

# Merkezi Kornea Kalınlığı Ölçümünde Stratus Optik Koherens Tomografi ve Ultrasonik Biyomikroskopinin Karşılaştırılması

## Comparison of Stratus Optical Coherence Tomography and Ultrasound Biomicroscopy for Measurement of the Central Corneal Thickness

Dr. Adem TÜRK,<sup>a</sup>  
Dr. Hidayet ERDÖL,<sup>a</sup>  
Dr. Hande KARAGÜZEL,<sup>a</sup>  
Dr. Nurettin AKYOL<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Göz Hastalıkları AD,  
Karadeniz Teknik Üniversitesi  
Tıp Fakültesi, Trabzon

Geliş Tarihi/Received: 28.10.2008  
Kabul Tarihi/Accepted: 11.03.2009

Yazışma Adresi/Correspondence:  
Dr. Adem TÜRK  
Karadeniz Teknik Üniversitesi  
Tıp Fakültesi,  
Göz Hastalıkları AD, Trabzon,  
TÜRKİYE/TURKEY  
doktorademturk@yahoo.com

**ÖZET Amaç:** Birçok göz hastalığının değerlendirilmesinde merkezi kornea kalınlığının (MKK) ölçümü önemli bir rol oynamaktadır. Biz bu çalışmada sağlıklı kornealarda Stratus optik koherens tomografi ile ölçülen MKK'yı ultrasonik biyomikroskopi ile karşılaştırmayı amaçladık. **Gereç ve Yöntemler:** Yaşları 35 ile 83 arasında değişen 42 (19 kadın, 23 erkek) olguya ait toplam 54 gözde MKK ölçümleri Stratus OKT ve UBM ile gerçekleştirildi. Tüm gözlerde önce Stratus OKT, sonra UBM ile inceleme yapıldı. Her iki cihazın sonuçları arasındaki ilişki Pearson korelasyon analizi ve eşleştirilmiş t-testi ile değerlendirildi. Ayrıca ölçümler Bland-Altman analiziyle de karşılaştırıldı. **Bulgular:** Elde edilen ortalama MKK değerleri Stratus OKT'de  $521.31 \pm 29.98 \mu\text{m}$ , UBM'de  $525.56 \pm 30.3 \mu\text{m}$  idi. Her iki cihaz arasında ortalama olarak  $4.24 \pm 7.05 \mu\text{m}$ 'lik bir fark bulunsa da, iki cihaz arasında yüksek düzeyde korelasyon mevcuttu (Pearson katsayısı = 0.973,  $p < 0.0005$ ). Bland-Altman analizinde ise Stratus OKT ve UBM cihazları arasında yüksek düzeyde uyuma mevcuttu. **Sonuç:** Kornea kalınlığı ölçümleri, ölçüm için kullanılan cihaza göre farklılık arz etmektedir. Genel olarak Stratus OKT ile hesaplanan kornea kalınlıkları UBM'e göre daha düşük çıkmaktadır. Ancak her iki cihaz arasındaki farklılık klinik açıdan önemsiz düzeyde olduğundan, doğru, noninvaziv ve tekrarlanabilir bir metod olan standart retinal Stratus OKT cihazı ile MKK ölçümü yapılabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Biometri; kornea; optik koherens tomografi; akustik biyomikroskopi

**ABSTRACT Objective:** Measurement of central corneal thickness (CCT) plays an important role in the assessment of various ocular diseases. In this study we aimed to compare the measurements of the central corneal thickness by Stratus optical coherence tomography with ultrasound biomicroscopy in the healthy corneas. **Material and Methods:** A total of 54 eyes of 42 (19 females, 23 males) cases aged between 35 and 83 years underwent CCT measurements with Stratus OCT and UBM. All eyes were examined first with Stratus OCT and then by UBM. Pearson's correlation analysis and paired t-test were used to evaluate the relationship between the device results. Measurements were also compared by Bland-Altman analysis. **Results:** The mean CCT measured by Stratus OCT and UBM were  $521.31 \pm 29.98$  and  $525.56 \pm 30.3 \mu\text{m}$ , respectively. While the mean difference between two devices were  $4.24 \pm 7.05 \mu\text{m}$ , the measurements of two devices were significantly correlated (Pearson's coefficient = 0.973,  $p < 0.0005$ ). In Bland-Altman analysis, there was a high level of agreement between Stratus OCT and UBM. **Conclusion:** Corneal thickness measurements are influenced by the device of measurement. Generally, Stratus OCT underestimates corneal thickness compared to that measured with UBM. However the differences between two devices are not clinically significant. For this reason, measurement of the CCT can be performed by a standard retinal OCT device which is an accurate, noninvasive, and repeatable technique.

**Key Words:** Biometry; cornea; tomography, optical coherence; microscopy, acoustic

**G**elişen yeni tanı ve tedavi yöntemleriyle birlikte merkezi kornea kalınlığının (MKK) doğru bir biçimde ölçülmesi oftalmolojide giderek önemli bir husus haline almıştır. Kornea cerrahilerinde ameliyat öncesi, ameliyat esnasında ve ameliyat sonrasında merkezi kornea kalınlığının (MKK) değerlendirilmesi,<sup>1-4</sup> kontakt lens kullanıcılarında kornea sağlığının ve değişikliklerinin takibi<sup>5,6</sup> ile glokomun tanı ve tedavisi gibi birçok klinik durumda MKK önemli bir göstergedir.<sup>7-10</sup>

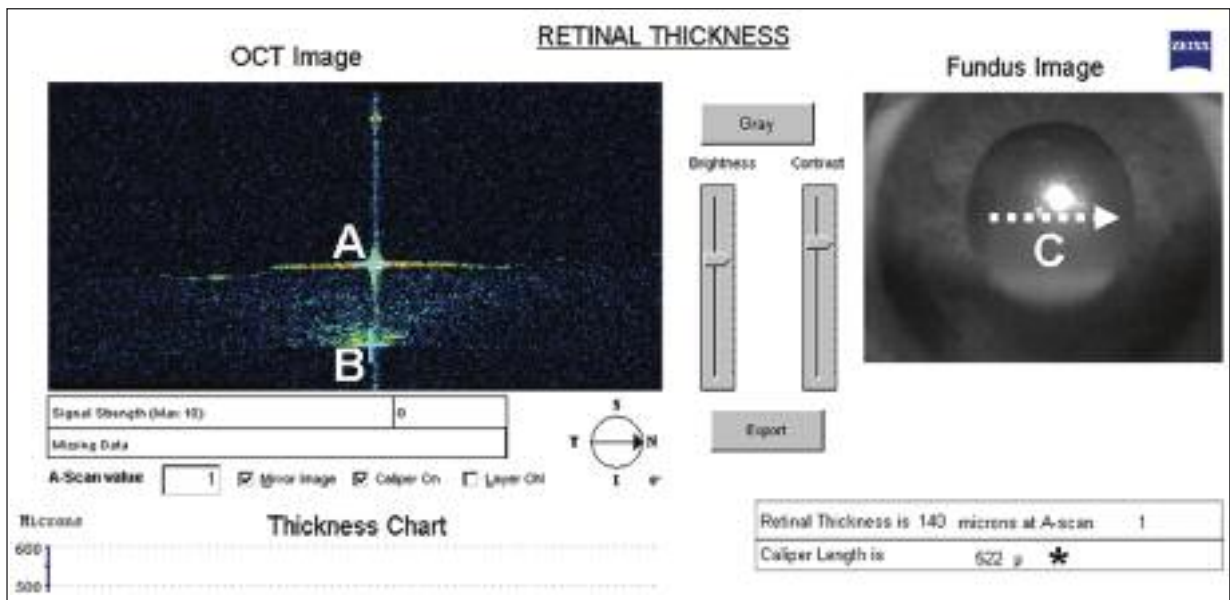
Günümüzde MKK ölçümünde altın standart olarak kabul edilen ve dünya çapında yaygın bir biçimde kullanılan metod ultrasonik pakimetredir. Ancak bu yöntemde ultrasonik probun korneaya direkt olarak teması söz konusu olduğundan, işlem öncesi hastalarda korneal anestezi gerekmektedir. Ayrıca bu işlemin korneal abrazyon ya da enfeksiyon gibi riskleri bulunmakta ve ultrasonik probun yerleştirildiği yere bağlı olarak farklı sonuçlar ortaya çıkabilmektedir. Dolayısıyla işlemi gerçekleştiren teknisyenin tecrübesi, ultrasonik pakimetrelere sonuçlarını etkileyebilmektedir.<sup>2,3,5</sup>

Ultrasonik biyomikroskopi (UBM), yüksek frekanslı ses dalgalarının kullanımıyla gözün ön

segmentine ait kesitsel görüntülerin elde edildiği değerli bir görüntüleme yöntemidir. Bu teknikle ön segmente ait birçok morfolojik ve patolojik özellik yanında<sup>11-14</sup> MKK ölçümü de yapılabilmektedir.<sup>5,15</sup> Bu cihazın kullanımında da göze direkt temas söz konusu olduğundan, birçok klinik uygulamada ultrasonik pakimetrelere benzer tarzda sakıncalar ortaya çıkmaktadır.<sup>1</sup>

Yukarıda bahsedilen dezavantajlardan sakınmak için korneaya temas etmeden ölçüm yapılabilen çeşitli optik pakimetri yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemler, korneaya temasın neden olduğu dezavantajlardan uzak olmalarının yanı sıra, kornea kalınlığının değerlendirilmesinde de daha objektif bir ortam oluşmasını sağlamışlardır.<sup>1,2,5</sup>

Son yıllarda kullanımı gittikçe yaygınlaşan ve yeni bir teknoloji olan optik koherens tomografi (OKT), canlı ortamlarda noninvaziv kesitsel incelemelere olanak tanımaktadır. Günümüzde bu teknoloji oftalmoloji alanında daha çok retina dokularının incelenmesi amacıyla kullanılmaktadır.<sup>16-18</sup> Ön segment ile ilgili optik koherens metoduyla çalışan yeni nesil cihazlar geliştirilmiş olsa da kliniklerde daha yaygın bir biçimde kullanılan



**RESİM 1:** Bir olguda optik koherens tomografideki (OKT) "cross hair" tarama moduyla yapılan kornea tomogramının "retinal thickness" analiz programıyla değerlendirilmesi. Korneanın en ince ve en reflektan olduğu yerde belirteçlerden biri kornea epiteline (A), bir diğeri ise aynı hizadaki en alt kornea tabakasına (kornea endotel) yerleştirilmiş durumda (B). Retinaya göre tasarlanmış cihazın "fundus image" kısmında hastaya ait ön segment fotoğrafı ve tomogramın elde edildiği OKT tarama yönü gösterilmekte (C). "Caliper Length" ölçülen merkezi kornea kalınlığını göstermekte (\*)

OKT cihazları retinayı incelemeye yöneliktir. Ancak bazı ufak modifikasyonlarla retinaya mahsus OKT cihazları da korneanın kesitsel incelemesinde kullanılabilir. <sup>19-21</sup> Nitekim Leung ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada retinal OKT'nin ultrasonik pakimetriye güvenilir bir alternatif olabileceği vurgulanmıştır. <sup>20</sup>

Kullanılan yöntemle göre MKK ölçümünde elde edilen sonuçlar farklılık arz edebilmektedir. Dolayısıyla farklı yöntemlerle yapılan kornea kalınlığı ölçümlerinin birbirleriyle kıyas edilmesinde bu husus göz önünde bulundurulmalıdır. <sup>22</sup> Kornea kalınlığı ölçümünde kullanılan farklı yöntemleri değerlendiren bazı araştırmalar literatürde bildirilmiş olsa da, Stratus OKT cihazı ile diğer yöntemleri kıyaslayıcı çalışmalar henüz yeterli sayıda değildir. <sup>5,6,23-25</sup> Ayrıca MKK ölçümünde Stratus OKT cihazı ile UBM cihazını kıyaslayan bir çalışmaya da literatürde rastlamadık. Bu çalışma MKK hesaplanmasında Stratus OKT cihazı ile UBM cihazı arasındaki korelasyonu araştırma amacıyla yapılmıştır.

## GEREÇ VE YÖNTEMLER

### ÇALIŞMA PLANI

İleriye dönük olarak gerçekleştirilen bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Göz hastalıkları Anabilim Dalı, Trabzon Türkiye'de gerçekleştirildi. Ocak 2008-Haziran 2008 döneminde gerçekleştirilen çalışmada dahil edilen tüm olgulardan bilgilendirilmiş onam alındı.

### ÇALIŞMAYA DAHİL ETME VE ELEME KRİTERLERİ

Çalışmaya dahil edilen tüm olgular herhangi bir nedenle göz hastalıkları polikliniğine başvuran hastalar arasından seçildi. Çalışma için uygun adayların belirlenmesinde öncelikle detaylı göz muayenesi bulguları kriter olarak alındı. Elde edilen muayene bulgularına göre çalışmaya dahil edilen tüm olgularda kornea hastalıklarına ait şikayetlerin bulunmaması ve herhangi bir nedenle daha önceden göz cerrahisi geçirmeme şartları arandı. Ayrıca 18 yaşından küçük olgular, tek taraflı görme yetisi bulunan olgular, korneasında herhangi bir nedenle daha önceden gelişmiş lökom ya da nefelyomu bulunan olgular, kornea ödemi,

kornea distrofisi ya da herhangi bir aktif kornea hastalığı bulunan olgularla muayene esnasında ko-operasyonu yetersiz olan olgular çalışma dışı bırakıldı.

### MERKEZİ KORNEA KALINLIĞININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Çalışmadaki tüm olguların tek ya da her iki gözüne ait merkezi kornea kalınlıkları ölçüldü. Ölçümler, önce optik ve daha sonra ultrasonik yöntem kullanılarak birbirini takip eden seanslar halinde uygulandı. Tüm ölçümler aynı araştırmacı tarafından en az üç kez tekrarlandı ve bu ölçümlerden elde edilen ortalama değer, ölçümü yapılan göze ait MKK değeri olarak kabul edildi.

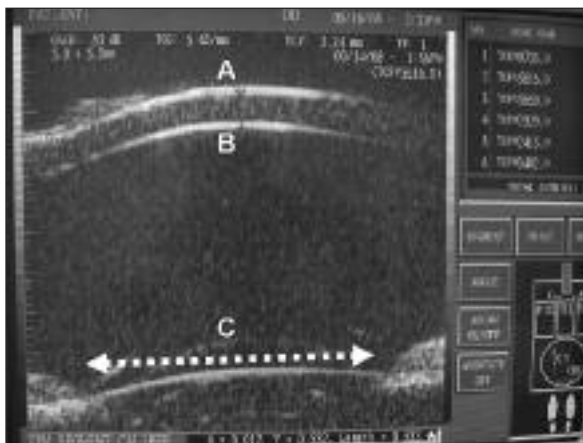
Optik korneal pakimetri, OKT cihazı (Stratus OCT, version: 4.0.2, Carl Zeiss Meditec, Inc., 5160 Hacienda Drive Dublin, CA) kullanılarak gerçekleştirildi. Değerlendirme esnasında cihaz içindeki fiksator yardımıyla hastaların düz olarak OKT objektifine doğru bakmaları sağlandı. Normalde retina dokusuna odaklanacak şekilde geliştirilmiş olan cihazın üzerinde yer alan objektif ayarının maksimum "+" yönünde çevrilmesi ile kornea dokusuna odaklanıldı. Ölçüm için "cross hair" tarama modu tercih edildi (OCT parameters: Number of A Scans= 512, Scan parameters = Height 3 mm, Width 3 mm). OKT kesitinin merkezi korneadan geçmesini sağlamak amacıyla pupilla merkezi hizasından geçen korneal kesitin alınmasına özen gösterildi. Elde edilen kornea kesiti görüntüsünden MKK'yı hesaplamak için "Retinal thickness (Single eye)" analiz programı kullanıldı. "Caliper on" modu aktive edilerek ortaya çıkan belirteçlerden biri korneal OKT kesitindeki en ince ve en reflektan kesimdeki kornea epiteli katmanına, diğer belirteç ise aynı hizaya denk gelen kornea endoteli katmanına yerleştirildi. Her iki belirteç arasındaki mikrometre ( $\mu\text{m}$ ) düzeyindeki dikey uzaklık farkı MKK'yı temsil eden değer olarak kabul edildi (Resim 1).

Ultrasonik pakimetri 50-MHz'lik proba sahip UBM cihazı (UBM P-45; Paradigm Medical Industries, Salt Lake City, UT) kullanılarak gerçekleştirildi. Değerlendirme öncesi ölçümü yapılacak olan olgunun konjonktiva keselerine topikal anestezik damla damlatılarak beş dakika kadar beklenildi.

Daha sonra sedyeye sırt üstü yatırılan olgunun ölçümü yapılacak gözüne ait kapak arası mesafesine ölçüm için geliştirilmiş kap yerleştirildi ve bu kabın içi serum fizyolojik ile doldurularak olgunun tavana doğru düz bir biçimde bakması istenildi. UBM probu sıvıyla dolu kaba daldırılarak merkezi korneadan geçen ön segment UBM kesitleri elde edildi (UBM parameters: Gain= 80dB/mm, Time-gain compensation= 5dB/mm, Delay= 2.24 mm). Merkezi korneadan geçen UBM kesitinin alınması için probun korneaya dik açıyla tutulmasına ve elde edilen görüntünün pupiller açıklığının en geniş olduğu noktadan geçmesine özen gösterildi. Daha sonra kaydedilen görüntü üzerinde cihazın "segment" ölçüm modu kullanılarak kornea epiteli ve endoteli arasındaki mesafe manuel olarak ölçüldü ve bu ölçüm değeri MKK olarak kabul edildi (Resim 2).

### İSTATİSTİKSEL ANALİZ

OKT ve UBM ile yapılan korneal pakimetri değerleri ortalama  $\pm$  standart sapma şeklinde sunuldu ve her iki yöntem arasındaki ilişki Pearson korelasyon analizi, eşleştirilmiş t-testi ve Bland-Altman analizi<sup>26</sup> vasıtasıyla değerlendirildi.  $P < 0.05$  değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.



**RESİM 2:** Aynı olgunun pupillanın en geniş olduğu (C) alandan geçen UBM kesiti. Kaydedilen ön segment görüntüsü üzerinde "segment" modu aktive edilerek belirtecin bir ucu kornea epiteline (A), diğer ucu kornea endoteline (B) yerleştirilmiş durumda. "Length" ölçülen merkezi kornea kalınlığını göstermekte (\*)

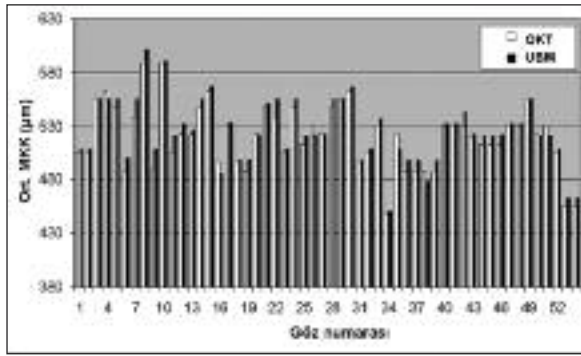
## BULGULAR

### ÇALIŞMA GRUBU

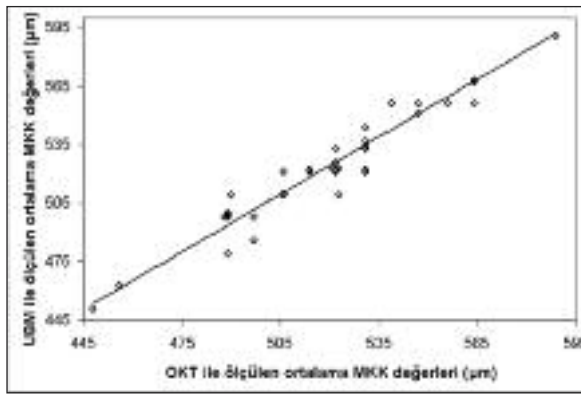
Çalışmaya yaş ortalamaları  $63.38 \pm 13.16$  (35-83) olan 19'u kadın toplam 42 olgu dahil edildi. Çalışmaya katılan bu 42 olgudan 17'sinde sağ göz, 13'ünde sol göz ve 12'sinde her iki göz olmak üzere toplam 54 gözde ölçümler yapıldı. Ölçümler nedeniyle her hangi bir komplikasyona rastlanılmadı. Ancak OKT ile yapılan ölçümlerin UBM ile elde edilen ölçümlere göre hastalar tarafından daha iyi tolere edildiği gözlemlendi. Ayrıca her bir korneadan alınan üç ölçüm OKT'de yaklaşık olarak 1.5 dakika kadar sürerken, UBM'de yaklaşık olarak -anestezi süresi hariç- 5 dakika kadar sürüyordu. Dolayısıyla çalışma boyunca gerek ölçüm süresi gerekse de hasta konforu açısından OKT ile yapılan ölçümlerin daha üstün olduğu görüldü.

### ELDE EDİLEN MERKEZİ KORNEA KALINLIKLARI

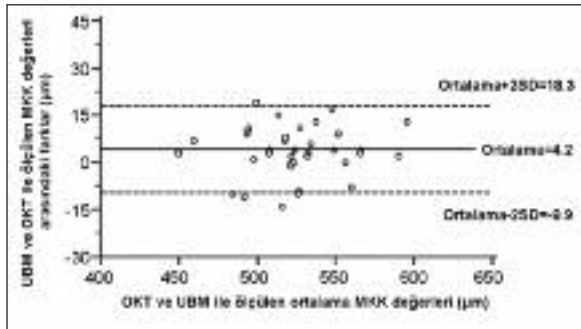
OKT ve UBM ile ölçülen MKK gruplarının normal dağılıma uyduğu gözlemlendi (OKT ölçümleri için Kolmogorov-Smirnov  $Z = 0.702$ ;  $P = 0.708$ , UBM ölçümleri için Kolmogorov-Smirnov  $Z = 0.748$ ;  $P = 0.631$ ). Tüm gözlerin 42 (%77.77)'sinde UBM ile daha kalın, 7 (%12.96)'sinde OKT ile daha kalın ortalama MKK değerleri hesaplanmışken, geri kalan 5 (%9.26) gözde ise her iki yöntemle de eşit MKK değerlerine ulaşıldı. OKT ile elde edilen ortalama MKK değerleri  $521.31 \pm 29.98$  (448-589)  $\mu\text{m}$  iken UBM ile elde edilen ortalama MKK değerleri  $525.56 \pm 30.30$  (451-602)  $\mu\text{m}$  idi. Genel olarak bakıldığında OKT ile yapılan korneal pakimetri değerlerinin UBM ile yapılan pakimetri değerlerinden daha düşük çıktığı ve ortalama olarak her iki yöntem arasında  $4.24 \pm 7.05$  ([-14]-[+19])  $\mu\text{m}$ 'lik bir farkın olduğu gözlemlendi (Şekil 1). Yapılan incelemede bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görüldü ( $P < 0.0005$ ). Ancak her iki yöntem arasında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı çok güçlü bir korelasyon mevcuttu ( $r = 0.973$ ,  $p < 0.0005$ ) (Şekil 2). Yapılan Bland-Altman analizine bakıldığında UBM ölçümlerinin genellikle OKT ölçümlerinden daha yüksek çıktığı ve her iki yöntem arasındaki farklılıkların %94'lük kesiminin  $18.3 \mu\text{m}$  ile  $-9.9 \mu\text{m}$  arasında kaldığı görüldü (Şekil 3).



ŞEKİL 1: UBM ve OKT ile elde edilen merkezi kornea kalınlıklarının kıyaslanması.



ŞEKİL 2: UBM ve OKT ile elde edilen merkezi kornea kalınlıkları arasındaki ilişkinin nokta dağılım grafiği şeklindeki analizi (Ortalama UBM'deki MKK =  $0,9831 \times$  [Ort. OKT'deki MKK] +  $13,053$ ;  $R^2 = 0,946$ ).



ŞEKİL 3: OKT ve UBM ile elde edilen merkezi kornea kalınlığı değerlerinin Bland-Altman plot analiziyle değerlendirilmesi.

## TARTIŞMA

Kornea kalınlığını değerlendirmek için günümüze kadar değişik türde metodlar geliştirilmiştir. Bunlar arasında en sık olarak ultrasonik ve optik korneal

pakimetri yöntemleri kullanılmaktadır. Literatürde bu ölçüm tekniklerinin güvenilirlik ve tekrarlanabilirliklerini inceleyen, farklı sonuçlara ulaşmış bir çok çalışma yapılmıştır.<sup>3,5,6,23-25</sup>

UBM, son yıllarda geliştirilen birçok yeni ön segment görüntüleme cihazına göre daha yaygın bir kullanıma sahiptir. Ancak UBM cihazının hastalar üzerinde kullanımı daha fazla süre gerektirmekte ve cihazın göze temas gereksinimi kullanımını sınırlandırmaktadır.

Ön segment OKT cihazı gibi yeni geliştirilen ve optik yöntemle çalışan cihazların en önemli avantajı ise göze temaslarının bulunmamasıdır. Ancak sözü geçen cihazlar son birkaç yıl içinde ticari amaçlı piyasaya sunulmuştur.<sup>1,27</sup> Kliniklerde daha yaygın bir biçimde kullanılan OKT cihazları ise retinayı incelemeye yöneliktir.

Stratus OKT, temel olarak retina dokusunu inceleme amacıyla üretilen ve kullanımı son yıllarda giderek artan gelişmiş bir cihazdır. Yapılan çalışmalarda cihazın retina dokusu üzerinde yaptığı ölçümlerin tekrarlanabilirliği ve çoğaltılabilirliği yüksek oranda başarılı bulunmuştur.<sup>28-29</sup> Ayrıca OKT'yi kullanarak kornea üzerinde inceleme yapmak da mümkündür.<sup>19,20</sup> Üstelik Muscat ve ark. bu yöntemle MKK ölçümünün tekrarlanabilirliğinin ve çoğaltılabilirliğinin de yüksek olduğunu ifade etmişlerdir.<sup>19</sup>

Kornea kalınlığını ölçmede retinal OKT cihazı ile yapılan bazı çalışmalarda OKT ile yapılan pakimetrelere ultrasonik pakimetrelere göre daha düşük olduğu vurgulanmıştır. Yine aynı çalışmalarda retinal OKT ile elde edilen kornea kalınlıklarının ultrasonik pakimetrelere göre daha düşük çıktığı ifade edilmiştir.<sup>5,21,30-32</sup> Bu çalışmalardan birinde Madgula ve ark. Stratus OKT ile ultrasonik pakimetri cihazını karşılaştırmış ve bu çalışmanın sonucunda OKT'nin ultrasonik pakimetriye göre  $25,04 \mu\text{m}$  kadar daha düşük ölçümde bulunduğu sonucuna varmışlardır.<sup>21</sup>

Zhao ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada ise Visante (Carl Zeiss Meditec, Dublin, California, USA) ön segment OKT cihazı ile ultrasonik pakimetre MKK ölçümünde karşılaştırılmış ve her iki

yöntem arasında yüksek düzeyde korelasyon tespit edilmiştir.<sup>27</sup> Bu çalışmada OKT ölçümlerinin ultrasonik pakimetreye göre yaklaşık 16.5 µm kadar daha düşük kalınlıkta kornea kalınlığını ölçtüğü tespit edilmiştir.

Bu çalışmaların aksine Leung ve ark. tarafından yapılan bir başka çalışmada ise OKT'nin ultrasonik pakimetriye göre ortalama olarak  $23 \pm 12$  µm kadar daha kalın ölçümde bulunduğu ifade edilmiştir.<sup>20</sup> Benzer yöndeki bir başka çalışmada Dada ve ark. ön segment OKT cihazı ile UBM'i karşılaştırmış ve OKT cihazının UBM'e göre MKK'yı yaklaşık olarak 10 µm kadar daha kalın bulduğunu ifade etmişlerdir.<sup>33</sup> Bizim çalışmamızda ise retinal OKT cihazı ile elde edilen MKK değerleri UBM değerlerine göre daha ince bulunmuştur. Çalışmalar arasındaki bu farklılıklardan cihazların sahip olduğu farklı dizayn yapılarının yanı sıra, UBM ve OKT ölçümlerinin manuel olarak yapılma zorunluluğu sorumlu tutulabilir. Elde edilen kornea kesitlerinde kalınlığı tespit etmek amacıyla belirteçlerin doğru bir şekilde yerleştirilebilmesi çok önemlidir. Ölçüm esnasında kornea epitelyum ve endotelinin belirlenmesinde farklı yaklaşımların göz önüne alınması çalışmalar arası farklılıklara etki eden başlıca faktördür. Bahsedilen OKT çalışmalarında gözyaşı film tabakasının da hesaba dahil edilebilmiş olması yaklaşık 10 µm'lik bir yanılğı payına yol açmış olabilir. Bir diğer önemli husus ise OKT ve UBM kesitlerinin tam merkezi korneadan alınmasıdır. Eğer kesitler merkezi korneadan elde edilemezse, kornea kalınlığı normale göre daha fazla ölçülecektir. Biz çalışmamızda bu hususa da çok özen gösterdik ve bu amaçla ön segment kesitlerini pupil boyutunun en geniş olduğu alanlardan elde etmeye çalıştık.

Yukarıda bahsedilen OKT ve ultrasonik pakimetri çalışmalarının neticelerinde farklı sonuçların elde edilmiş olmasının nedeni tam olarak bilinmemektedir. Ancak Leung ve ark. bu farklılığın ultrasonik pakimetri probunun korneaya temasının yol açtığı bası ve diğer çalışmalara göre retinal OKT cihazı ile MKK ölçümünde farklı bir metodu kullanmalarından kaynaklanmış olabileceğini ifade etmişlerdir.<sup>20</sup> MKK ölçümünde OKT reflektan-

sisinin en yüksek olduğu kornea noktalarından ölçüm yaptıklarını belirtmişlerdir.<sup>20</sup> Benzer ölçüm metodunu uyguladığımız çalışmamızda ise OKT ölçümlerinin UBM ile elde ettiğimiz pakimetri değerlerinden ortalama olarak 4.24 µm kadar daha düşük olduğunu gözlemledik. Farklı sonuca ulaşmamızda karşılaştırdığımız pakimetri metodlarının farklı olması da etkili olabilir. Aslında ultrasonik pakimetri yöntemleri arasında aynı kornealardan elde edilen ölçümlerin bile farklı çıkabileceği göz önüne alındığında böyle bir farklılığın ortaya çıkması çok fazla önemsenmeyebilir.<sup>34</sup> Ancak UBM ile elde edilen korneal pakimetri değerlerinin standart 20Mhz'lik proba sahip ultrasonik pakimetrelere göre daha kalın çıktığı da yapılan çalışmalarda ifade edilmiştir.<sup>35,36</sup> Dolayısıyla elde ettiğimiz korneal pakimetri değerlerinin standart ultrasonik pakimetri ile kontrol edilmemiş olması çalışmamızın eksik bir yönünü oluşturmaktadır.

Retinası değerlendirilen birçok olgunun aynı zamanda merkezi kornea kalınlığının da değerlendirilmesi gerekmektedir. Her ne kadar bu iş için nonkontakt optik cihazlar geliştirilmiş olsa da bu cihazların kullanımı ayrı bir zaman ve maddi yük getirmektedir. Stratus OKT ile MKK ölçümü invaziv olmayan nonkontakt bir metodudur. Ölçüm esnasında OKT'nin tarayıcı ışığı cihazın video ekranından kornea gözlenilerek rahatlıkla merkezi kornea üzerine yerleştirilebilmektedir. Cihazın iç fiksatorü ölçüm esnasında hastanın göz hareketini de engellemektedir. Dolayısıyla UBM ya da ultrasonik pakimetri ile yapılan MKK ölçümündeki dezavantajlardan da uzaktır. Retinası değerlendirilen birçok olguya aynı seans esnasında MKK ölçümleri de rahatlıkla yapılabilmektedir. Ayrıca cihazın yazılımının sağladığı avantajlı olguların MKK değişimlerinin izlenmesi de mümkündür.

Sonuç olarak, Stratus OKT ve UBM ile elde edilen MKK ölçümleri arasında güçlü bir korelasyon bulundu. Ayrıca Stratus OKT ile elde edilen ölçümlerin UBM ile elde edilenlere göre klinik açıdan önemi olmayacak derecede daha düşük olduğu gözlemlendi. MKK ölçümünde Stratus OKT, UBM'ye alternatif olarak güvenilir bir şekilde kullanılabilir.

## KAYNAKLAR

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(4):551-7.
2. Matsuda J, Hieda O, Kinoshita S. Comparison of central corneal thickness measurements by Orbscan II and Pentacam after corneal refractive surgery. *Jpn J Ophthalmol* 2008;52(4):245-9.
3. Zhao MH, Zou J, Wang WQ, Li J. Comparison of central corneal thickness as measured by non-contact specular microscopy and ultrasound pachymetry before and post LASIK. *Clin Experiment Ophthalmol* 2007;35(9):818-23
4. Polat S, Can Ç, İlhan B, Zilelioğlu O. [Evaluation of corneal flap thickness in laser in situ keratomileusis using Moria M2 microkeratome]. *Turkiye Klinikleri J Ophthalmol* 2008;17(1):11-5.
5. Martin R, de Juan V, Rodríguez G, Cuadrado R, Fernandez I. Measurement of corneal swelling variations without removal of the contact lens during extended wear. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2007;48(7):3043-50.
6. Marsich MW, Bullimore MA. The repeatability of corneal thickness measures. *Cornea* 2000;19(6):792-5.
7. Gordon MO, Beiser JA, Brandt JD, Heuer DK, Higginbotham EJ, Johnson CA, et al. The Ocular Hypertension Treatment Study: baseline factors that predict the onset of primary open-angle glaucoma. *Arch Ophthalmol* 2002;120(6):714-20
8. Sullivan-Mee M, Halverson KD, Saxon GB, Saxon MC, Shafer KM, Sterling JA, et al. The relationship between central corneal thickness-adjusted intraocular pressure and glaucomatous visual-field loss. *Optometry* 2005;76(4):228-38.
9. Uğurbaş SH, Özcan ME, Erdoğan B, Alpay A. [Comparison of retina nerve fiber layer measurements with central corneal thickness in glaucomatous, ocular hypertensive and normal eyes]. *Türk Oftalmoloji Dergisi* 2008;38(2):122-7.
10. Kurt E, Kurultay I. [The relationship between intraocular pressure, central corneal thickness and refractive errors]. *Turkiye Klinikleri J Ophthalmol* 2008;17(2):84-9.
11. Madhavan C, Basti S, Naduvilath TJ, Sangwan VS. Use of ultrasound biomicroscopic evaluation in preoperative planning of penetrating keratoplasty. *Cornea* 2000;19(1):17-21.
12. Zilelioğlu G, Hoşal BM. [Ultrasound biomicroscopy in the diagnosis of anterior segment tumors]. *Turkiye Klinikleri J Surg Med Sci* 2006;2(27):13-8.
13. Üstündağ C, Macherem H. [Ultrasound biomicroscopy in glaucoma]. *Turkiye Klinikleri J Ophthalmol* 1996;5(3):288-92.
14. Gündüz K, Hoşal B, Zilelioğlu G, Demirel S. [Clinical and ultrasonic biomicroscopic findings in iris pigment epithelial cysts]. *Turkiye Klinikleri J Ophthalmol* 2006;15(1):6-11.
15. Piero L, Conforto E, Resti AG, Lattanzio R. High-frequency ultrasound biomicroscopy versus ultrasound and optical pachymetry for the measurement of corneal thickness. *Ophthalmologica* 1998;212 Suppl 1:1-3.
16. Oral D, Atmaca LS. [Optical coherence tomography]. *Turkiye Klinikleri J Ophthalmol* 2001;10(1):34-40.
17. Oram O, Gross RL. [Quantitative assesment of retinal nerve fiber layer thickness in early detection and follow-up of glaucoma]. *Turkiye Klinikleri J Ophthalmol* 1997;6(1):45-9.
18. Mumcuoğlu T, Erdurman C, Durukan AH. [Principles and novel clinical applications of optical coherence tomography] *Türk Oftalmoloji Dergisi* 2008;38(2):168-75.
19. Muscat S, McKay N, Parks S, Kemp E, Keating D. Repeatability and reproducibility of corneal thickness measurements by optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2002;43(6):1791-5.
20. Leung DY, Lam DK, Yeung BY, Lam DS. Comparison between central corneal thickness measurements by ultrasound pachymetry and optical coherence tomography. *Clin Experiment Ophthalmol* 2006;34(8):751-4.
21. Madgula IM, Kotta S. Stratus optical coherence tomogram III: a novel, reliable and accurate way to measure corneal thickness. *Indian J Ophthalmol* 2007;55(4):301-3.
22. Li EY, Mohamed S, Leung CK, Rao SK, Cheng AC, Cheung CY, et al. Agreement among 3 methods to measure corneal thickness: ultrasound pachymetry, Orbscan II, and Visante anterior segment optical coherence tomography. *Ophthalmology* 2007;114(10):1842-7.
23. Basmak H, Sahin A, Yildirim N. The reliability of central corneal thickness measurements by ultrasound and by Orbscan system in schoolchildren. *Curr Eye Res* 2006;31(7-8):569-75.
24. Kawana K, Tokunaga T, Miyata K, Okamoto F, Kiuchi T, Oshika T. Comparison of corneal thickness measurements using Orbscan II, non-contact specular microscopy, and ultrasonic pachymetry in eyes after laser in situ keratomileusis. *Br J Ophthalmol* 2004;88(4):466-8.
25. Hürmeriç V, Müftüoğlu O, Erdem Ü, Bayraktar MZ. [Comparison of central corneal thickness with optical coherence reflectometer and ultrasound pachymeter in early postoperative LASIK period]. *Gülhane Tıp Dergisi* 2006;48(1):11-3.
26. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986;1(8476):307-10.
27. Zhao PS, Wong TY, Wong WL, Saw SM, Aung T. Comparison of central corneal thickness measurements by visante anterior segment optical coherence tomography with ultrasound pachymetry. *Am J Ophthalmol* 2007;143(6):1047-9.
28. Budenz DL, Fredette MJ, Feuer WJ, Anderson DR. Reproducibility of peripapillary retinal nerve fiber thickness measurements with stratus OCT in glaucomatous eyes. *Ophthalmology* 2008;115(4):661-666.e4.
29. Polito A, Del Borrello M, Isola M, Zemella N, Bandello F. Repeatability and reproducibility of fast macular thickness mapping with stratus optical coherence tomography. *Arch Ophthalmol* 2005;123(10):1330-7.
30. Bechmann M, Thiel MJ, Neubauer AS, Ullrich S, Ludwig K, Kenyon KR, et al. Central corneal thickness measurement with a retinal optical coherence tomography device versus standard ultrasonic pachymetry. *Cornea* 2001;20(1):50-4.
31. Wong AC, Wong CC, Yuen NS, Hui SP. Correlational study of central corneal thickness measurements on Hong Kong Chinese using optical coherence tomography, Orbscan and ultrasound pachymetry. *Eye (Lond)* 2002;16(6):715-21.
32. Wirbelauer C, Scholz C, Hoerauf H, Engelhardt R, Birngruber R, Laqua H. Corneal optical coherence tomography before and immediately after excimer laser photorefractive keratectomy. *Am J Ophthalmol* 2000;130(6):693-9.

33. Dada T, Sihota R, Gadia R, Aggarwal A, Mandal S, Gupta V. Comparison of anterior segment optical coherence tomography and ultrasound biomicroscopy for assessment of the anterior segment. *J Cataract Refract Surg* 2007;33(5):837-40.
34. Reader AL, Salz JJ. Differences among ultrasonic pachymeters in measuring corneal thickness. *J Refract Surg* 1987;3(1):7-11.
35. Javaloy J, Vidal MT, Villada JR, Artola A, Alió JL. Comparison of four corneal pachymetry techniques in corneal refractive surgery. *J Refract Surg* 2004;20(1):29-34.
36. Tam ES, Rootman DS. Comparison of central corneal thickness measurements by specular microscopy, ultrasound pachymetry, and ultrasound biomicroscopy. *J Cataract Refract Surg* 2003;29(6):1179-84.