® USP uygulamalarının merkezi korneal kalınlıklarının bland altman grafiği.

Read ve ark.,<sup>32</sup> yaptıkları çalışma ile MKK'da 18 µm'lik diüurnal varyasyon bildirmişlerdir. Hasta özelliklerinden kaynaklanan diüurnal varyasyon vb. dinamik değişkenler de dikkate alındığında çalışmamızda elde edilen cihazlar arasındaki ölçüm farklarının klinik olarak çok belirgin olmayacağını düşünüyoruz.

Tanı aşamasında her bir cihaza ait ilgili ölçüm değerlerinin bilinmesi ve tedavi etkinliğinin takibinde mümkünse aynı cihazın kullanılması faydalı olacaktır. Pratik uygulamada, Optovue® ve Lenstar® ile yapılan ölçümler birbirinin yerine kullanılabilir fakat farkın önemine uygulayıcı karar vermelidir. Yüksek oranda korelasyon göstermelerine rağmen, USP ile bu 2 optik cihaz arasındaki MKK ölçüm farklılıkları olabileceği dikkate alınarak kullanılmalıdır.

## KAYNAKLAR/REFERENCES

1. Leske MC. The epidemiology of open-angle glaucoma: a review. Am J Epidemiol 1983;118:166-91.
2. Heijl A, Leske MC, Bengtsson B, et al. Early Manifest Glaucoma Trial Group. Reduction of intraocular pressure and glaucoma progression: results from the Early Manifest Glaucoma Trial. Arch Ophthalmol 2002;120:1268-79.

3. Goldmann H, Schmidt T. Uber applanationtonometries. Ophthalmologica 1957;134:221-42.
4. Ehlers N, Bramsen T, Sperling S. Applanation tonometry and central corneal thickness. Acta Ophthalmol (Copen) 1975;53:34-43.
5. Stodtmeister R. Applanation tonometry and correction according to corneal thickness. Acta Ophthalmol Scand 1998;76:319-24.
6. Shah S, Chatterjee A, Mathai M, et al. Relationship between corneal thickness and measured intraocular pressure in a general ophthalmology clinic. Ophthalmology 1999;106:2154-60.
7. Dueker DK, Singh K, Lin SC, et al. Corneal thickness measurement in the management of primary open-angle glaucoma: a report by the American Academy of Ophthalmology. Ophthalmology 2007;114:1779-87.
8. Gordon MO, Beiser JA, Brandt JD, et al. The Ocular Hypertension Treatment Study: Baseline factors that predict the onset of primary open-angle glaucoma. Arch Ophthalmol 2002;120:714-20.
9. Rabinowitz YS. Ectasia after laser in situ keratomileusis. Curr Opin Ophthalmol 2006;17:421-6.
10. Doughty MJ, Zaman ML. Human corneal thickness and its impact on intraocular pressure measures: a review and meta-analysis approach. Surv of Ophthalmol 2000;44:367-408.
11. Swartz T, Marten L, Wang M. Measuring the cornea: The latest developments in corneal topography. Ophthalmology 2007;118:325-33.
12. Paul T, Lim M, Starr CE, et al. Central corneal thickness measured by the OrbscanII system, contact Ultrasound pachymetry, and the Artemis 2 system. J Cataract Refract Surg 2008;34:1906-12.
13. Bayhan HA, Bayhan SA, Can İ. Comparison of central corneal thickness measurements with three new optical devices and a standard ultrasonic pachymeter. Int J Ophthalmol 2014;7:302-8.
14. Rohrer K, Frueh BE, Walti R, et al. Comparison and evaluation of ocular biometry using a new noncontact optical low-coherence reflectometer. Ophthalmology 2009;116:2087-92.
15. Li EY, Mohamed S, Leung CK, et al. Agreement among 3 methods to measure corneal thickness: ultrasound pachymetry, OrbscanII, and Visante anterior segment optical coherence tomography. 2007;114:1842-7.
16. Guilbert E, Saad A, Grise-Dulac A, et al. Corneal thickness, curvature, and elevation readings in normal corneas: Combined Placido-Scheimpflug system versus combined Placido-scanning-slit system. Ophthalmology 2012;38:1198-206.
17. Al-Farhan HM, Al-Otaibi WM. Comparison of central corneal thickness measurements using ultrasound pachymetry, ultrasound biomicroscopy, and the Artemis-2VHF scanner in normal eyes. Ophthalmology 2012;6:1037-43.
18. Park SH, Choi SK, Lee D, et al. Corneal thickness measurement using Orbscan, Pentacam, Galilei, and ultrasound in normal and post-femtosecond laser in situ keratotomy eyes. Ophthalmology 2012;31:978-82.
19. Cruysberg LP, Doors M, Verbake LF, et al. Evaluation of the Lenstar LS 900 non-contact biometer. Br J Ophthalmol 2010;94:106-10.
20. Koktekir BE, Gedik S, Bakbak B. Comparison of central corneal thickness measurements with optical low coherence reflectometry and ultrasound pachymetry and reproducibility of both devices. Cornea 2012;31:1278-81.
21. Ishibazawa A, Igarashi S, Hanada K, et al. Central corneal thickness measurements with Fourier-domain optical coherence tomography versus ultrasonic pachymetry and rotating Scheimpflug camera. Cornea 2011;30:615-9.
22. Rao HL, Kumar AU, Kumar A, et al. Evaluation of central corneal thickness measurement with RTVue spectral domain optical coherence tomography in normal subjects. Cornea 2011;30:121-6.
23. Doughty MJ, Zaman ML. Human corneal thickness and its impact on intraocular pressure measures: a review and meta-analysis approach. Survey Ophthalmol 2000;44:367-408.
24. Tai LY, Khaw KW, Ng CM, et al. Central corneal thickness measurements with different imaging devices and ultrasound pachymetry. Cornea 2013;32:766-71.
25. Beutelspacher SC, Serbecic N, Scheuerle AF. Assessment of central corneal thickness using OCT, ultrasound, optical low coherence reflectometry and Scheimpflug pachymetry. Eur J Ophthalmol 2011;21:132-37.
26. Li Y, Shekhar R, Huang D. Corneal pachymetry mapping with high-speed optical coherence tomography. Ophthalmology 2006;113:792-9.
27. Airiani S, Trokel SL, Lee SM, et al. Evaluating central corneal thickness measurements with non contact optical low-coherence reflectometry and contact ultrasound pachymetry. Am J Ophthalmol 2006;142:164-5.
28. Williams R, Fink BA, King-Smith PE, et al. Central corneal thickness measurements: using an ultrasonic instrument and 4 optical instruments. Cornea 2011;30:1238-43.
29. Gao L, Fan H, Cheng AC, et al. The effects of eye drops on corneal thickness in adult myopia. Cornea 2006;25:404-7.
30. Nam SM, Lee HK, Kim EK, et al. Comparison of corneal thickness After the instillation of topical anesthetics: proparacaine versus oxybutocaine. Cornea 2006;25:51-4.
31. Lopez-Miguel A, Correa-Perez ME, Miranda-Anta S, et al. Comparison of central corneal thickness using optical low-coherence reflectometry and spectral-domain optical coherence tomography. J Cataract Refract Surg 2012;38:758-64.
32. Read SA, Collins MJ, Iskander DR. Diurnal variation of axial length, intraocular pressure, and anterior eye biometrics. Invest Ophthalmol Visu Sci 2008;49:2911-8.