

**T.C.
KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
GÖZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI**

**KERATOKONUS HASTALARINDA OPTİK KOHERENS
TOMOĞRAFİ, KORNEA TOPOĞRAFİSİ, OPTİK BİYOMETRİ
İLE YAPILAN ÖN SEGMENT ÖLÇÜMLERİNİN GÜVENİLİRLİĞİ
VE TEKRARLANABİLİRLİĞİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

UZMANLIK TEZİ

**Hazırlayan
Dr.Yaprak AKBULUT**

**Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Nesrin B. GÖKÇINAR**

**Mart 2019
KIRIKKALE**

KABUL-ONAY

Fakültemiz Cerrahi Tıp Bilimleri Bölümü Göz Hastalıkları Anabilim Dalı uzmanlık programı çerçevesinde yürütülmüş olan Araştırma Görevlisi Dr. Yaprak Akbulut'un "KERATOKONUS HASTALARINDA OPTİK KOHERENS TOMOGRAFİ,KORNEA TOPOGRAFI,OPTİK BİYOMETRİ İLE YAPILAN ÖN SEGMENT ÖLÇÜMLERİNİN GÜVENİLİRLİĞİ VE TEKRARLANABİLİRLİĞİNİN KARŞILAŞTIRILMASI" konulu tezi Tıp Ve Diş Hekimliğinde Uzmanlık Eğitimi Yönetmeliğinin 19. Maddesinin 4.Fıkrası "Jüri en geç bir ay içerisinde uzmanlık öğrencisinin tez savunmasını da alarak tezi inceleyerek ve sonucunu yazılı ve gerekçeli olarak uzmanlık öğrencisi ile program yöneticisine bildirir." hükmü gereğince Araştırma görevlisi Dr. Yaprak Akbulut uzmanlık eğitimi tezinde başarılı olmuştur.

28/03/2019
(Tez Savunma Tarihi)

Dr. Öğr. Üyesi Nesrin Büyüktortop Gökçınar
(Üye)
Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi
Göz Hastalıkları AD

Doç. Dr. Zafer Onaran
(Üye)
Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi
Göz Hastalıkları AD

Prof. Dr. Özlem Gürbüz Kız
(Kurum Dışı Üye)
SBÜ Ankara Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi
Göz Hastalıkları AD



TEŞEKKÜR

Oftalmolojideki engin bilgi birikimleriyle tezime ve mesleki hayatıma sağladıkları katkıları nedeniyle başta tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Nesrin BÜYÜKTORTOP GÖKÇINAR olmak üzere değerli hocalarım Doç. Dr. Zafer ONARAN'a, Doç. Dr. Nurgöl ÖRNEK'e, Dr. Öğr. Üyesi Tefvik OĞUREL'e saygılarımı sunuyorum.

Eğitimim boyunca birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum asistan arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Eğitim hayatım boyunca yanımda olan canım aileme sonsuz minnet ve sevgilerimi sunarım.

Dr. Yaprak AKBULUT

KIRIKKALE 2019

ÖZET

AMAÇ: Ön segment parametrelerinin doğru ve kesin bir şekilde değerlendirilmesi birçok ön segment hastalığının tanısında ve tedavi planlanmasında, cerrahi sonrası tatminkar sonuçların sağlanmasında, hasta memnuniyeti ve doğru hasta yönetiminde önem arz etmektedir. Bu çalışmada keratokonus hastalarında ve normal gözlerde kornea topografisi optik biyometri ve optik koherens tomografi ile yapılan ön segment ölçümlerinin tekrarlanabilirliği, güvenilirliği ve birbiri yerine kullanılabilirliği değerlendirildi.

GEREÇ VE YÖNTEM: Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı Polikliniği'ne Ekim 2017- Ekim 2018 tarihleri arasında başvuran hastalar arasından seçilen 100 normal olgunun 100 gözü ve 82 keratokonus hastasının 82 gözü çalışmaya alındı. Keratokonusu olan gözler Grup 1, normal olgular Grup 2 olarak adlandırıldı. Kombine Scheimpflug kamera Placido disk sistemli kornea topografi cihazı (KT) (Sirius, CSO, İtalya), parsiyel koherens interferometri temelli optik biyometri cihazı (OB) (Nidek Al Scan, Aichi, Japonya), spektral domain optik koherens tomografi (OKT) (Nidek RS-3000, Gamagori, Japonya) ile her olguya aynı gün içinde aynı araştırmacı tarafından üç tekrarlı ölçümler yapıldı. KT ile 3mm zonda ve sim-K keratometrik ölçümleri, merkezi kornea kalınlığı (MKK), ön kamara derinliği (ÖKD), limbus-limbus mesafesi (LLM), iridokorneal açısı (İKA); OB ile 2,4 mm ve 3,3 mm zonda keratometri, MKK, ÖKD, LLM ve aksiyel uzunluk (AL); OKT ile MKK ölçümleri kaydedildi. Ortak parametreler için cihazlar arası ölçüm farkı olup olmadığı istatistiksel olarak incelendi. Bland-Altman grafikleri ile cihazlar arası uyumluluk değerlendirildi. Ayrıca her cihazın kendi içinde ölçüm tekrarlanabilirliği değişkenlik katsayısı (DK) ile; güvenilirliği sınıf içi korelasyon katsayısı (SKK) ile incelendi.

BULGULAR: Seksen iki keratokonus hastasının 44'ü kadın 38'i erkekti. Grup 2'de ise 51 kadın 49 erkek vardı. Yaş ortalaması Grup 1'de $30,63 \pm 9,56$; Grup 2'de $30,55 \pm 8,76$ idi. İki grup arasında cinsiyet ve yaş açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu (sırasıyla $p=0,721$; $p=0,917$). Amsler-Krumeich sınıflamasına göre keratokonus şiddeti 32 gözde evre 1, 28 gözde evre 2, 13 gözde evre 3, 9 gözde evre 4 düzeyindeydi. Grup 1'de OB 3,3 mm zondan ve KT ile 3,0 mm zondan alınan en düz keratometri ölçümleri arasında istatistiksel fark yoktu ($p=0,468$). Fakat Bland-Altman grafiklerine göre %95 uyum aralığı 0,54 mm idi. Bu aralık Grup 2'deki 0,26 mm aralığına göre daha geniştir. En dik keratometri ölçümlerinde Grup 2'de OB ve KT arasında istatistiksel anlamlı fark yokken, Grup 1'de tüm en dik keratometri karşılaştırmalarında anlamlı fark bulunmaktaydı ($p<0,07$). MKK için her iki grupta tüm cihazlar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardı ($p<0,001$). LLM ölçümleri her iki grupta cihazlar arasında anlamlı farklı değildi ($p>0,05$). ÖKD için her iki grupta ölçümler arası istatistiksel fark saptandı ($p<0,001$). Ölçüm güvenilirliği KT ile LLM ölçümü (SKK=0,898) dışında çalışmamızdaki tüm cihazlar için tüm parametrelerde mükemmeldi (SKK >0,9). Tekrarlanabilirlik, keratokonuslu gözlerde MKK ölçümü (DK <%3) dışında tüm cihazlar için parametrelerin hepsinde mükemmeldi (DK < %1).

SONUÇLAR:Çalışmamızdaki cihazların, keratokonus hastalarında LLM dışındaki parametreler için birbiri yerine kullanılmasının uygun olmadığı; normal olgularda ise MKK ölçümü dışında cihazların birbiri yerine kullanılabilmesi sonucuna varıldı. Bununla beraber, çalışmamızdaki cihazların keratokonuslu gözlerde bile mükemmel derecede tekrarlanabilir ve güvenilir ölçüm yaptığını söylemek mümkündür.

Anahtar Kelimeler: Güvenilirlik; keratokonus; kornea topografisi; optik biyometri; optik koherens tomografi; tekrarlanabilirlik; uyumluluk.

ABSTRACT

PURPOSE: Accurate evaluation of anterior segment parameters is important in the diagnosis and management of many anterior segment diseases, in providing satisfactory results after surgery, patient satisfaction and correct patient management. In this study, the repeatability, reliability and agreement of anterior segment measurements performed using corneal topography, optical biometry, and optical coherence tomography were evaluated in patients with keratoconus and normal eyes.

MATERIALS AND METHODS: A total of 100 eyes of 100 normal subjects and 82 eyes of 82 keratoconus patients among the patients who applied to the Kırıkkale University Faculty of Medicine Department of Ophthalmology Clinic between October 2017 and October 2018 were randomly selected and included in the study. The eyes with keratoconus were named as Group 1 and the normal eyes were named as Group 2. Three repetitive measurements were performed by the same investigator on the same day using combined Scheimpflug camera Placido disc system corneal topography device (CT) (Sirius, CSO, Italy), partial coherence interferometry based optical biometry device (OB) (Nidek AI Scan, Aichi, Japan), spectral domain optical coherence tomography (OCT) (Nidek RS-3000, Gamagori, Japan) devices. Keratometry in 3mm zone and sim-K, central corneal thickness (CCT), anterior chamber depth (ACD), limbus-limbus distance (LLM), iridocorneal angle (ICA) using CT; keratometry in the 2.4 mm and 3.3 mm zone, CCT, ACD, LLM and axial length (AL) using OB; CCT measurements were recorded using OCT. It was statistically analyzed whether there is a difference in the measurements between devices for common parameters. Inter-device agreement was evaluated with Bland-Altman graphics. In addition, the measurement repeatability of each device was evaluated using coefficient of variation (CV); and reliability was evaluated by intraclass correlation coefficient (ICC).

RESULTS: Of the eighty-two keratoconus patients, 44 were female and 38 were male. There was 51 women and 49 men in Group 2. The mean age was 30.63 ± 9.56 in Group 1; and 30.55 ± 8.76 in Group 2. There was no statistically significant difference between the two groups in terms of gender and age ($p = 0.721$; $p = 0.917$, respectively). According to the Amsler-Krumeich classification, keratoconus severity was stage 1 in 32 eyes, stage 2 in 28 eyes, stage 3 in 13 eyes and stage 4 in 9 eyes. There was no statistical difference between the flattest keratometry measurements taken from OB 3.3 mm zone and KT and 3.0 mm zone in Group 1 ($p = 0.468$). However, according to the Bland-Altman graphs, the 95% limits of agreement interval was 0.54 mm. This range was larger than the range of 0.26 mm in Group 2. There was no statistically significant difference between OB and CT in Group 2 in steepest keratometry measurements, whereas there was a significant difference in the steepest keratometry comparisons in Group 1 ($p < 0,07$). There was a statistically significant difference in CCT between all devices in both groups ($p < 0.001$). LLM measurements did not differ significantly between devices in both groups ($p > 0.05$). For ACD, there was a statistical difference between the devices in both groups ($p < 0.001$). The reliability was excellent in all parameters for all devices in our study (CCT > 0.9) except for LLM measurement using CT which was (CCT = 0.898). Repeatability was excellent in all parameters for all devices (CV < 1%) except for the CCT measurement in eyes with keratoconus (CV < 3%).

CONCLUSIONS: In our study, it was concluded that, it is not appropriate to use the devices in our study interchangeably for the parameters other than LLM in keratoconus patients; whereas in normal cases devices could be used interchangeably except for the measurement of CCT. However, it is possible to say that the devices in our study produce perfectly repeatable and reliable measurements even in the eyes with keratoconus.

Key words: Agreement; corneal topography; keratoconus; optical biometry; optical coherence tomography; repeatability; reliability.

SİMGELER VE KISALTMALAR

OB	Optik Biyometri
KT	Kornea Topografisi
OKT	Optik Koherens Tomografi
MKK	Merkezi Kornea Kalınlığı
ÖKD	Ön Kamara Derinliği
LLM	Limbus Limbus Mesafesi
AL	Aksiyel Uzunluk
İKA	İridokorneal Açısı
PÇ	Pupil Çapı
K	Keratometri
D	Diyoptri

TABLolar

Tablo 1. Graplarda yaş dağılıml

Tablo 2. Graplarda cinsiyet dağılıml

Tablo 3. Graplarda sağ ve sol gözlerin dağılıml

Tablo 4. Cihazlarda en düz keratometri ölümlerinin dağılıml

Tablo 5. Cihazlardaki en düz keratometri parametrelerinin karşılaştırılması

Tablo 6. Grup 1'de en düz keratometri güvenilirlik ve tekrarlanabilirlik analizi.

Tablo 7. Grup 2'de en düz keratometri güvenilirlik ve tekrarlanabilirlik analizi.

Tablo 8. Cihazlarda en dik keratometri ölümlerinin dağılıml

Tablo 9. Cihazlardaki en dik keratometri parametrelerinin karşılaştırılması

Tablo 10. Grup 1'de en dik keratometri ölüm güvenilirlik ve tekrarlanabilirlik analizi

Tablo 11. Grup 2'de en dik keratometri ölüm güvenilirlik ve tekrarlanabilirlik analizi

Tablo 12. OB (Optik Biyometri), KT (Kornea Topografisi) ve OKT (Optik Koherens Tomografi) cihazlarında llen ortalama MKK değerlerinin dağılıml

Tablo 13. OB (Optik Biyometri), KT (Kornea Topografisi) ve OKT (Optik Koherens Tomografi) cihazları arasında MKK değerlerinin ikili karşılaştırılması

Tablo 14. Grup 1'de MKK için güvenilirlik ve tekrarlanabilirlik analizi

Tablo 15. Grup 2'de MKK için güvenilirlik ve tekrarlanabilirlik analizi

Tablo 16. OB(Optik Biyometri) ve KT (Kornea Topografisi) cihazı ile LLM ortalama değerleri

Tablo 17. Cihazlar arası LLM lmleri karşılaştırması

Tablo 18. Grup 1'de LLM lm güvenilirlik ve tekrarlanabilirlik analizi.

Tablo 19. Grup 2'de LLM lm güvenilirlik ve tekrarlanabilirlik analizi.

Tablo 20. OB (Optik Biyometri) ve KT (Kornea Topografisi) cihazlarında KD lm dağılıml

Tablo 21. Cihazlar arası KD lm karşılaştırılması

Tablo 22. Grup 1'de KD lmnn güvenilirlik ve tekrarlanabilirlik analizi

Tablo 23. Grup 2'de KD lmnn güvenilirlik ve tekrarlanabilirlik analizi

Tablo 24. Çalışma gruplarında OB (Optik Biyometri) ile aksiyel uzunluk ölçümü

Tablo 25. Grup 1’de aksiyel uzunluk güvenilirlik ve tekrarlanabilirlik analizi

Tablo 26. Grup 2’de aksiyel uzunluk güvenilirlik ve tekrarlanabilirlik analizi

Tablo 27. KT (Kornea Topografisi) cihazı ile elde edilen İKA ölçümleri

Tablo 28. Grup 1’de İKA güvenilirlik ve tekrarlanabilirlik analizi



ŞEKİLLER

Şekil 1. Grup 1’de OB (Optik Biyometri) ile 2,4 mm zondan alınan en düz keratometri ölçümü ile KT (Kornea Topografisi) En düz SimK ölçümü arasındaki Bland-Altman grafiği

Şekil 2. Grup 2’de OB (Optik Biyometri) ile 2,4 mm zondan alınan en düz keratometri ölçümü ile KT (Kornea Topografisi) En düz SimK ölçümü arasındaki Bland-Altman grafiği

Şekil 3. Grup 1’de OB (Optik Biyometri) ile 2,4 mm zondan alınan en düz keratometri ölçümü ile KT (Kornea Topografisi) ile 3,0 mm zondan alınan en düz keratometri ölçümü arasındaki Bland-Altman grafiği

Şekil 4. Grup 2’de OB (Optik Biyometri) ile 2,4 mm zondan alınan en düz keratometri ölçümü ile KT (Kornea Topografisi) ile 3,0 mm zondan alınan en düz keratometri ölçümü arasındaki Bland-Altman grafiği

Şekil 5. Grup 1’de OB (Optik Biyometri) ile 3,3 mm zondan alınan en düz keratometri ölçümü ile KT (Kornea Topografisi) ile en düz SimK ölçümü arasındaki Bland-Altman grafiği

Şekil 6. Grup 2’de OB (Optik Biyometri) ile 3,3 mm zondan alınan en düz keratometri ölçümü ile KT (Kornea Topografisi) ile en düz SimK ölçümü arasındaki Bland-Altman grafiği

Şekil 7. Grup 1’de OB (Optik Biyometri) ile 3,3 mm zondan alınan en düz keratometri ölçümü ile KT (Kornea Topografisi) ile 3,0 mm zondan alınan en düz keratometri ölçümü arasındaki Bland-Altman grafiği

Şekil 8. Grup 2’de OB (Optik Biyometri) ile 3,3 mm zondan alınan en düz keratometri ölçümü ile KT (Kornea Topografisi) ile 3,0 mm zondan alınan en düz keratometri ölçümü arasındaki Bland-Altman grafiği

Şekil 9. Grup 1’de OB ile 2,4 mm zondan alınan en dik keratometri ölçümü ile KT (Kornea Topografisi) en dik SimK ölçümü arasındaki Bland-Altman grafiği

Şekil 10. Grup 2’de OB (Optik Biyometri) ile 2,4 mm zondan alınan en dik keratometri ölçümü ile KT (Kornea Topografisi) en dik SimK ölçümü arasındaki Bland-Altman grafiği

Şekil 11. Grup 1’de OB (Optik Biyometri) ile 2,4 mm zondan alınan en dik keratometri ölçümü ile KT (Kornea Topografisi) ile 3,0 mm zondan alınan en dik keratometri ölçümü arasındaki Bland-Altman grafiği

Şekil 12. Grup 2’de OB (Optik Biyometri) ile 2,4 mm zondan alınan en dik keratometri ölçümü ile KT (Kornea Topografisi) ile 3,0 mm zondan alınan en dik keratometri ölçümü arasındaki Bland-Altman grafiği

Şekil 13. Grup 1’de OB (Optik Biyometri) ile 3,3 mm zondan alınan en dik keratometri ölçümü ile KT (Kornea Topografisi) en dik SimK ölçümü arasındaki Bland-Altman grafiği

Şekil 14. Grup 2’de OB (Optik Biyometri) ile 3,3 mm zondan alınan en dik keratometri ölçümü ile KT (Kornea Topografisi) en dik SimK ölçümü arasındaki Bland-Altman grafiği

Şekil 15. Grup 1’de OB (Optik Biyometri) ile 3,3 mm zondan alınan en dik keratometri ölçümü ile KT (Kornea Topografisi) ile 3,0 mm zondan alınan en dik keratometri ölçümü arasındaki Bland-Altman grafiği

Şekil 16. Grup 2’de OB (Optik Biyometri) ile 3,3 mm zondan alınan en dik keratometri ölçümü ile KT (Kornea Topografisi) ile 3,0 mm zondan alınan en dik keratometri ölçümü arasındaki Bland-Altman grafiği

Şekil 17. Grup 1’de KT (Kornea Topografisi) ve OB (Optik Biyometri) cihazları ile alınan MKK ölçümleri arasındaki Bland- Altman grafiği

Şekil 18. Grup 2’de OB (Optik Biyometri) ve KT (Kornea Topografisi) cihazları ile alınan MKK ölçümleri arasındaki Bland- Altman grafiği

Şekil 19. Grup 1’de OKT (Optik Koherens Tomografi) ve OB (Optik Biyometri) cihazları ile alınan MKK ölçümleri arasındaki Bland-Altman grafiği

Şekil 20. Grup 2’de OKT (Optik Koherens Tomografi) ve OB (Optik Biyometri) cihazları ile alınan MKK ölçümleri arasındaki Bland-Altman grafiği

Şekil 21. Grup 1’de OKT (Optik Koherens Tomografi) ve KT (Kornea Topografisi) cihazları ile alınan MKK ölçümleri arasındaki Bland-Altman grafiği

Şekil 22. Grup 2’de OKT (Optik Koherens Tomografi) ve KT (Kornea Topografisi) cihazları ile alınan MKK ölçümleri arasındaki Bland-Altman grafiği

Şekil 23. Grup 1’de OB (Optik Biyometri) ve KT (Kornea Topografisi) cihazları ile elde edilen LLM ölçümleri arasındaki Bland-Altman grafiği

Şekil 24. Grup 2’de OB (Optik Biyometri) ve KT (Kornea Topografisi) cihazları ile elde edilen LLM ölçümleri arasındaki Bland-Altman grafiği

Şekil 25. Grup 1’de OB (Optik Biyometri) ve KT (Kornea Topografisi) cihazları ile elde edilen ÖKD ölçümleri arasındaki Bland-Altman grafiği

Şekil 26. Grup 2’de OB (Optik Biyometri) ve KT (Kornea Topografisi) cihazları ile elde edilen ÖKD ölçümleri arasındaki Bland-Altman grafiği

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEZ KABUL ONAY SAYFASI	II
TEŞEKKÜR	III
ÖZET	IV
ABSTRACT	VI
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	VIII
TABLolar DİZİNİ	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ	XI
1.GİRİŞ	1
2.GENEL BİLGİLER	3
2.1 Kornea	
2.2 KERATOKONUS	
2.2.1 Epidemiyoloji	
2.2.2 Biyokimyasal çalışmalar	
2.2.3 Etyopatogenez	
2.2.4 İlişkili Hastalıklar	
2.2.5 Patoloji	
2.2.6 Tanı	
2.2.7 Klinik Bulgular	
2.2.7 Keratokonus Sınıflaması	
2.2.8 Tedavi	
3.GEREÇ VE YÖNTEM	20
4.BULGULAR	24
5.TARTIŞMA	57
6.SONUÇ VE ÖNERİLER	66
7.KAYNAKLAR	68

1.GİRİS

Keratokonus, korneanın santral ve parasantral stromal kısmının düzensiz konik şekil alması ve incilmesi ile karakterize etiyojisi tam olarak bilinmeyen bir kornea ektazisidir.(1) Keratokonus prevalansı güncel raporlara göre toplumda 100000’de 50 ile 203 arasındadır. (2-5) Tüm etnik kökenlerde görülebilmektedir. Kadın ve erkeklerin eşit şekilde etkilendiği kabul edilmektedir.(6-7)

Keratokonus tipik olarak pubertede başlamaktadır. Üçüncü veya 4. dekada kadar kişiden kişiye göre değişen derecelerde progresyona uğramaktadır. Hastalığın başlangıcında sadece basit bir refraksiyon kusuru olarak ortaya çıkmakta ve başka belirtilerin veya bulguların yokluğunda keratokonus tanısı sıklıkla gecikmektedir. Tanı çoğu zaman 2. dekadın sonunda veya 3. dekadın başında görmenin azalması ile konulmaktadır. Nadiren, hastalık yavaş ilerliyorsa tanı daha da gecikebilmektedir. Hastaların % 10’undan daha azı 40 yaşından sonra teşhis edilmektedir. Hastalığın ilerlemesi genellikle 4. dekada yavaşlamaktadır. (7-9)

Keratokonusun tanısı ilk olarak şüphe üzerine retinoskop, biyomikroskop, keratometre, keratoskop, kornea topografisi, kornea tomografisi ve pakimetre gibi tanı araçları yardımıyla konulmaktadır.

Ön segment parametrelerinin doğru ve kesin bir şekilde değerlendirilmesi birçok ön segment hastalığının tanısında ve cerrahinin planlanmasında, cerrahi sonrası tatminkar sonuçların sağlanmasında, hasta memnuniyeti ve doğru hasta yönetiminde önem arz etmektedir. Keratokonusta ön segment analiz cihazlarının güvenilir ve tekrarlanabilir ölçüm yapabilmesi progresyonunun saptanmasında son derece önemlidir. Progresyon kriterlerini belirlerken, kullanılan cihazın seçili parametreler için ölçüm hata aralığı ve tekrarlanabilirlik verilerini dikkate almak gerekmektedir. Kornea topografisi (KT), optik koherens tomografi (OKT) ve optik biyometri (OB) cihazları ön segment ölçümlerinde kullanılabilen cihazlardandır.

Sirius (CSO, Florensa, İtalya) KT cihazı, kombine Scheimpflug kamera ve Placido disk temelli ön segment analiz sistemi olarak adlandırılmaktadır. Kornea ön ve arka yüzeyinin tanjansiyel ve aksiyel kurvatür bilgisini, korneanın global refraktif gücünü, korneanın pakimetri haritalamasını ve wavefront analizini vermektedir.

Kornea ön yüzey ölçüm verilerini Placido görüntüleri ve Scheimpflug görüntüleri uygun şekilde birleştirerek verirken, arka yüzey ve diğer ön segment yapılarının ölçümleri Scheimpflug görüntüleme ile sağlanmaktadır.

Nidek AL-Scan (Nidek, Aichi, Japonya) cihazı katarakt cerrahisi öncesinde göz içi lens (GİL) gücünü hesaplamak amaçlı kullanıma sunulmuş olan bir OB cihazıdır. Cihazın başlıca avantajları, temassız ölçüm yapması nedeniyle kornea indentasyonundan kaynaklanan ölçüm hatalarının olmaması ve 3 boyutlu otomatik göz hareketi izleme sistemi ile göz hareketi ve kullanıcı kaynaklı ölçüm hatalarının en az düzeye indirmesidir (10).

Nidek RS-3000 Advance (Nidek Gamagori, Japonya) OKT cihazı, düşük-koherens interferometre diye adlandırılan bir optik ölçüm tekniğine dayanmaktadır. İnterferometre prensibi ultrason ile benzerdir, ancak ses yerine ışık kullanılmaktadır. Esas olarak arka segment görüntüleme kullanılmakla beraber özel aparatı ile kornea, sklera ve irido-korneal açıyı kesitsel olarak gösterebilmektedir. Bir yarıklı lambaya uyarlanmış OKT, kornea yarıçapını ve merkezi kornea kalınlığını ölçebilmektedir. Dijital gonyoskopi kullanılarak gözdeki kornea açısının incelenebilmektedir.

Bu çalışmada keratokonus hastalarında ve normal gözlerde yukarıda bahsedilen KT, OB, OKT cihazları ile ön segment ölçümlerinin tekrarlanabilirliği, güvenilirliği ve cihazların birbirini yerine kullanılabilirliği değerlendirilmiştir.

2-GENEL BİLGİLER

2.1. KORNEA

Kornea, koruyucu rolünün yanı sıra, gözün optik gücünün ortalama dörtte üçünden sorumlu olan karmaşık bir yapıdır. Normal kornea, kan damarlarından yoksundur; besinlerin sağlanması ve metabolik ürünlerin uzaklaştırılması esas olarak arka yüzde aköz hümör ve ön yüzde gözyaşı film tabakası tarafından, azalan ön-arka oksijen gradiyenti vasıtasıyla sağlanır. Kornea, her ikisi de trigeminal sinirin birinci dalı ile beslenen subepitelyal ve daha derinde yer alan stromal sinir pleksusu ile vücutta en yoğun innervasyona sahip olan dokudur. Bu nedenle, korneal abrazyonlar ve büllöz keratopati gibi hastalıklar, ağrı, fotofobi ve refleks lakrimasyon ile kendini göstermektedir.(11)

2.1.1. Boyutlar

Ortalama kornea çapı vertikal olarak 11,5 mm, horizontal olarak ise 12 mm'dir. Merkezde ortalama 540 µm kalınlığındadır ve periferde doğru kalınlığı artmaktadır. Merkezi kornea kalınlığı bireyler arasında değişkendir ve geleneksel yollarla ölçülen göz içi basıncının gerçek değerinin belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır.(11)

2.1.2. Tabakalar

Kornea, her biri normal fonksiyonu için kritik öneme sahip olan aşağıda sıralanmış tabakalardan meydana gelir.

1.Epitel: Çok katlı skuamöz non-keratinize yapıdadır ve aşağıdaki tabakalardan oluşmaktadır.

- Altta yer alan bazal membrana hemidesmozomlar ile bağlı olan, tek sıralı kolumnar bazal hücreler.
- İki veya üç sıra kanat hücreleri
- İki sıra squamöz yüzey hücreleri.

En dış tabakadaki hücrelerin yüzey alanı, gözyaşı film tabakası ve müsinin tutunmasını kolaylaştıran, mikropilika ve mikrovilluslar ile genişletilmiştir. Yüzeyel hücreler, birkaç gün süren ömürleri tamamlandığında, gözyaşı film tabakasına dökülmektedirler.

Sağlıklı kornea yüzeyi için vazgeçilmez olan epitelyal kök hücreler, esas olarak üst ve alt limbusta, muhtemelen Vogt palizadlarının içerisinde yer almaktadırlar. Bunlar aynı zamanda konjonktival dokunun kornea üzerine ilerlemesine de engel olarak birleşim yerinde bariyer görevi görürler. Limbal kök hücre disfonksiyonu veya yetmezliği; kronik epitel defektleri, konjonktivalizasyon ve vaskülarizasyona neden olmaktadır.(11)

2.Bowman tabakası: stromanın kollajen liflerinden oluşan, hücreden yoksun yüzeyel tabakasıdır.(1)

3.Stroma: kornea kalınlığının % 90 kadarını oluşturmaktadır. Muntazam dizilim gösteren kollajen lifi tabakalarından oluşmaktadır. Kollajen lifleri arasındaki boşluk ise proteoglikan zemin maddesi (kondroitin sülfat ve keratan sülfat) ile aralara dağılmış modifiye fibroblastlar (keratositler) tarafından doldurulmaktadır. Kollajenin muntazam ve aralıklı diziliminin idamesi optik saydamlık açısından kritik önem taşımaktadır. Stromanın hasarlanma sonrası rejenerasyon kabiliyeti yoktur.(11)

4.Descement Membranı: stromal kollajenden ayrık yapıda, ince kafes işi (lattice-work) yerleşimli kollajen liflerinden oluşan özel bir tabakadır. Bu membran in-utero birikerek oluşan anterior bantlı bir bölge ve yaşam boyunca endotel tarafından oluşturulan posterior bantsız bir bölgeden oluşmaktadır. Endotel için modifiye bir bazal membran olarak görev yapar ve rejenerasyon kapasitesi mevcuttur.(11)

5- Endotel: tek sıralı poligonal hücrelerden oluşmaktadır. Endotel hücreleri fazla sıvıyı stroma dışına pompalayarak yaşam boyunca korneanın saydamlığını sağlamaktadır. Erişkin hücre yoğunluğu 2500 hücre/mm² civarındadır. Hücre sayısı yılda % 0.6 düşüş göstermekte ve komşu hücreler boşluğu kapatmak için genişlemektedir. Endotel hücrelerinin rejenerasyon kapasitesi bulunmamaktadır.

Ortalama 500 hücre/mm² hücre yoğunluğunda kornea ödemi ortaya çıkmakta ve kornea saydamlığı bozulmaktadır.(11)

2.1.3 Korneanın Fonksiyonları

2.1.3.1 Refraksiyon

Kornea göze gelen ışığın kırılmasından sorumlu ana yapıdır. Gözün toplam kırıcılığının %74'ünü sağlamaktadır. Geriye kalan ortalama 20D'lik kırma gücünün büyük kısmı ise lens tarafından gerçekleştirilmektedir. Yenidoğan döneminde korneanın dikey çapı 10 mm ve kırıcılık gücü +51 diyoptridir. Bir yaşında erişkindeki değerlere ulaşmaktadır. Kornea gelişimi 6 yaşa kadar devam etmektedir.(12)

Korneanın optik özelliklerini belirleyen ana faktörler:

- a. Şekil ve kırıcılık indeksi
- b. Saydamlık
- c. Yüzey düzgünlüğüdür.

a) Şekil ve kırıcılık indeksi: korneanın kırma gücü, korneanın eğrilik yarıçapına ve hava-aköz hümör ile arasındaki refraktif indeks farkına bağlıdır.(13) Havanın refraktif indeksi 1, aköz hümörünki 1,33'tür. Refraktif indekslerdeki bu fark yaklaşık 40 D'lik bir kırılmaya neden olur. Korneanın kırma gücü ön yüzeyde +48 D, arka yüzeyde -5 D olmak üzere toplam +43 D'dir. Kornea ön yüzeyi periferde doğru gittikçe düzleşmektedir. Santral korneada 3-4 mm'lik bölge sferiktir. Yetişkinlerde santral eğrilik yarıçapı 6,80 - 7,84 mm arasında değişmektedir. Arka yüzeyin eğrilik yarıçapı 6,50 - 7,00 mm arasındadır.(14) Kornea eğrilik yarıçapı yaşla değişmektedir. Bebeklikte oldukça sferiktir. Çocukluk ve ergenlik çağında kurala uygun astigmatizmaya dönüşmekte; orta yaşlarda tekrar sferik olmakta ve yaşlılıkta kurala aykırı astigmatizma gelişmektedir.

b) Kornea saydamlığı: Korneanın saydamlığını belirleyen ana faktör stromal kollajen liflerin düzenidir. Kollajen liflerin ortalama çapı ve birbirine olan uzaklığı homojendir. Lifler arası uzaklık, görünen ışığın dalga boyunun yarısından daha azdır. Bu özellikler sayesinde gelen ışık düzenli saçılmaya uğrayarak korneadan geçmektedir. Fibrozis ya da ödem gibi kornea anatomisini değiştiren durumlar hem kornea saydamlığını bozmakta, hem de gelen ışığın rastgele saçılmasına yol açmaktadır. Kornea, dalga boyları 310 - 2500 nm arasında olan ışınları geçirmektedir. Korneanın hasara karşı en duyarlı olduğu dalga boyu 270 nm'dir. Bu dalga boyundaki ultraviyole ışınlarının çoğu kornea tarafından emilmekte ve fotokeratit tablosu oluşturmaktadır.(14,15)

c) Yüzey düzgünlüğü: Kornea epiteli ve gözyaşı filmi korneal yüzey düzgünlüğünü sağlayan önemli bir optik ortamdır. Kuru gözlerde gelişen punktat keratopati kornea yüzeyinin pürüzlü olmasına yol açmaktadır. Yara dokusu, incelme, geçirilmiş refraktif cerrahi ve keratokonus gibi durumlar kornea şeklini değiştirerek optik düzensizliklere sebep olmaktadır. (14,16,17)

2.1.3.2. Dehidratasyon

Korneanın %75-80'i sudur. Kornea stromasındaki glikozaminoglikan yapının ozmotik gücü sayesinde izotonik ortamlarda bile su tutabilmektedir.

2.1.3.3 Geçirgenlik

Epitel tabakası hidrofobik olduğundan hidrofilik maddeler için bariyerdir. Hidrofilik yapıdaki stroma lipofilik maddeler için bariyer oluşturmaktadır. Endotel ise lipofilik olduğundan stromadan aköz hümöre hidrofilik maddelerin difüzyonunu önlemektedir.(18)

2.1.3.4 Prekorneal Gözyaşı Film Tabakası

Gözyaşı film tabakası; lipid, aköz ve müsün olmak üzere üç tabakadan oluşmaktadır. 7 µm kalınlığında olan gözyaşı tabakası düzgün bir optik yüzey, epitelin sağlığının devamını ve göz kapağının rahat hareketini sağlamaktadır.(19) Lipid tabaka Meibomian, Zeis ve Moll bezlerinden salınarak, buharlaşmayı geciktirmektedir. Aköz tabaka lakrimal bez, Krause ve Wolfring bezlerinden salgılanmaktadır. Toplam volümü 6.5 mikrolitredir. NaCl, glikoz, üre, enzim, proteinler, immünglobulin, kompleman ve albumin içermektedir. En alttaki müsün tabaka goblet hücrelerinden salınmakta ve gözyaşı film tabakasının kornea yüzeyinde stabilitesini sağlamaktadır. Müsün tabaka epitel hücre membranındaki mikrovillüslara tutunarak kornea epitelini hidrofilik hale getirmekte ve yüzey ıslanmasını sağlamaktadır.(19)

2.2 KERATOKONUS

Giriş

Korneada klasik ektatik bozukluklar arasında keratokonus, keratoglobus ve pellusid marjinal dejenerasyon (PMD) sayılabilir. Bu koşulların farklı klinik tablolar mı yoksa aynı hastalık sürecinin çeşitli tezahürleri olup olmadığı sıkça tartışılmaktadır. Bununla birlikte, klinik ve cerrahi tedavi planlarının uygunluğunu sağlamak için bu koşulların her birinin eşsiz arka planını, klinik ve topografik belirtilerini anlamak önemlidir.

Keratokonus

Keratokonus ilk olarak 1729 yılında Fransız Dudell tarafından tarif edilmiştir.(20) Başlangıçta koninin şekli ve konumuna göre tanımlanmıştır. Bu sınıflama konik bir çıkıntıya sahip yuvarlak ve sıklıkla sarkma olan oval koniler şeklindedir. 1900'lerde Amsler'in çalışmaları, hastalığın klinik tanısına büyük katkıda bulunmuştur. Amsler, fruste ve hafif keratokonus gibi erken keratokonusları sınıflandırmak için bir Placido diskini kullanmıştır.(21) Placido diskini keratokonusu tanımak için kullanmak keratokonus tarihinde büyük bir ilerleme olmuştur. Ancak bu teknikte Placido yansıması üzerinde açıkça çarpık bir görüntü üretmek için, kornea oldukça bozuk olmalıydı. Düzensizlik hafifse hastanın görmesi üzerinde önemli bir etkisi olsa da tespit edilememekteydi.

İlk renk kodlu Placido haritası 1980'lerde yayınlanmış ve bilgisayarlı videokeratoskopların yaygınlaşmasına yol açmıştır.(22,23) Bu sırada bilgisayarlı videokeratoskoplar, kornea eğriliğini gösteren detaylı renk kodlu haritalar üretmek için kornea yüzeyindeki binlerce noktadan gelen bilgileri sayısallaştırabilmiştir. Son zamanlarda ise korneayı karakterize etmek için elevasyon tabanlı topografik cihazlar ve pakimetrik haritalama kullanılmıştır. Yüksekliğe dayalı topografi, yalancı pozitif eğrilik bulgularının saptanmasında ve erken hastalıkların saptanmasında yararlı olmuştur.(24-26) Anormal posterior kornea ektazisi, anormal dağılımlı kornea kalınlığı ve enflamatuvar olmayan kornea incelmelerini saptamak ve erken evre keratokonus tanısı için en iyi test yönteminin Scheimpflug veya optik koherans tomografi gibi yükseklik temelli sistemler olduğu düşünülmektedir. (27)

Refraktif cerrahinin yaygın kabul görmesi ve eşlik eden ektazi riski, daha iyi tanı teknikleri geliştirilmesine yol açmaktadır. Pek çok hekim, preoperatif refraktif değerlendirme sırasında korneanın kapsamlı bir değerlendirmesine sahip olmak için, artık bazal veriler, pakimetrik haritalama ve zaman zaman korneal rijidite ölçümleri için ön segment analiz sistemlerine güvenmektedirler.(28)

2.2.1 Epidemiyoloji

Keratokonus prevalansı ile ilgili güncel raporlar, genel nüfusta 100.000 kişi başına 50 ile 203 arasında büyük farklılıklar göstermektedir.(2-5) İnsidans 100.000'de yaklaşık 50'dir. İnsidans ve prevalanstaki aralıklar, muhtemelen tanı koymak için kullanılan tanı ölçütlerindeki farklılıklardan kaynaklanmaktadır. Keratokonus tüm etnik kökenlerde görülmekte ve erkeklerin ve kadınların eşit şekilde etkilemektedir.(6-7) Toplumlar arasında prevalans farklılık gösterebilmektedir. (27)

Keratokonus bilateral bir durum olarak kabul edilmektedir. Ancak, genellikle asimetric tutulum göstermektedir. Kornea histerezisi ile birlikte pakimetrik progresyon, hastalık sürecinin en erken kanıtını belirlemek amacıyla tarama sürecine dahil edilmiştir. Bu tarama yöntemleri keratokonus şüpheli sayısını artırsa da bu hastaların çok azının gerçekte keratokonusa doğru ilerlediği düşünülmektedir.

2.2.2 Biyokimyasal çalışmalar

Keratokonus hastalarının genel bir fenotipi vardır; uzun süre lens kullanımı, atopi, keratokonuslu tek yumurta ikizi gibi.

Teorik olarak proteaz inhibitörlerinin down regülasyonu stromanın ekstrasellüler matriksinde azalmaya neden olabilmektedir. Asit esteraz, asit fosfataz, katepsin B ve G ve bazı matriks metalloproteinazları gibi indirgeyici enzimler (redüktazlar) bazı çalışmalarda keratokonus kornealarında yüksek bulunmuştur. (29,30) Eğer keratokonusun patogenezi epiteldeki bu enzimlerle açıklanacak kadar basit olsaydı kornea epitelinin değiştirildiği keratoplastilerde penetran keratoplasti kadar rekürrens az olması beklenirdi, fakat penetran keratoplastide rekürrens daha az olduğu bilinmektedir. Bu nedenle etiolojide daha karmaşık ve çok faktörlü bir sistem olduğu düşünülmektedir.

Keratokonus kornealarında normale göre dört kat artmış interlökin (IL) -1 bağlanma bölgesinde artış gösterilmiştir. Bu keratokonusta artmış IL-1 duyarlılığına sebep olmaktadır.(31,32) IL-1 apoptozis ve kontrollü hücre ölümünü uyaran bir sitokindir. Ayrıca kontakt lens kullanımı, gözü kaşıma gibi mikrotravmalar da IL-1 salınımını uyarmaktadır. Bu döngünün keratokonus oluşumunu tetikleyebileceği düşünülmektedir.(31,32)

2.2.3 Etyopatogenezi

Keratokonusun sıklıkla sporadik olarak ortaya çıksa da, hastaların % 8-11'inde pozitif bir aile öyküsü bulunmaktadır.(20) Dominant genetik kalıtım ilk olarak 1969 yılında tespit edilmiştir. Literatür bilgileri, ailesel keratokonus olgularının % 90'ında, bozukluğun değişken fenotipik ekspresyon gösteren otozomal dominant bir formunu ortaya koymaktadır.(20,33) Ayrıca otozomal resesif ve cinsiyete bağlı geçişi de içeren farklı kalıtım paternleri bildirilmiştir.(34) Bununla beraber, farklı koni morfolojilerine, hastalıktaki semptomların ilerleyiş oranlarına veya şiddetine atfedilen kesin bir kalıtım paterni yoktur. Keratokonusun kornea topografisi ile erken saptanması, pozitif aile öyküsü olanların yüzdesini artırabilir.

Yine de, asemptomatik birçok hasta veya aile üyesinin doktora başvurması ve tanılması zor olabilmektedir.

Sadece yüksek astigmatizması olanların kalıtım ve penetrasyon açısından sınıflandırılması hastalığın genetik temelini ortaya koymakta yetersiz kalabilmektedir. Aile çalışmalarında, keratokonus hastalarının yakın akrabalarının % 50'sinde bir miktar topografik anormallik olduğu gösterilmiştir.(35)

Keratokonusa hastalarının ebeveynlerine yönelik yapılan ek çalışmalar, ebeveynlerin %58'inin topografik indekslerinde anormalliklerin bulunabileceğini göstermiştir.(36) Keratokonusun Down sendromu (kromozom 21) ve Leber'in konjenital amarozi (kromozom 17) gibi bazı genetik bozukluklarla ilişkilendirilmesine rağmen, keratokonusa yol açan artan genetik anomali henüz belirlenmemiştir. Keratokonuslu hastalarda kromozom 21 ile ilgili anormallikleri değerlendirmek için çalışmalar yapılmıştır. Kromozom 21'de keratokonusla ilgili olduğu düşünülen bir gen lokusu belirlenmesine rağmen kesin bağlantı saptanmamıştır.(37,38)

Leber'li hastalarda kromozom 17 için benzer incelemeler yapılmış, ancak keratokonusa yol açan hiçbir patojenik mutasyon saptanmamıştır.(39) Birden fazla çalışmada keratokonus için 5q21.2' de bir lokus tanımlanmıştır.(40) Keratokonus, mitral kapak prolapsusu, Ehlers-Danlos ve osteogenesis imperfekta gibi diğer kollajen bozuklukları ile ilişkili olabilmektedir. Kollajen geni COL6A1'in birden fazla kuşaktır keratokonus hastalığı olan bir ailede yapılan çalışmayla keratokonusla ilişkili olmadığı belirlenmiştir.(41)

Tip 8 kollajenin alfa 1 ve alfa 2 zincirlerini kodlayan COL8A1 ve COL8A2 genlerindeki mutasyonlar da incelenmiştir, çünkü hayvan modellerinde gözün ön segmentinde yapısal değişikliklere neden oldukları gösterilmiştir. Bu genler farelerde keratoglobüsünkine benzer korneal protrüzyon ile ilişkilidir. Ancak, bu genler keratokonus ve keratoglobüsü olan çok sayıda hasta tarandığında patojenik mutasyon saptanmamıştır.(42)

Keratokonusa yol açan mutasyonların analizi homeobox 1 VSX1 geninin araştırılmasına yol açmıştır. Bu, posterior polimorf distrofi için bilinen bir genetik belirteçtir. Bu noktada yapılan incelemeler, VSX1 gen mutasyonlarının keratokonusa yol açan patojenik mutasyonlar olmadığını göstermektedir. Bununla birlikte, ailevi keratokonusta pedigrilerde gen bağlantı analizinin, daha fazla araştırmayı gerektirecek hassas genler için çoklu lokuslar olduğunu öne sürmektedir.(43)

Keratokonusta ikizler ile yapılan çalışmalar sınırlıdır ve çoğu monozygotik ikizde keratokonusta gelişme riski aynı düzeydeyken keratokonusta için uyumsuz monozygotik ikiz raporları da vardır. Bu raporların çoğunda ya modern videokeratoskopi eksik ya da genç yaşları nedeniyle hala keratokonusta geliştirebilecek hastaları içermektedir.

Keratokonusta gelişiminde genetik etkinin yanında çevresel faktörlerin de etkili olduğuna inanılmaktadır. Yardımcı çevresel faktörler: Gözleri ovuşturma, atopi, refraktif lasik cerrahisi ve ultraviyole ışınlarıdır. Ayrıca hastalığın ergenlik çağında başlaması, hamilelik sürecinde aktifleşmesi ve hipotiroidinin klinik seyri hızlandırması hastalığın üzerinde hormonal etkiyi de gösterir.

2.2.4 İlişkili Hastalıklar

2.2.4.1 Sistemik Hastalıklar

Yarım yüzyılın üzerinde bir süredir keratokonusta atopik hastalıklarla bağlantılı olduğu yazılmaktadır. Bu konuda son yıllarda yapılan en kapsamlı araştırmada %35 keratokonusta hastasında atopi olduğu belirlenmiştir.(44,45) Down sendromunda da keratokonusta insidansı %5.5-15 arasındadır ve unilateral keratokonusta sıklığı daha yüksek olarak bildirilmiştir. Korneal hidrops sıklığı entelektüel durum nedeniyle artmış oküler masaj sonucunda daha siktir. Keratokonusta hastalarında Ehler-Danlos sendromu ve osteogenezis imperfekta gibi noninflamatuvar bağdoku hastalıklarının ve mitral kapak prolapsusunun prevalansı artmıştır. Büyük çaplı bir çalışmada da keratokonusta hastalarında diyabet insidansı anlamlı olarak düşük bulunmuştur.(46)

2.2.4.2 Oküler Hastalıklar

Keratokonusun retinitis pigmentosa, Leber'in konjenital amorozisi, prematüre retinopatisi, progresif kon distrofisi, aniridi, Fuch's endotelyal distrofi ile birlikteliklerini gösteren çalışmalar mevcuttur. Vernal konjonktivit ve atopik keratokonjonktivitle birlikteliği sıktır.(41)

2.2.5 Patoloji

Konfokal mikroskopide epiteldeki superfisyal ve ince uzun hücrelerde genişleme saptanmıştır. Epiteldeki kırılmalar ile bowman tabakasına epitelyal büyüme ve kollajeninde epitel içine büyümesiyle bowman tabakası seviyesinde Z şeklinde kesintiler oluşur, bunlar keratokonus için tipiktir.(47) Bu görünüm hastalığın erken bulgularındandır. Bowman tabakasındaki çatlakların skar dokusuyla doldurulduğu düşünülmektedir. Epitel hücreleri arasında ferritin birikimi Fleischer halkasına neden olmaktadır.(48) Keratokonus kornealarında kollajen fibrillerinde normale göre yarı yarıya azalma saptanmıştır.

2.2.6 Tanı

Keratokonusun tanısı ilk olarak şüphelenilerek sonrasında biyomikroskop, keratometri, keratoskopi, topografi, pakimetri gibi tanı araçları kullanılarak konulmaktadır.

Tipik olarak hasta on-oniki yaşlarında görme bulanıklığı şikayetiyle başvurur. Fotofobi, kamaşma, monoküler diplopi ve oküler irritasyon eşlik edebilmektedir.

Keratometri düzensiz astigmatizmayı göstermede iyi bir araçtır. Korneal topografi cihazları subklinik keratokonus tanısında ve takibinde başarılıdır. Topografi sonucu şüpheli keratokonus düşünülen hastalarda klinik bulguların açığa çıkıp çıkmayacağı kesin değildir fakat refraktif cerrahi planlanan hastalarda subklinik keratokonusun teşhisi çok önemlidir. Daha sonra bu hastalarda ektazi görülebilmektedir.

Yarıklı lamba ve retinoskopik bulgular daha ileri ektatik hastalık için bir hastanın değerlendirilmesinde kullanılabilirken, bu muayene teknikleri erken kornea anormalliğinin saptanması için yeterli bilgi sağlamamaktadır. Erken ve subklinik (forme fruste) keratokonusun saptanması, yeni korneal görüntüleme teknolojisinin kullanımıyla büyük ölçüde iyileşmiştir.

Placido disk tabanlı kornea topografisi keratokonus ve pellucid marjinal dejenerasyon gibi ektatik korneal bozuklukların saptanmasında hassas bir yöntem olarak önerilmiştir.(22,23,26,28) Erken keratokonusu tanımlamak için farklı parametreler dizisi bulunmadığından, topografik analizler klinik belirtiler veya semptomların ortaya çıkmasından önce bu hastalıkların varlığına dair ipuçları sağlamıştır.(29,30) Son yıllarda, anormal posterior kornea ektazisi, anormal dağılımlı kornea kalınlığı ve kornea incelmelerini gösterebildiği için tomografik yöntemler (Scheimpflug veya optik koherans tomografi) erken evre keratokonus tanısında ön plana çıkmıştır. (27) Optik koherans tomografi (OKT) mikron seviyesinde çözünürlükle kornea kalınlık haritalamasını vermektedir bu nedenle keratokonusa en iyi ve en yaygın test yönteminin topografi ve optik koherans tomografi olduğu kanaatine varılmıştır.(27)

Rabinowitz-McDonnell testi, KISA% indeksi, Klyce-Maeda-Smolek Expert System ve kornea navigator gibi çeşitli indeksler ve yapay zeka yöntemleri keratokonusu teşhis etmek için geliştirilmiştir. Ek olarak kornea kalınlığının ölçümü keratokonus gibi korneal incelme bozukluklarının belirlenmesinde önemli bir faktör haline gelmiştir. Bölgesel epitel kalınlığına ve ayrıca merkezi ve periferik korneanın ilişkisel kalınlığına bakan yeni çalışmalarda kornea kalınlığının hastalığın erken saptanmasında değerli olduğu kanıtlanmıştır.(28)

Topografi cihazları anterior ve posterior kornea yüzeylerinin değerlendirilmesini ve bir pakimetrik haritanın oluşturulmasını sağlar. Piyasada bulunan korneal topografi sistemlerinin kullandığı yöntemler Placido-disk yansıtma, tarayıcı slit, dönen Scheimpflug kamera, çok yüksek frekanslı ultrason ve ön segment optik koherans tomografidir. Bununla birlikte, keratokonusun erken tespiti hala tanımlanmış değerlerden ziyade topografik görünüme ve klinik şüpheye dayanmaktadır.

2.2.7 Klinik Bulgular

Keratokonusun semptomları orta derecede astigmatizmadan kaynaklanan refraktif kusurdan ciddi şekilde bozulmuş görmeye kadar değişkenlik göstermektedir. Monoküler diplopi veya çoklu hayalet görüntüler yaygındır. 20/20 Snellen keskinliğine rağmen açıklanamayan ışık hassasiyetine ve subjektif bulanık görme gibi diğer belirtiler de bildirilmektedir.(49) Sıklıkla, refraktif kusurda sık değişiklik ve kontakt lenslerde göze uyum problemi nedeniyle yapılan topografik testler ile tanı konulmaktadır.

Keratokonusun en sık bildirilen yarıklı lamba mikroskopisi bulgusu Fleischer halkasıdır.(30) İlk olarak 1906'da tarif edilen halka, koni tabanının çevresinde görülen epitelyal demir birikimi olup gözyaşı filminin düzensiz dağılımı nedeniyle meydana geldiği düşünülmektedir.(50) En iyi kobalt mavisi filtresi ile görülürler. Bununla birlikte, Fleischer halkası keratokonusa özel değildir ve teşhis için tek başına kullanılamaz. Bir diğer yarıklı lamba bulgusu derin stromada ince dikey çizgilerin ortaya çıkmasıdır. Bunlar Vogt striaları olarak bilinmektedir. Bu çizgiler, koninin eksenine paralel korneal stres çizgileridir.(20,51)

Keratokonusun ilerlemiş olduğu vakalarda Munson işareti ortaya çıkmaktadır.(52) Munson işareti keratokonik göz aşağı baktığında alt kapağın normal kurvatüründe V şeklinde öne doğru bombeleşme olmasıdır. Hastanın gözüne temporalden düşürülen ışığın, yüksek astigmatizma ve korneanın dikleşmesine bağlı olarak, nazalde limbusun önüne düşmesine ise Rizutti bulgusu denir.

Oftalmoskopi, erken koninin ana hatlarını fundusun reflesi üzerinde bir yağ damlası olarak gösterebilmektedir. Bu işaret Charleaux yağ damlası olarak bilinmekte ve kırmızı fundus reflesinin şekil ve rengini etkileyebilmektedir. Keratokonusun retinoskopide erken bulgularından biri de fundus reflesinde makaslama bulgusudur.

Keratokonus ilerledikçe, sıklıkla merkezi korneada skar oluşumu gözlenmektedir. Keratokonusa sahip olanların % 40'ında sert kontakt lens basısına bağlı veya lensten bağımsız olarak anterior stromal skarlar görülebilir.(53)

Hastalığın ileri aşamalarında akut korneal hidrops ortaya çıkması nadir değildir. Bu olgularda akut ağrı, bulanık görme ve ışık hassasiyeti kendini göstermektedir.

Muayenede koni bölgesinde ödem nedeniyle yaygın korneal haze ortaya çıkmaktadır. Ödem descemet zarında oluşan çatlaklar sonucu kornea içine aköz akışıyla oluşmaktadır. Topikal hipertonic salin ve aköz baskılayıcılarla yapılan tedavi ile hidrops kontrol altına alınabilmektedir. Ancak olayın uzun sürmesi durumunda skar ile iyileşebilmektedir. Keratokonusa bildirilmiş olmasına rağmen, ilişkili korneal perforasyon oldukça nadirdir.(54)

2.2.7 Keratokonus Sınıflaması

2.2.7.1 Morfolojik sınıflama

- 1- Nipple koni: Koni 5 mm'den küçük, santral veya parasantral yerleşimlidir.
- 2- Oval koni: Koni elipsoiddir, 5-6 mm büyüklüğündedir ve inferotemporal yerleşimlidir.
- 3- Globus koni: Koni korneanın %75'ini kaplamaktadır.

2.2.7.2 Keratometrik sınıflama

Keratometri değeri 48 D'den küçük ise hafif düzeyde keratokonustur.

Keratometri değeri 48-54 D arasında ise orta düzeyde keratokonustur.

Keratometri değeri 54 D' den fazla ise ileri düzeyde keratokonustur.

2.2.7.3 Amsler-Krumeich Sınıflaması

Keratokonüs sınıflamasında daha pratik ve daha yaygın olarak kullanılan bir diğer sınıflama Amsler-Krumeich sınıflamasıdır. Bu sınıflamada keratokonus 4 evre olarak değerlendirilmiştir. Hasta evreleme kriterlerinden bir tanesini bile taşıyorsa hastalık o evrede kabul edilmektedir.

Evre 1

Korneada eksantirik dikleşme

İndüklenmiş miyopi ve/veya astigmatizma ≤ 5.0 D

Ortalama K değeri ≤ 48.0 D

Vogt's çizgileri, tipik topografi

Evre 2

İndüklenmiş miyopi ve/veya astigmatizma > 5.0 D ≤ 8.0 D

Ortalama K değeri ≤ 53.0 D

En ince noktada pakimetrik değer ≥ 400 μ m

Evre 3

İndüklenmiş miyopi ve/veya astigmatizma > 8.0 D

Ortalama K değeri > 53.0 D

En ince noktada pakimetrik değer 200-400 μ m

Evre 4

Refraksiyon ölçülemiyor.

Ortalama K değeri > 55.0 D

Santral korneal skar var

En ince noktada pakimetrik değer ≤ 200 μ m

2.2.7.4 Alio- Shabayek Sınıflaması

Son zamanlarda yapılan yayınlarda keratokonus sınıflamasında korneal aberasyonlar, özellikle koma benzeri aberasyonların önemli olduğu belirtilmiş ve Amsler-Krumeich sınıflaması korneal aberasyonlar eklenerek Alio ve Shabayek tarafından modifiye edilmiştir.

Evre 1

Ortalama K değeri ≤ 48.0 D

Koma aberasyon $1.50- 2.50 \mu\text{m}$

Korneal skar yok

Evre 2

Ortalama K değeri $48 < K \leq 53.0$ D

Koma aberasyon $>2.50, \leq 3.50 \mu\text{m}$

Korneal skar yok

En ince noktada pakimetrik değer $> 400 \mu\text{m}$

Evre 3

Ortalama K değeri $53 < K \leq 55.0$ D

Koma aberasyon $>3.50, \leq 4.50 \mu\text{m}$

Korneal skar yok

En ince noktada pakimetrik değer $300-400 \mu\text{m}$

Evre 4

Ortalama K değeri > 55.0 D

Koma aberasyon $> 4.50 \mu\text{m}$

Korneal skar var

En ince noktada pakimetrik değer $200 \mu\text{m}$

2.2.8 Tedavi

Gözlük ile yeterli görme keskinliği elde edilememişse kontakt lens denemek gereklidir. Kontakt lens yeni bir refraktif yüzey oluşturmakta fakat korneal ektazinin ilerlemesini durdurmamaktadır. Kontakt lens keratokonusun etyolojisi için suçlansa da bu tedavi keratokonusun ilerlemesine sebep olmamaktadır. Kontakt lens en sık üç nokta teması tekniği daha az sıklıkla apikal boşluk tekniği uygulanmaktadır.

Hibrid lensler sert gaz geçirgen kontakt lensleri tolere edemeyenlerde kullanılabilir. Bu lensler eğrilik yarıçapı 5.7 mm kadar dik kornealarda uygundur. Skleral lensler 20-24 mm çapa sahipken mini-skleral lensler 14-17 mm çapa sahiptir. Mini skleral lenslerin hastalar tarafından kullanımı daha kolaydır. Korneaya temas eden yüzey daha azdır ve gözyaşı için rezervuar görevi görmektedir.(55,56) Ancak koninin apeksinde bulunan bir fibrotik skar kontakt lens intoleransına sebep olabilmektedir. Skarın topikal anestezi ile debride edilip tekrar kontakt lens kullanımına devam edilmesi daha invaziv bir cerrahiye önleyebilmektedir.

Santral skarı olmadan kontakt lens intoleransı olan ve keratometrisi 53 D'den az olan ileri keratokonuslu hastalarda intrastromal halka tedavisi uygulanabilmektedir. Cerrahi sonrasında kontakt lens veya gözlük ihtiyacının devam edeceği hastaya anlatılmalıdır. İntrastromal halka için kornea kalınlığı en az 450 µm olmalıdır.

İntrastromal halka daha sonra çıkarılabilir fakat süreç tamamen geri dönüşebilir değildir. İlerde keratoplasti gerekirse en az bir ay önce stromal halka çıkarılmış olmalıdır.

Kollajen çapraz bağlama tedavisinde (KÇB) topikal uygulanan riboflavinin etkisini arttırmak için epitel uzaklaştırıldıktan sonra klasik protokolda 30 saniye 370 nm UVA uygulanmaktadır. Riboflavinin tetiklediği kimyasal reaksiyonlar kollajenin aminogruplarındaki köprülerde kovalent bağlar oluşturmaktadır.(57) KÇB'nin asıl etki yeri 300 nm lik ön stromadır.(58) Morfolojik olarak KÇB kollajen polipeptid zincirleri arasındaki boşlukları azaltmaktadır.

KÇB korneal kurvatür ve astigmatizmayı azaltarak görme artışı sağlamaktadır. KÇB' nin en yararlı olduğu hastalar hafif progresyon gösteren hastalardır. İlerleyici keratokonus ve LASIK cerrahisi sonrası oluşan ektazilerde daha az etkilidir.

KÇB ile korneanın ön 300 µm'lik kısmında doz bağımlı bir keratosit apoptozis riski mevcuttur. İnsan korneal stromasında 400 µm' ye karşılık gelen tavşan korneasında yapılan bir çalışmada UVA nın endotele toksik olduğu bulunmuştur. Bu nedenle preoperatif korneal stroma kalınlığı en az 400 µm olmalıdır. (59,60) Yapılan çalışmalarda retina ve lens üzerine olumsuz etki saptanmamıştır.(61)

Kontakt lensle yeterli görme sağlanamadığı zaman veya diğer cerrahi girişimlere (KCB, ICR, vb.) rağmen progresyon göstermesi, görme keskinliğinin düşük olması ve keratokonusun ileri düzey olması (maksimum keratometri değeri >65D, kornea kalınlığı <350µm, yüksek akut hidrops riski) gibi durumlarda keratoplasti tavsiye edilmektedir. Keratoplasti cerrahisinin tipi hastanın bireysel ihtiyacı ve cerrahın tercihi doğrultusunda belirlenmektedir.

Penetran keratoplasti sık kullanılan bir cerrahi teknikken hafif keratokonus olgularında lamellar keratoplasti daha popülerdir. İnkomplet koni eksizyonunda keratokonus rekürrensi daha fazladır. Fleischer halkası konun tabanı olarak kabul edildiği için greft büyüklüğü bu halkanın boyutuna göre ayarlanmalıdır. Keratoplasti sonrası miyopi aynı boyutta donör kullanılarak azaltılabilir. Donör boyutunu azaltmak postoperatif hipermetropiye neden olur. Derin anterior lamellar keratoplasti (DALK) penetran keratoplastiye alternatif yeni bir tekniktir. Avantajı endotel korunduğu için rejeksiyon ve endoftalmi riski daha azdır. DALK da topikal steroid ihtiyacı daha az olduğu için iyileşme daha hızlıdır.

Cerrahi sırasında desme membranını korumak için viskoelastik veya hava enjeksiyonu yapılabilir. Ayrıca parasentez yapılarak intraoküler basınç azaltılarak perforasyon riski azaltılabilir. Desme membranı rüptürü sonucu korneal hidrops gelişebilmektedir. Görme keskinliğinde ani ve dramatik bir azalma olmaktadır. Tedavide kontakt lens, siklopleji ve hipertonic sodyum klorür kullanılmaktadır. İntrakameral hava verilmesi de mekanik bariyer oluşturarak aközün rüptüre desmeden stromaya geçişini önlemektedir.

3-GEREC VE YÖNTEM

Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı Polikliniği'ne Kasım 2017- Ekim 2018 tarihleri arasında başvuran hastalar arasında çalışma kriterlerine uygun ardışık olgular çalışmaya alındı. Çalışma için Kırıkkale Tıp Fakültesi Etik Kurulu'dan Kasım 2017 tarihli, 92 sayılı karar ile onay alındı. Hastalara uygulama öncesi ayrıntılı bilgi verilerek, aydınlatılmış onam formu alındı. Çalışma sırasında Helsinki Deklarasyonu prensiplerine uygun olarak hareket edildi.

Bütün hastalara çalışmaya başlamadan önce LogMar eşeli ile görme keskinliği ve refraksiyon muayenesi yapılarak varsa uzak ve yakın düzeltme tashihi, ayrıntılı biyomikroskopik ön segment muayenesi, fundus muayenesi, keratometri, retinoskopi yapıldı. Ek olarak muayeneleri sırasında Nidek Al Scan Optik biyometri (Nidek Co, Japonya), Sirius topografi (Sirius CSO, İtalya) ve Optik koherens tomografi (OKT)'nin (Nidek 3000 RS Advance, Nidek Co, Japonya) cihazları ile aynı gün ön segment ölçümleri yapıldı. Ölçümlerin hepsi her cihazda aynı seansta, aynı gözlemci (YA) tarafından ardışık olarak 3 defa tekrarlandı. Hastaların eğer varsa kullandıkları sert kontakt lensi 1 hafta, yumuşak kontakt lensi en az 24 saat önce bırakarak ölçüme gelmeleri sağlandı. Hastalar geçirilmiş oküler yüzey hastalıkları, oküler alerji ve atopi, ailede keratokonus öyküsü, sistemik hastalık ve ilaç kullanımı yönünden sorgulandı. Olgular keratokonus tanısı almış olgular ve kontrol grubu olmak üzere iki gruba ayrıldı.

Kontrol grubunu oluşturan olgular 18-59 yaş aralığında bulunmaktaydı. Grup oluşturulurken hastaların medikal öyküleri alındıktan sonra oküler muayeneleri yapıldı. Kontrol grubunda çalışmaya alınmama kriterleri: Öyküde birinci derece akrabalarında keratokonus hikayesi bulunması, kuru göz, allerjik konjonktivit, vernal konjonktivit ve oküler yüzey hastalığı nedeniyle tedavi almak, refraktif cerrahi geçirmek, sistemik hastalık ve ilaç kullanımı hikayesi, sferik $> \pm 2,0$ D veya silindirik $> \pm 2,0$ D kırma kusuru, ortalama keratometri değeri > 47 D, santral kornea kalınlığı < 475 μ m. Göz muayenesinde kornea anomalisi bulunanlar, daha önce herhangi bir göz cerrahisi geçirdiği tespit edilenler çalışma dışı bırakıldı. Olguların biyomikroskopik muayenesinde; özellikle korneal incelme, Vogt çizgileri, Fleischer halkası ve benzeri bulgular olmamasına dikkat edildi.

Keratokonus grubunu oluşturan hastalar, 18-58 yaş aralığında olup retinoskopi, biyomikroskopi, keratometri ve kornea topografisi kullanılarak tanısı kesinleştirilmiş olgular arasından seçildi. Retinoskopide makaslama refleksi varlığı; biyomikroskopi muayenesinde santral veya parasantral incelme, anterior konikleşme, Fleischer halkası, Vogt stria, desme membranı kırışıklıkları, bilgisayarlı kornea topografisinde santral veya parasantral dikleşmenin varlığı ile araştırıldı. Daha önce cerrahi geçirmiş; örneğin korneal halka takılıp çıkarılmış hastalar çalışma dışı bırakıldı.

Keratokonus tanısı almış grup kendi içerisinde Amsler-Krumeich keratokonus sınıflamasıyla dört alt gruba ayrıldı.

Hastaların bilgileri kaydedildikten sonra cihazlar tarama moduna getirildi. Hasta cihazın önüne oturduktan sonra hastanın çenesi ve başı uygun şekilde yerleştirildi. Hastanın gözünün görüntüsünü netleştirildi ve merkezi olarak odaklandı. Hastanın gözünü yeterince açıp, hareket ettirmemesi istendi. Tekrarlı ölçümler arasında hastanın gözünü 5 sn kırparak beklemesi ve tekrar odaklanması istendi.

Heriki gruba ait yaş, cinsiyet, refraksiyon değerleri, biyomikroskopik bulguları not edildi.

Topografi cihazı ile ;

- 3,0 mm zonda ve sim K keratometrinin (SimK: 4-8 plasido halkaları arası ortalama kurvatür değeri) en düz ve en dik değerleri,
- Merkezi kornea kalınlığı (MKK)
- Ön kamara derinliği (ÖKD)
- Limbus-limbus mesafesi (LLM)
- İridokorneal açısı (İKA)

Biyometri cihazı ile;

- 2,4 mm ve 3,3 mm zonda en düz ve en dik keratometri değerleri,
- MKK
- ÖKD
- LLM
- Aksiyel uzunluk (AL)

OCT ile MKK ölçümleri kaydedildi.

Keratokonus hastalarının tek gözünde klinik olarak keratokonus varsa o gözleri çalışmaya dahil edildi. Bilateral klinik keratokonusu olan olgular ile kontrol grubunun randomize tek gözleri çalışmaya alındı.

İstatistik Yöntem

İstatistiksel analiz SPSS 21.0 paket programı (IBM SPSS Statistics for Windows, sürüm 21.0. Armonk, NY: IBM Corp.) ve MedCalc (version 11.6.0.0; MedCalc Software bvba) kullanılarak yapıldı. Verilerin normal dağılıma uyup uymadığı Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirildi. Tanımlayıcı istatistikler ortalama \pm standart sapma olarak verildi.

KT, OB ve OKT cihazlarının SKK verileri tekrarlı ölçümler varyans analizi (ANOVA) ve post-hoc Bonferroni düzeltmesi ile karşılaştırıldı. Diğer parametreler KT ve OB cihazları arasında normal dağılan veriler için bağımlı örneklem t-testi ile, normal dağılmayanlar Wilcoxon işaretli sıralar testi ile karşılaştırıldı. Kategorik değişkenler ki-kare testi ile incelendi.

Çalışmada yer alan parametrelerin ölçüm tekrarlanabilirliği her cihazın kendi içinde 4 parametre ile değerlendirildi: 1) Gözlem içi standart sapma (GİSS): Aynı gözden alınan 3 ardışık ölçümün standart sapması 2) Gözlem içi kesinlik (GİK): Ölçülen değer ile gerçek arasındaki fark olarak tanımlanmaktadır. Gözlemlerin % 95'inde $[1,96 \times \text{GİSS}]$ formülü ile hesaplanan sayının altında olması beklenmektedir.

3) Tekrarlanabilirlik endeksi (TE): Test-tekrar test değişkenliği olarak da bilinmektedir. Hataların normal dağıldığı varsayımı altında $[2,77 \times GISS]$ formülü ile hesaplanmaktadır. TE gözlemlerin %95'inde aynı yöntem ile tekrarlanan ölçümlerin birbiri arasındaki farka dayanarak hata aralığının büyüklüğünü göstermektedir. TE ne kadar küçükse tekrarlanabilirlik o kadar iyidir. Ölçümün tekrarlanabilir olduğunu söylemek için bu endeksin çalışılan parametrenin ortalamasından küçük olması gerekmektedir. 4) Değişkenlik katsayısı (DK): $[100 \times (GISS/ \text{Aynı gözden alınan 3 ölçümün ortalaması})]$ formülü ile hesaplandı. Bir parametrenin DK değeri, tüm gözlerdeki DK değerlerinin ortalaması alınarak hesaplanmakta ve yüzde olarak ifade edilmektedir. Bu katsayı ne kadar düşükse ölçümün varyasyonu o kadar düşüktür ve tekrarlanabilirlik o kadar iyidir. Düşük DK değerleri daha yüksek tekrarlanabilirlik anlamına gelse de standart bir eşik değeri bulunmamaktadır.

Her cihazın kendi içinde güvenilirliği sınıf içi korelasyon katsayısı (SKK) ile değerlendirildi. Güvenilirlik, bir ölçüm sürecinde ölçüm işleminin tekrarlarındaki tutarlılık olarak tanımlanmaktadır. Gözlemci içi güvenilirlik aynı gözlemci ve ölçüm aracıyla aynı koşullarda aynı denekte aynı sonucun alınması demektir. SIKK tekrarlanan ölçümlerin veri kümelerinin tutarlılığını yansıtmaktadır. Çalışmamızda her parametre için aynı gözlemci tarafından yapılan 3 ölçümün SKK değeri iki yönlü karma etki modeli ve mutlak uyum yöntemi seçilerek hesaplanmıştır. SKK için 0,50'den küçük değerler güvenilirliğin yetersiz olduğunu; 0,50 ile 0,75 arasındaki değerler orta düzeyde güvenilirliği; 0,75 ile 0,90 arasındaki değerleri iyi düzey güvenilirliği; 0,90'dan büyük değerler ise mükemmel güvenilirliği göstermektedir.

(62)

4-BULGULAR

Çalışmamıza 82 keratokonus hastasının 82 gözü ile 100 sağlıklı gönüllünün 100 gözü alındı. Keratokonus grubu Grup 1, sağlıklı olgular Grup 2 olarak adlandırıldı. Grup 1’de Amsler-Krumeich sınıflamasına göre 32 hasta evre 1, 28 hasta evre 2, 13 hasta evre 3, 9 hasta evre 4 şiddetinde keratokonusa sahipti. Dokuz hasta cross-linking cerrahisi geçirmişti.

Grup 2’de tüm olguların düzeltilmiş görme keskinliği tam veya tama yakındı. Refraksiyon kusurları sferik değer olarak $\pm 2,0$ D’nin, silindirik $\pm 2,0$ D’nin altında idi. Ortalama keratometri değerleri $< 47D$ (40,1 D - 46,8 D) idi. SKK 475 μm ile 602 μm arasındaydı.

4.1. Yaş dağılımı

Olguların yaş ortalaması Grup 1’ de $30,63 \pm 9,56$ olup Grup 2’ de $30,55 \pm 8,76$ idi. (Tablo 1) Gruplar arasında yaş açısından istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu.

Tablo 1. Gruplarda yaş dağılımı

YAŞ	Ortalama (yıl)	\pm SD	Min-Maks
Grup 1	30,63	$\pm 9,56$	18-58
Grup 2	30,55	$\pm 8,76$	18-59
p değeri	0,951		

Bağımsız örneklem t-testi

4.2. Cinsiyet dağılımı

Seksen iki keratokonus hastasının 44’ü kadın 38’i erkekti. Kontrol grubunda 51 kadın 49 erkek bulunmaktaydı. (Tablo 2) Gruplar arasında cinsiyet açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu.

Tablo 2. Gruplarda cinsiyet dağılımı

CİNSİYET	Kadın	Erkek
Grup 1	44 (%53,7)	38 (%46,3)
Grup 2	51 (%51)	49 (%49)
<i>p</i> değeri	0,721	

Ki-kare testi

4.3. Sağ ve sol gözlerin dağılımı

82 keratokonus hastasının 42'sinin sağ gözü 40'inin sol gözü çalışmaya alınmıştı. Kontrol grubunda 52 sağ göz 48 sol göz bulunmaktaydı. (Tablo 3) Gruplar arasında cinsiyet açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu.

Tablo 3. Gruplarda sağ ve sol gözlerin dağılımı

	Sağ göz	Sol göz
Grup 1	42(%51)	40 (%49)
Grup 2	52 (%52)	48 (%48)
<i>p</i> değeri	0,917	

Ki-kare testi

4.4. En düz keratometri**4.4.1. KT ve OB cihazlarında en düz keratometri ortalama değerleri**

OB ile en düz keratometri ölçümleri 2,4 mm ve 3,3 mm olmak üzere iki ayrı zondan alındı. 2,4 mm zondan yapılan ölçümlerde 82 hastanın 78'inde ölçüm elde edilebildi. Ölçüm alınamayan 4 hastanın ikisinde evre 4, birinde evre 3, diğerinde evre 2 keratokonus mevcuttu. Grup 2'de ölçüm alınamayan olgu yoktu. 3,3 mm zondan 75 hastada ölçüm alınabildi. KT cihazıyla SimK ve 3,0 mm zondan keratometri değerleri ölçüldü. KT cihazı ile çalışmadaki tüm olgularda ölçüm elde edilebildi. Keratometri ölçümleri kurvatür yarıçapı cinsinden birimi mm olarak kaydedildi ve Tablo 4'te verildi. En düz keratometri ölçümlerinin büyükten küçüğe doğru sıralaması Grup 1'de KT-En düz sim K > OB-En düz K 3,3 mm > KT-En düz K 3,0 mm > OB-En düz K 2,4 mm şeklindeydi. Grup 2'de ise KT-En düz 3,0 mm > KT-En düz sim K > OB-En düz K 3,3 mm > OB-En düz K 2,4 mm şeklindeydi.

Tablo 4. Cihazlarda en düz keratometri ölçümlerinin dağılımı

Parametre	Grup	Ortalama (mm)	± SD	Min-Maks
OB-En düz K 2,4 mm	Grup 1	7,19	± 0,52	5,41 - 7,99
	Grup 2	7,93	± 0,27	7,18 - 8,60
OB-En düz K 3,3 mm	Grup 1	7,23	± 0,45	5,90 - 8,12
	Grup 2	7,91	± 0,25	7,19 - 8,56
KT-En düz K 3,0 mm	Grup 1	7,19	± 0,55	5,06 - 8,06
	Grup 2	7,93	± 0,26	7,16 - 8,48
KT-En düz sim K	Grup 1	7,29	± 0,45	5,97 - 8,19
	Grup 2	7,93	± 0,26	7,17 - 8,50

4.4.2. KT ve OB cihazları arasında en düz keratometri ölçümlerinin karşılaştırılması

Grup 1’de OB-En düz K 3,3 mm ile KT-En düz K 3,0 mm arasında anlamlı fark izlenmedi. Diğer tüm ölçümler arasında anlamlı istatistiksel fark saptandı.

Grup 2’de en düz keratometri ölçümlerinin hiçbirinde iki cihaz arasında istatistiksel anlamlı fark yoktu. Bu sonuçlarla normal gönüllülerde biyometri ve topografi cihazıyla alınan en düz keratometri ölçümlerinin birbiri yerine kullanılabileceği düşünüldü.

Tablo 5. Cihazlardaki en düz keratometri parametrelerinin karşılaştırılması

Parametreler	Grup	Ortalama fark	%95 güven aralığı		p değeri
			Üst değer	Alt değer	
OB-En düz K 2,4 mm ile KT-En düz K 3,0 mm	Grup 1	-0,053±0,19	-0,009	-0,097	0,005*
	Grup 2	0,004±0,06	0,017	-0,009	0,557 ^α
OB-En düz K 3,3 mm ile KT-En düz K 3,0 mm	Grup 1	-0,011±0,13	0,019	-0,042	0,468 ^α
	Grup 2	0,009±0,11	0,033	-0,015	0,464 ^α
OB-En düz K 2,4 mm ile KT-En düz sim K	Grup 1	-0,138±0,21	-0,088	-0,187	<0,001*
	Grup 2	0,005±0,05	0,016	-0,004	0,264 ^α
OB-En düz K 3,3 mm ile KT-En düz sim K	Grup 1	-0,096±0,12	-0,068	-0,123	<0,001^α
	Grup 2	0,012±0,10	0,034	-0,010	0,279 ^α
KT-En düz sim K ile KT-En düz 3,0 mm	Grup 1	0,101±0,14	0,133	0,069	<0,001^α
	Grup 2	-0,001±0,06	0,010	-0,013	0,766 ^α
OB-En düz K 2,4 mm ile OB-En düz K 3,3 mm	Grup 1	-0,030±0,11	-0,003	-0,057	0,004*
	Grup 2	-0,003±0,09	0,016	-0,023	0,709 ^α

*Wilcoxon işaretli sıralar testi, ^α bağımlı örneklem t-testi

4.4.3 En düz keratometri ölçümlerinin güvenilirliği ve tekrarlanabilirliği

Hem Grup 1’de hem Grup 2’de güvenilirlik mükemmeldi; SKK hepsinde >0,9 idi. Tekrarlanabilirlik iki grupta da oldukça yüksekti; DK değerleri iki cihazda %1’in altındaydı.

Tablo 6. Grup 1’de en düz keratometri güvenilirlik ve tekrarlanabilirlik analizi.

Keratokonus	SKK	%95 güven aralığı	GİSS	DK%	GİK	TE
		Alt-üst sınır				
KT-En düz 3,0 mm K	0,987	0,985-0,993	0,064	0,92	0,125	0,177
KT-En düz sim K	0,994	0,992-0,996	0,035	0,50	0,068	0,097
OB-En düz K 2,4 mm	0,998	0,996-0,998	0,025	0,35	0,049	0,069

SKK: Sınıf içi korelasyon katsayısı; GİSS: Gözlem içi standart sapma; DK: Değişkenlik katsayısı; GİK: Gözlem içi kesinlik; TE: Tekrarlanabilirlik endeksi. Güvenilirlik analizi için *p* değeri hepsinde <0,001’dir.

Tablo 7. Grup 2’de en düz keratometri güvenilirlik ve tekrarlanabilirlik analizi.

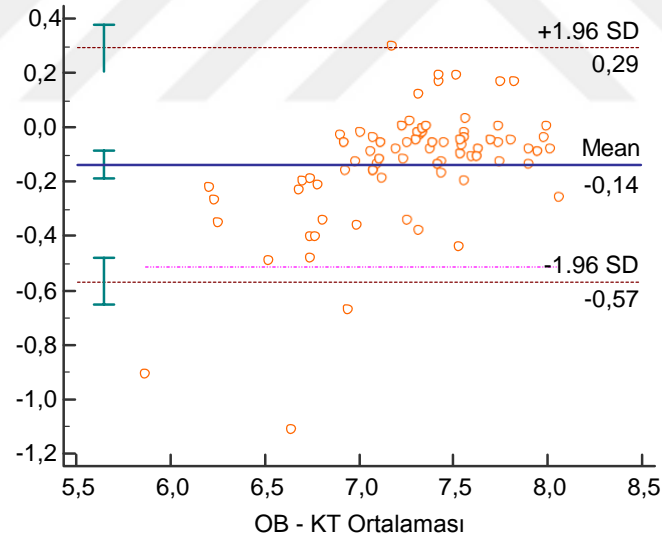
GRUP 2	SKK	%95 güven aralığı	GİSS	DK%	GİK	TE
		Alt-üst sınır				
KT- En düz 3,0 mm K	0,973	0,963-0,981	0,037	0,47	0,072	0,102
KT- En düz sim K	0,984	0,977-0,988	0,026	0,33	0,051	0,072
OB- En düz K 2,4 mm	0,997	0,995-0,998	0,016	0,21	0,031	0,044
OB- En düz K 3,3 mm	0,977	0,966-0,984	0,019	0,24	0,037	0,053

SKK: Sınıf içi korelasyon katsayısı; GİSS: Gözlem içi standart sapma; DK: Değişkenlik katsayısı; GİK: Gözlem içi kesinlik; TE: Tekrarlanabilirlik endeksi. Güvenilirlik analizi için *p* değeri hepsinde <0,001’dir.

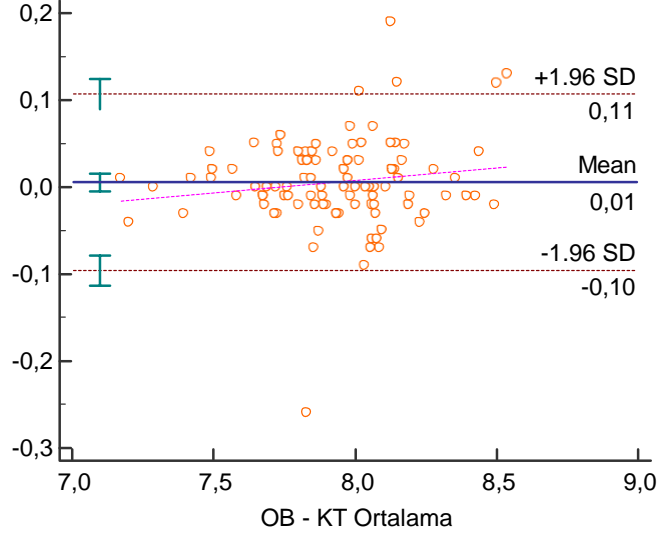
4.4.4 En düz keratometri ölçümlerinin Bland-Altman Grafikleri ile cihazlar arası uyumluluk analizi

Bland-Altman grafikleri ölçümler arasındaki uyumu göstermektedir. Ölçümler arası fark düz çizgi ile, uyum aralığının %95'ini belirten sınırlar kesik çizgi ile, bu sınırların güven aralığı yeşil dikey çizgilerle, ölçümler arası farkın ölçüm ortalamasına göre değişim eğilimi pembe kesik çizgi ile gösterilmiştir.

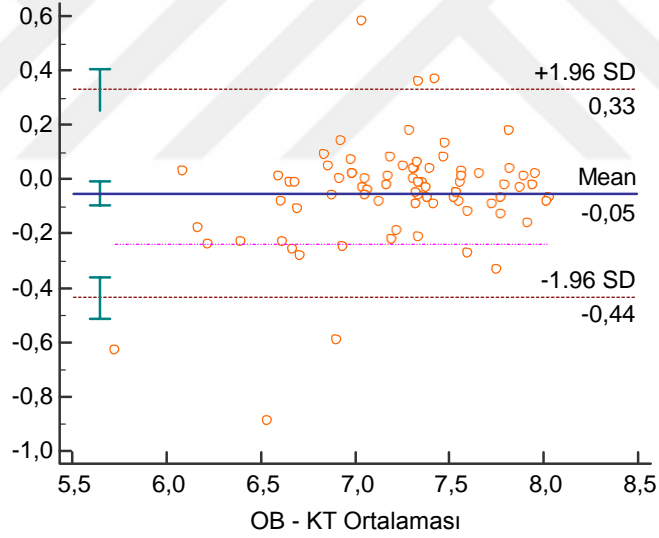
Çalışmamızda OB ve KT ile yapılan en düz keratometri ölçümlerinin uyumluluk güven aralıkları Grup 1'de Grup 2'ye göre daha geniştir. Bland-Altman grafiklerine göre en düz keratometri parametresi için cihaz uyumluluğunun keratokonus hastalarında normal gözlere göre azaldığını söylemek mümkündür (Şekil 1-8). Örneğin Şekil 1'de Grup 1'de OB-2,4 mm-en düz K ile KT-en düz SimK ölçümü arasında 0,86 mm'lik ($0,29 + 0,57 = 0,86$) bir uyum aralığı varken, bu aralık Grup 2'de 0,21 mm idi ($0,11 + 0,10 = 0,21$) (Şekil 2).



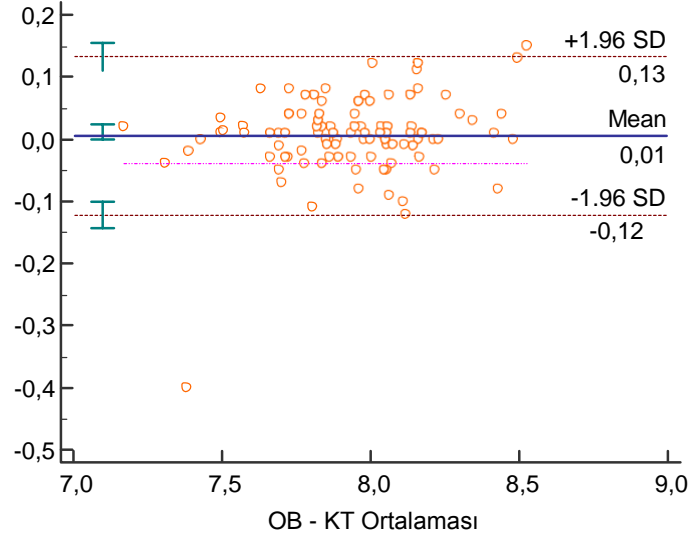
Şekil 1. Grup 1'de OB (Optik Biyometri) ile 2,4 mm zondan alınan en düz keratometri ölçümü ile KT (Kornea Topografisi) En düz SimK ölçümü arasındaki Bland-Altman grafiği



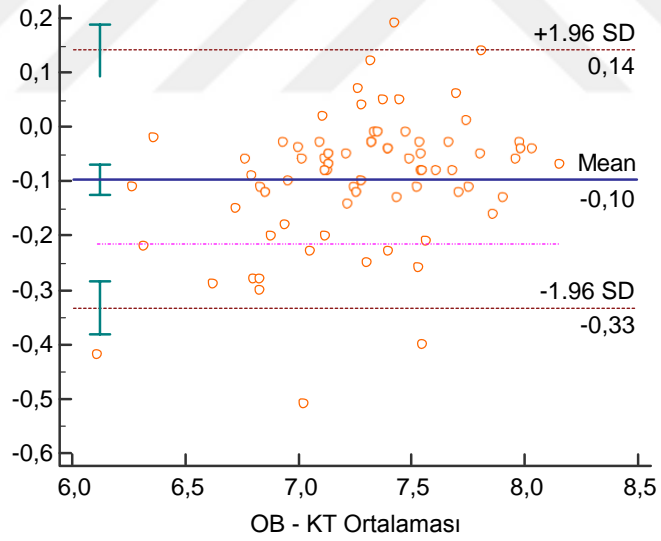
Şekil 2. Grup 2’de OB (Optik Biyometri) ile 2,4 mm zondan alınan en düz keratometri ölçümü ile KT (Kornea Topografisi) En düz SimK ölçümü arasındaki Bland-Altman grafiği



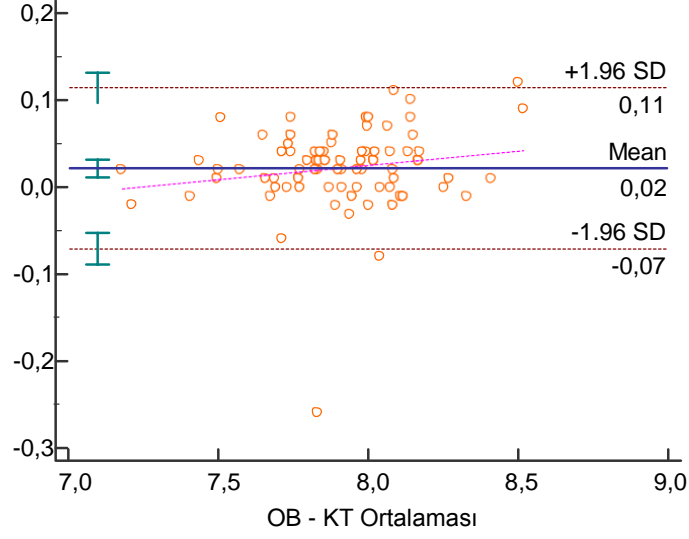
Şekil 3. Grup 1’de OB (Optik Biyometri) ile 2,4 mm zondan alınan en düz keratometri ölçümü ile KT (Kornea Topografisi) ile 3,0 mm zondan alınan en düz keratometri ölçümü arasındaki Bland-Altman grafiği



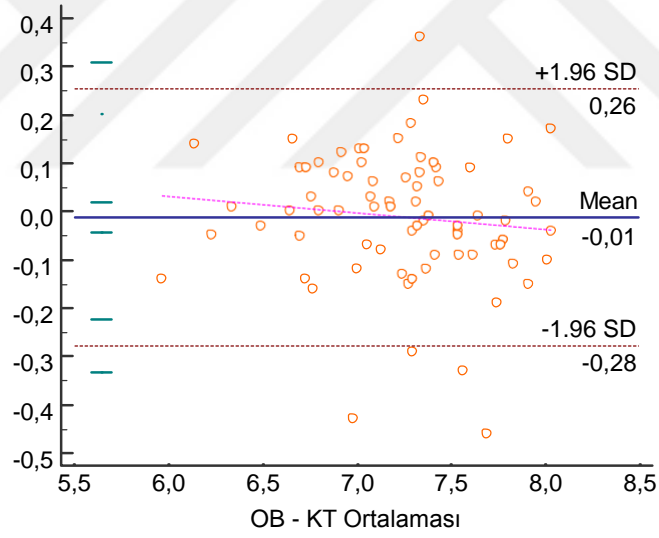
Şekil 4. Grup 2’de OB (Optik Biyometri) ile 2,4 mm zondan alınan en düz keratometri ölçümü ile KT (Kornea Topografisi) ile 3,0 mm zondan alınan en düz keratometri ölçümü arasındaki Bland-Altman grafiği



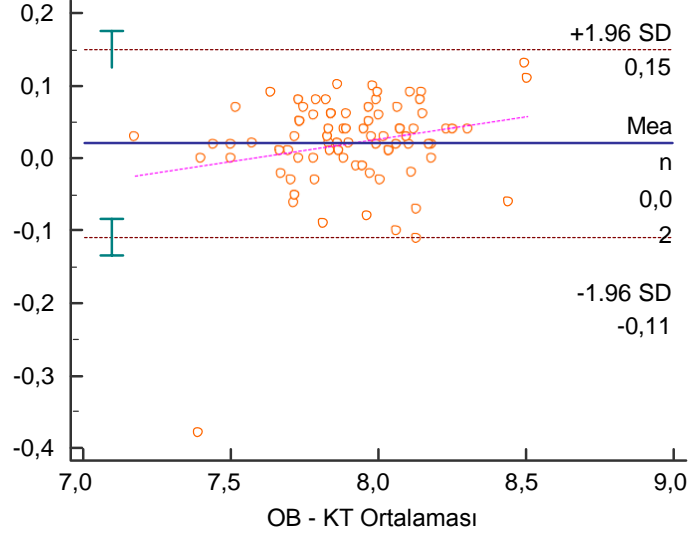
Şekil 5. Grup 1’de OB (Optik Biyometri) ile 3,3 mm zondan alınan en düz keratometri ölçümü ile KT (Kornea Topografisi) ile en düz SimK ölçümü arasındaki Bland-Altman grafiği



Şekil 6. Grup 2’de OB (Optik Biyometri) ile 3,3 mm zondan alınan en düz keratometri ölçümü ile KT (Kornea Topografisi) ile en düz SimK ölçümü arasındaki Bland-Altman grafiği



Şekil 7. Grup 1’de OB (Optik Biyometri) ile 3,3 mm zondan alınan en düz keratometri ölçümü ile KT (Kornea Topografisi) ile 3,0 mm zondan alınan en düz keratometri ölçümü arasındaki Bland-Altman grafiği



Şekil 8. Grup 2’de OB (Optik Biyometri) ile 3,3 mm zondan alınan en düz keratometri ölçümü ile KT (Kornea Topografisi) ile 3,0 mm zondan alınan en düz keratometri ölçümü arasındaki Bland-Altman grafiği

4.5. En dik keratometri ölçümleri

4.5.1 KT ve OB cihazlarında en dik keratometri ortalama değerleri

OB ile en dik keratometri ölçümleri 2,4 ve 3,3 mm olmak üzere iki ayrı zondan alındı. 2,4 mm zonundan alınan ölçümlerde cihaz 82 hastanın 78’inde ölçüm alabildi. Ölçüm alınamayan 4 gözün ikisinde evre 4, birinde evre 3, diğerinde ise evre 2 keratokonus mevcuttu. Grup 2’de ölçüm alınamayan olgu yoktu. 3,3 mm zondan OB ile 75 gözde ölçüm alınabildi. KT cihazıyla 3.0 mm ve SimK ölçümleri alındı. 82 hastanın ve 100 olgunun hepsinde KT cihazıyla ölçüm elde edilebildi.

Grup 1’de en dik keratometri ölçümleri KT-En düz sim K > KT-En düz 3,0 mm > OB-En düz K 3,3 mm > OB-En düz K 2,4 mm şeklindeydi. Grup 2’de ise KT-En düz sim K > OB-En düz K 3,3 mm > OB-En düz K 2,4 mm > KT-En düz 3,0 mm şeklindeydi.

Tablo 8. Cihazlarda en dik keratometri ölçümlerinin dağılımı

Parametre	Grup	Ortalama (mm)	± SD	Min-Maks
OB-En dik K 2,4 mm	Grup 1	6,60	± 0,51	5,37-7,63
	Grup 2	7,72	± 0,27	6,99-8,26
OB-En dik K 3,3 mm	Grup 1	6,74	± 0,46	5,55-7,70
	Grup 2	7,69	± 0,24	7,02-8,19
KT-En dik K 3,0 mm	Grup 1	6,59	± 0,63	4,38-7,78
	Grup 2	7,71	± 0,27	6,87-8,24
KT-En dik sim K	Grup 1	6,81	± 0,50	5,31-7,91
	Grup 2	7,74	± 0,26	7,07-8,28

4.5.2 KT ve OB cihazları arasında en dik keratometri ölçümlerinin karşılaştırılması

Grup 1’de tüm parametreler arasında anlamlı istatistiksel fark saptandı. Bu sonuçlarla keratokonus hastalarında OB ve KT ile yapılan en dik keratometri ölçümlerinin birbiri yerine kullanılamayacağı düşünüldü.

Grup 2’de KT-En düz sim K ve KT-En düz 3,0 mm arasında istatistiksel fark vardı ve birbiri yerine kullanılamayacağı düşünüldü. Diğer ölçümler arasında istatistiksel anlamlı fark izlenmedi. Bu sonuçlarla normal olgularda biyometri ve topografi cihazıyla alınan en dik keratometri ölçümlerinin birbiri yerine kullanılabileceği düşünüldü.

Tablo 9. Cihazlardaki en dik keratometri parametrelerinin karşılaştırılması

Parametre	Grup	Ortalama fark	%95 güven aralığı		p değeri
			Üst değer	Alt değer	
OB-En dik K 2,4 mm ile KT-En dik K 3,0 mm	Grup 1	0,101±0,14	0,133	0,069	0,001*
	Grup 2	0,000±0,05	0,011	-0,010	0,911*
OB-En dik K 3,3 mm ile KT-En dik K 3,0 mm	Grup 1	0,063±0,19	0,108	0,017	0,007^a
	Grup 2	0,021±0,10	0,044	-0,001	0,072*
OB-En dik K 2,4 mm ile KT-En dik sim K	Grup 1	-0,275±0,23	-0,223	-0,327	<0,001^a
	Grup 2	-0,022±0,04	-0,013	-0,032	<0,001^a
OB-En dik K 3,3 mm ile KT-En dik sim K	Grup 1	-0,130±0,16	-0,092	-0,169	<0,001^a
	Grup 2	-0,000±0,09	0,020	-0,022	0,938 ^a
OB-En dik K 2,4 mm ile OB-En dik 3,3 K	Grup 1	-0,143±0,17	-0,104	-0,183	<0,001*
	Grup 2	-0,019±0,09	0,000	-0,040	0,058*
KT-En dik sim K ile KT-En dik K 3,0 mm	Grup 1	0,222±0,18	0,263	0,181	<0,001^a
	Grup 2	0,023±0,04	0,033	0,013	<0,001^a

^a Bağımlı örneklem t-testi, *Wilcoxon işaretli sıralar testi

4.5.3 En dik keratometri ölçümlerinin güvenilirliği ve tekrarlanabilirliği

Her iki grupta güvenilirlik mükemmeldi; SKK hepsinde $>0,9$ idi. Tekrarlanabilirlik iki grupta da oldukça yüksekti; DK değerleri iki cihazda %1'in altındaydı.

Tablo 10. Grup 1'de en dik keratometri ölçüm güvenilirlik ve tekrarlanabilirlik analizi

GRUP 1	SKK	%95 güven aralığı	GİSS	DK%	GİK	TE
		Alt-üst sınır				
KT-En dik K 3,0mm	0,989	0,985-0,993	0,062	0,99	0,121	0,171
KT-En dik sim K	0,992	0,992-0,995	0,040	0,59	0,078	0,111
OB- En dik K 2,4 mm	0,998	0,998-0,999	0,025	0,37	0,049	0,069

SKK: Sınıf içi korelasyon katsayısı; GİSS: Gözlem içi standart sapma; DK: Değişkenlik katsayısı; GİK: Gözlem içi kesinlik; TE: Tekrarlanabilirlik endeksi. Güvenilirlik analizi için p değeri hepsinde $<0,001$ 'dir.

Tablo 11. Grup 2'de en dik keratometri ölçüm güvenilirlik ve tekrarlanabilirlik analizi

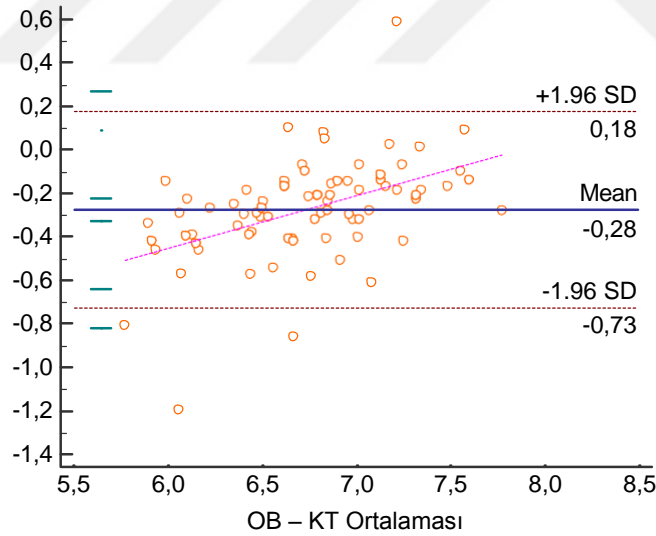
GRUP 2	SKK	%95 güven aralığı	GİSS	DK%	GİK	TE
		Alt-üst sınır				
KT-En dik K 3,0mm	0,950	0,930-0,965	0,046	0,63	0,090	0,127
KT-En dik sim K	0,981	0,973-0,986	0,032	0,43	0,063	0,089
OB- En dik K 2,4 mm	0,998	0,997-0,998	0,016	0,21	0,031	0,044

SKK: Sınıf içi korelasyon katsayısı; GİSS: Gözlem içi standart sapma; DK: Değişkenlik katsayısı; GİK: Gözlem içi kesinlik; TE: Tekrarlanabilirlik endeksi. Güvenilirlik analizi için p değeri hepsinde $<0,001$ 'dir.

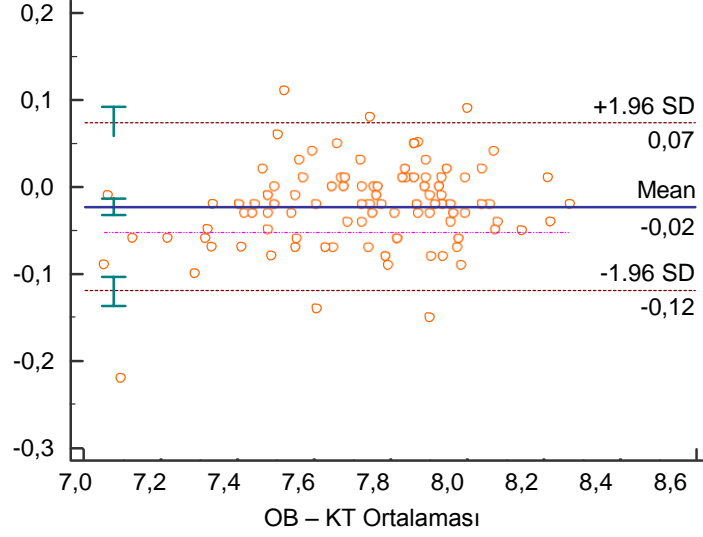
4.5.4 En dik keratometri ölçümlerinin Bland-Altman Grafikleri ile cihazlar arası uyumluluk analizi

Bland-Altman grafikleri ölçümler arasındaki uyumu göstermektedir. Ölçümler arası fark düz çizgi ile, uyum aralığının %95'ini belirten sınırlar kesik çizgi ile, bu sınırların güven aralığı yeşil dikey çizgilerle, ölçümler arası farkın ölçüm ortalamasına göre değişim eğilimi pembe kesik çizgi ile gösterilmiştir.

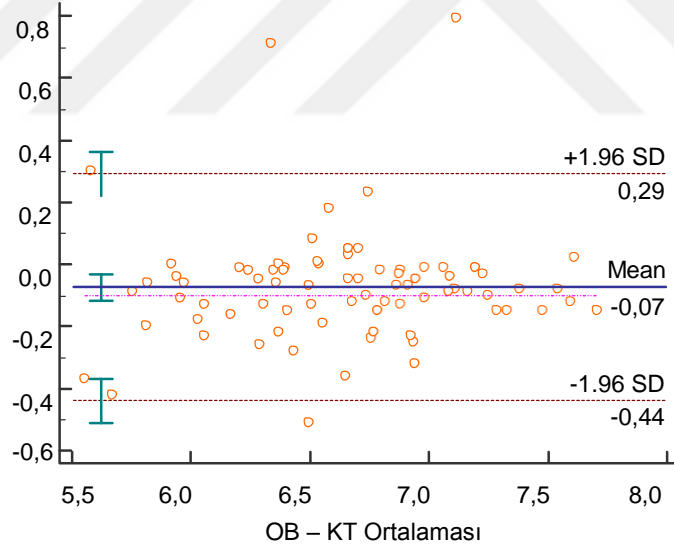
OB ve KT ile yapılan en dik keratometri ölçümlerinin hepsinde uyum aralığının %95 sınırları Grup 2'de Grup 1'e göre birbirine daha yakındı. Bland-Altman grafiklerine göre en dik keratometri parametresi için cihaz uyumluluğunun keratokonus hastalarında normal gözlere göre azaldığını söylemek mümkündür (Şekil 9-16). Örneğin Şekil 9'da Grup 1'de OB ile 2,4 mm zondan alınan en dik keratometri ölçümü ile KT en dik SimK ölçümü arasındaki uyum aralığı 0,91 mm ($0,18 + 0,73 = 0,91$) iken, aynı parametreler için Grup 2'de aralık sadece 0,19 mm ($0,07 + 0,12 = 0,19$) idi (Şekil 10).



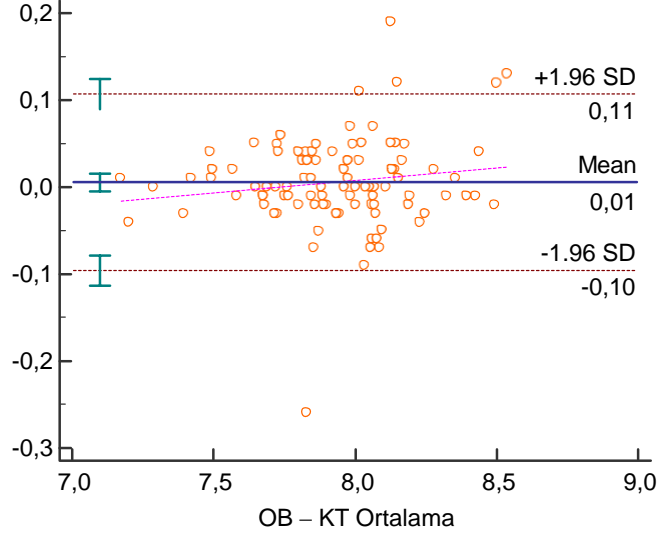
Şekil 9. Grup 1'de OB (Optik Biyometri) ile 2,4 mm zondan alınan en dik keratometri ölçümü ile KT (Kornea Topografisi) en dik SimK ölçümü arasındaki Bland-Altman grafiği



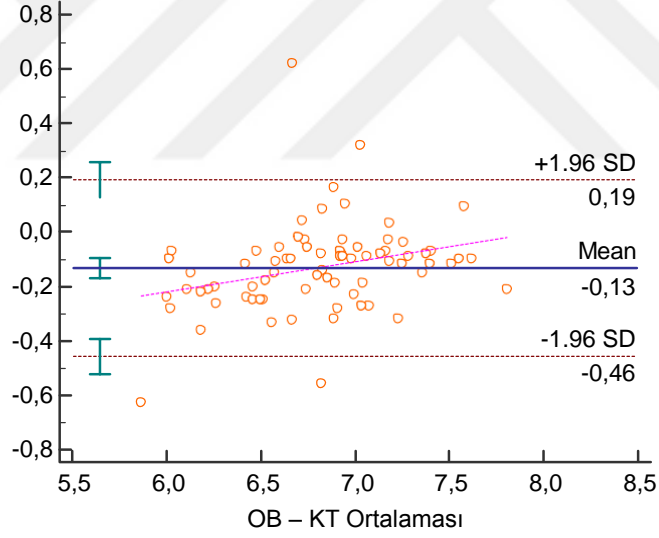
Şekil 10. Grup 2'de OB (Optik Biyometri) ile 2,4 mm zondan alınan en dik keratometri ölçümü ile KT (Kornea Topografisi) en dik SimK ölçümü arasındaki Bland-Altman grafiği



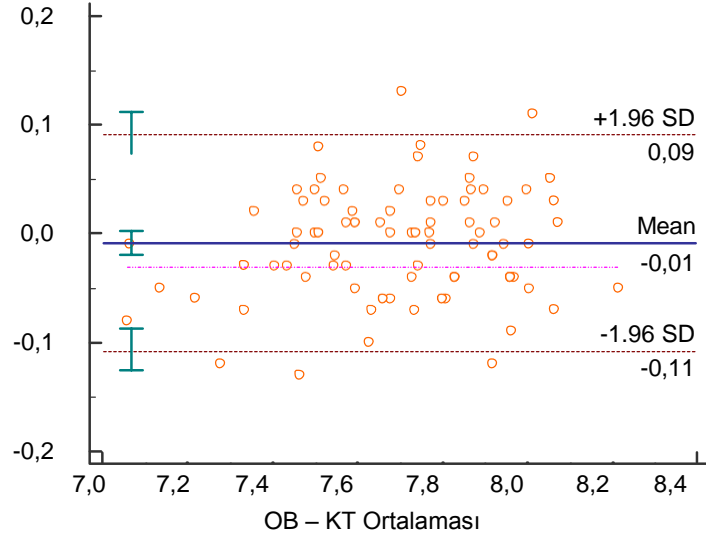
Şekil 11. Grup 1'de OB (Optik Biyometri) ile 2,4 mm zondan alınan en dik keratometri ölçümü ile KT (Kornea Topografisi) ile 3,0 mm zondan alınan en dik keratometri ölçümü arasındaki Bland-Altman grafiği



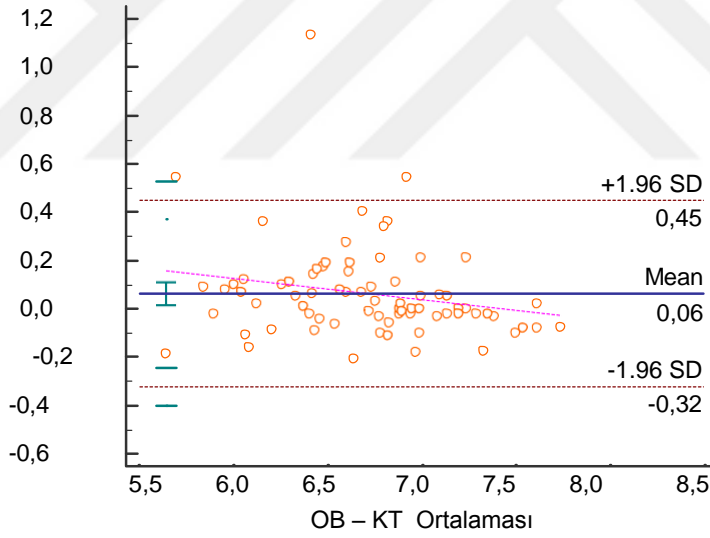
Şekil 12. Grup 2’de OB (Optik Biyometri) ile 2,4 mm zondan alınan en dik keratometri ölçümü ile KT (Kornea Topografisi) ile 3,0 mm zondan alınan en dik keratometri ölçümü arasındaki Bland-Altman grafiği



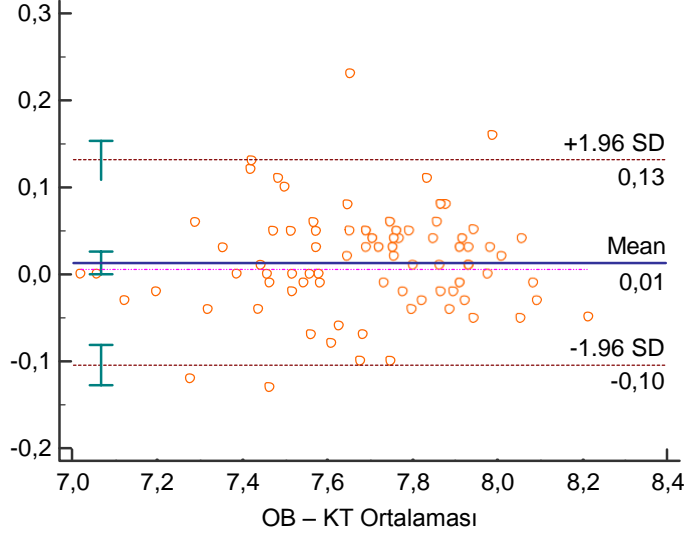
Şekil 13. Grup 1’de OB (Optik Biyometri) ile 3,3 mm zondan alınan en dik keratometri ölçümü ile KT (Kornea Topografisi) en dik SimK ölçümü arasındaki Bland-Altman grafiği



Şekil 14. Grup 2’de OB (Optik Biyometri) ile 3,3 mm zondan alınan en dik keratometri ölçümü ile KT (Kornea Topografisi) en dik SimK ölçümü arasındaki Bland-Altman grafiği



Şekil 15. Grup 1’de OB (Optik Biyometri) ile 3,3 mm zondan alınan en dik keratometri ölçümü ile KT (Kornea Topografisi) ile 3,0 mm zondan alınan en dik keratometri ölçümü arasındaki Bland-Altman grafiği



Şekil 16. Grup 2’de OB (Optik Biyometri) ile 3,3 mm zondan alınan en dik keratometri ölçümü ile KT (Kornea Topografisi) ile 3,0 mm zondan alınan en dik keratometri ölçümü arasındaki Bland-Altman grafiği

4.6 Merkezi kornea kalınlığı

Grup 1 de KT cihazıyla tüm hastalarda MKK ölçümü alınabildi. OB ile 74 hastada ölçüm alınabildi. OB ile ölçüm alınamayan 8 keratokonuslu gözün dördü evre 1, ikisi evre 2, biri evre 3, biri de evre 4’tü. OKT ile ise yine 74 hastada ölçüm alınabildi. Ölçüm alınamayan hastaların beşi evre 1, üçü evre 2’ydi. Bu nedenle ölçüm alınamamasının hastalığın ileri evre olması nedeniyle değil, hasta uyumsuzluğu ile ilişkili olabileceği düşünüldü. Grup 2’de tüm cihazlar ile tüm gönüllülerden ölçüm elde edilebildi.

4.6.1 Cihazlarda MKK ortalama değerleri

Grup 1’de ve Grup 2’de en yüksek MKK ölçümleri OKT cihazı ile alınırken en düşük ölçümler OB ile elde edildi. En kalın MKK değerinden en inceye doğru; sıralama OKT > KT > OB şeklindeydi.

Tablo 12. OB (Optik Biyometri), KT (Kornea Topografisi) ve OKT (Optik Koherens Tomografi) cihazlarında ölçülen ortalama MKK değerlerinin dağılımı

Cihaz	Grup	Ortalama (μm)	\pm SD	Min-Maks
OB	Grup 1	445,37	\pm 38,09	350-530
	Grup 2	518,84	\pm 33,53	449-648
KT	Grup 1	464,91	\pm 55,27	334-645
	Grup 2	541,11	\pm 27,79	469-614
OKT	Grup 1	474,37	\pm 45,07	334-570
	Grup 2	550,08	\pm 26,77	489-611

4.6.2 Cihazlar arası MKK ölçümü karşılaştırması

Cihazlar kendi aralarında ikili olarak karşılaştırıldığında; korneanın MKK değerleri açısından her iki grupta tüm cihazlar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardı (Tablo 13). Her iki grupta da MKK ölçümünde hiçbir cihazın birbiri yerine kullanılamayacağı düşünüldü. Cihazlar arası en büyük fark OB ile OKT arasındaydı. Tüm ikili karşılaştırmalarda cihazlar arası fark Grup 1’de Grup 2’ye göre daha yüksekti.

Tablo 13. OB (Optik Biyometri), KT (Kornea Topografisi) ve OKT (Optik koherens tomografi) cihazları arasında MKK değerlerinin ikili karşılaştırmaları

Parametre	Grup	Ortalama fark	%95 güven aralığı		p değeri
			Üst değer	Alt değer	
KT-MKK ile OB-MKK	Grup 1	22,74 \pm 15,50	26,33	19,15	<0,001 ^a
	Grup 2	22,27 \pm 16,93	25,63	18,91	<0,001 ^a
OKT-MKK ile OB-MKK	Grup 1	36,89 \pm 15,24	40,64	33,14	<0,001 [*]
	Grup 2	31,24 \pm 16,03	34,42	28,06	<0,001 ^a
OKT-MKK ile KT- MKK	Grup 1	14,87 \pm 21,58	19,88	9,88	<0,001 [*]
	Grup 2	8,97 \pm 8,35	10,63	7,31	<0,001 ^a

* Wicoxon işaretli sıralar testi, ^a bağımlı örnekleme t-testi

4.6.3 OB, KT ve OKT cihazları ile elde edilen MKK ölçümlerinin güvenilirlik ve tekrarlanabilirlik analizi

Grup 1’de MKK için tekrarlanabilirlik OB ile oldukça iyiydi; DK değeri < %1. DK diğer iki cihaz için %3’ün altındaydı. TE, OB cihazında 6 µm’nin altındayken, bu hata payı KT ile 25 µm’ye çıkabilmekteydi.

Grup 2’de tekrarlanabilirlik tüm cihazlarda keratokonus grubuna göre daha iyiydi; DK <%1. TE, tüm cihazlarda 9µm’nin altındaydı.

Güvenilirlik her iki grupta tüm cihazlar için mükemmeldi; SKK >0,9. Ancak güven aralıkları incelendiğinde KT ile alt sınırın iyi düzeye inebildiği, OB ve OKT cihazlarının MKK ölçümünü daha güvenilir yaptığı söylenebilir.

Tablo 14. Grup 1’de MKK için güvenilirlik ve tekrarlanabilirlik analizi

GRUP 1	SKK	%95 güven aralığı Alt-üst sınır	GİSS	DK%	GİK	TE
OB	0,998	0,998-0,999	1,919	0,43	3,761	5,315
KT	0,920	0,884-0,946	9,35	2,44	18,326	25,899
OKT	0,978	0,967-0,985	6,95	1,47	13,622	19,251

SKK: Sınıf içi korelasyon katsayısı; GİSS: Gözlem içi standart sapma; DK: Değişkenlik katsayısı; GİK: Gözlem içi kesinlik; TE: Tekrarlanabilirlik endeksi; OB: Optik biyometri; KT: Kornea topografisi; OKT: Optik koherens tomografi. Güvenilirlik analizi için *p* değeri hepsinde <0,001’dir.

Tablo 15. Grup 2’de MKK için güvenilirlik ve tekrarlanabilirlik analizi

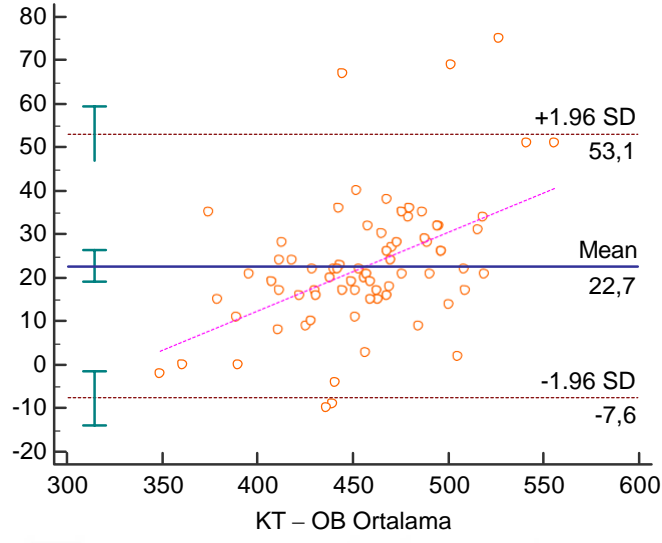
GRUP 2	SKK	%95 güven aralığı Alt-üst sınır	GİSS	DK	GİK	TE
OB	0,998	0,998-0,999	1,667	0,32	3,267	4,617
KT	0,990	0,886-0,993	3,18	0,58	6,232	8,808
OKT	0,995	0,993-0,997	2,82	0,51	5,527	7,811

SKK: Sınıf içi korelasyon katsayısı; GİSS: Gözlem içi standart sapma; DK: Değişkenlik katsayısı; GİK: Gözlem içi kesinlik; TE: Tekrarlanabilirlik endeksi; OB: Optik biyometri; KT: Kornea topografisi; OKT: Optik koherens tomografi. Güvenilirlik analizi için p değeri hepsinde $<0,001$ ’dir.

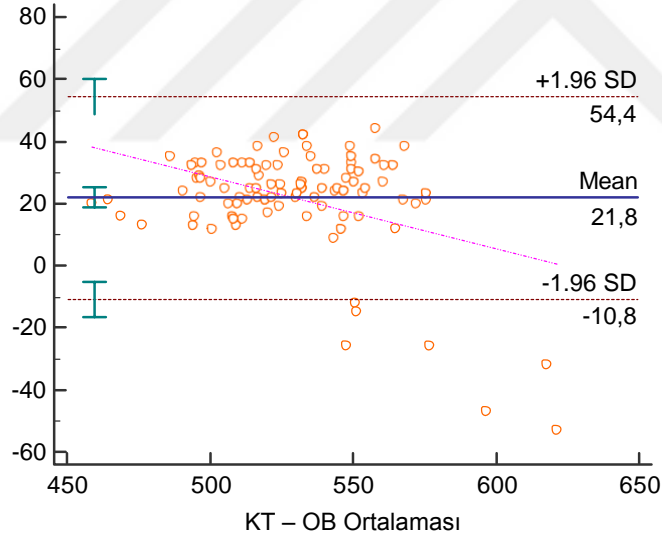
4.6.4 MKK ölçümlerinin Bland-Altman Grafikleri ile cihazlar arası uyumluluk analizi

Bland-Altman grafikleri ölçümler arasındaki uyumu göstermektedir. Ölçümler arası fark düz çizgi ile, uyum aralığının %95’ini belirten sınırlar kesik çizgi ile, bu sınırların güven aralığı yeşil dikey çizgilerle, ölçümler arası farkın ölçüm ortalamasına göre değişim eğilimi pembe kesik çizgi ile gösterilmiştir.

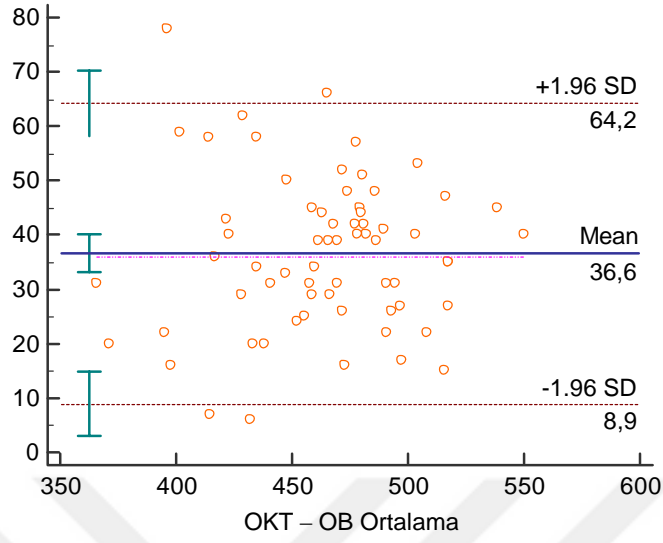
Bland Altman grafikleri ile cihazlar arası uyumluluk Grup 2’de Grup 1’e göre daha iyiydi. Örneğin Şekil 21 ve Şekil 22’deki OKT ve KT cihazları arası uyum grafiklerine göre Grup 1’de $82,6 \mu\text{m}$ ’lik bir güven aralığı varken, Grup 2’de bu aralık sadece $31,2 \mu\text{m}$ idi. MKK için tüm ikili karşılaştırmalarda cihazlar arası ortalama fark Grup 1’de Grup 2’ye göre daha yüksekti.



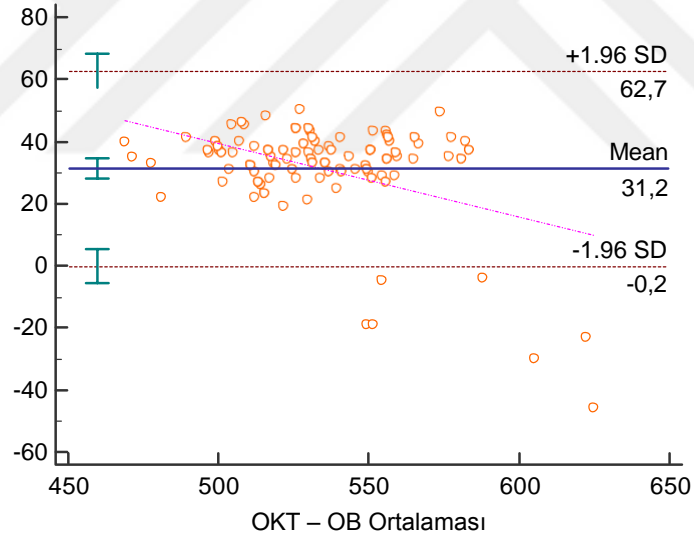
Şekil 17. Grup 1’de KT (Kornea Topografisi) ve OB (Optik Biyometri) cihazları ile alınan MKK ölçümleri arasındaki Bland- Altman grafiği



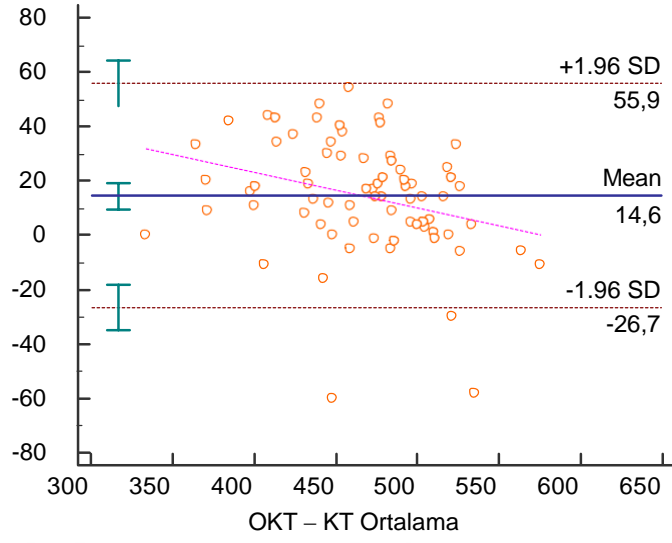
Şekil 18. Grup 2’de OB (Optik Biyometri) ve KT (Kornea Topografisi) cihazları ile alınan MKK ölçümleri arasındaki Bland- Altman grafiği



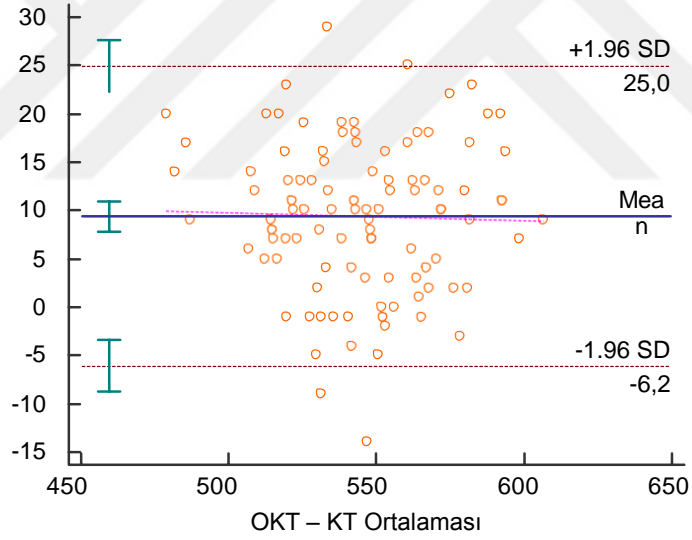
Şekil 19. Grup 1’de OKT (Optik Koherens Tomografi) ve OB (Optik Biyometri) cihazları ile alınan MKK ölçümleri arasındaki Bland- Altman grafiği



Şekil 20. Grup 2’de OKT (Optik Koherens Tomografi) ve OB (Optik Biyometri) cihazları ile alınan MKK ölçümleri arasındaki Bland- Altman grafiği



Şekil 21. Grup 1’de OKT (Optik Koherens Tomografi) ve KT (Kornea Topografisi) cihazları ile alınan MKK ölçümleri arasındaki Bland- Altman grafiği



Şekil 22. Grup 2’de OKT (Optik Koherens Tomografi) ve KT (Kornea Topografisi) cihazları ile alınan MKK ölçümleri arasındaki Bland- Altman grafiği

4.7 LLM ölçümleri

OB ile LLM mesafesi Grup 1’de 80 hastada ölçülebildi. KT ile tüm hastalarda ölçüm alınabildi. Grup 2’de OB ile 99 gözden, KT ile 100 gözden ölçüm elde edilebildi.

4.7.1 Cihazlarda LLM ortalama değerleri

Her iki cihaz ile ortalama LLM birbirine oldukça yakındı.

Tablo 16. OB (Optik Biyometri) ve KT (Kornea Topografisi) cihazı ile LLM ortalama değerleri

Cihaz	Grup	Ortalama (mm)	± SD	Min-Maks
OB	Grup 1	12,03	0,42	10,9-13,6
	Grup 2	12,00	0,36	11,20-12,80
KT	Grup 1	12,01	0,39	10,8-13,2
	Grup 2	12,04	0,39	11,00-12,79

4.7.2 Cihazlar arası LLM ölçüm karşılaştırması

Biyometri ve korneal topografi cihazıyla ölçülen limbus limbus mesafesi ölçümlerinde her iki grupta ölçümler arası istatistiksel fark izlenmedi. Cihazların LLM ölçümlerinin birbiri yerine kullanılabileceği düşünüldü.

Tablo 17. Cihazlar arası LLM ölçümleri karşılaştırması

Parametre	Grup	Ortalama fark	%95 güven aralığı		p değeri
			Üst değer	Alt değer	
KT-LLM ile OB-LLM	Grup 1	0,020±0,15	0,015	-0,055	0,340*
	Grup 2	0,034±0,18	0,070	-0,003	0,073 ^a

* Wilcoxon işaretli sıralar testi, ^a bağımlı örneklem t-testi. KT-LLM: Kornea topografisi ile limbus limbus mesafesi; OB-LLM: Optik biyometri ile limbus limbus mesafesi.

4.7.3 LLM güvenilirlik ve tekrarlanabilirlik analizi

DK değerleri her iki grupta tüm cihazlarda %1'in altındaydı. Tekrarlanabilirlik çok yüksekti. Güvenilirlik keratokonus grubunda ve normal grupta OB ile mükemmelken, KT ile iyi düzeydeydi.

Tablo 18. Grup 1'de LLM ölçümü güvenilirlik ve tekrarlanabilirlik analizi.

GRUP 1	SKK	%95 güven aralığı	GİSS	DK%	GİK	TE
		Alt-üst sınır				
OB	0,992	0,988-0,995	0,045	0,37	0,088	0,125
KT	0,898	0,857-0,929	0,014	0,36	0,086	0,122

SKK: Sınıf içi korelasyon katsayısı; GİSS: Gözlem içi standart sapma; DK: Değişkenlik katsayısı; GİK: Gözlem içi kesinlik; TE: Tekrarlanabilirlik endeksi; OB: Optik biyometri; KT: Kornea topografisi. Güvenilirlik analizi için p değeri hepsinde <0,001'dir.

Tablo 19. Grup 2'de LLM ölçümü güvenilirlik ve tekrarlanabilirlik analizi.

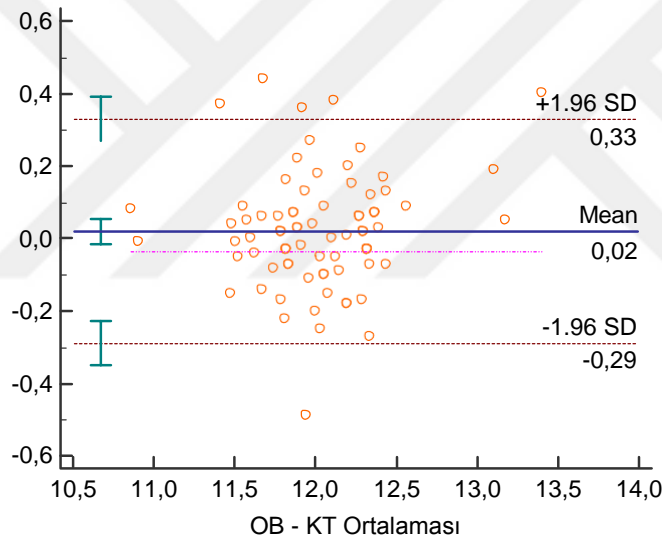
GRUP 2	SKK	%95 güven aralığı	GİSS	DK%	GİK	TE
		Alt-üst sınır				
OB	0,989	0,984-0,992	0,047	0,40	0,092	0,130
KT	0,898	0,857-0,929	0,086	0,71	0,168	0,238

SKK: Sınıf içi korelasyon katsayısı; GİSS: Gözlem içi standart sapma; DK: Değişkenlik katsayısı; GİK: Gözlem içi kesinlik; TE: Tekrarlanabilirlik endeksi; OB: Optik biyometri; KT: Kornea topografisi. Güvenilirlik analizi için p değeri hepsinde <0,001'dir.

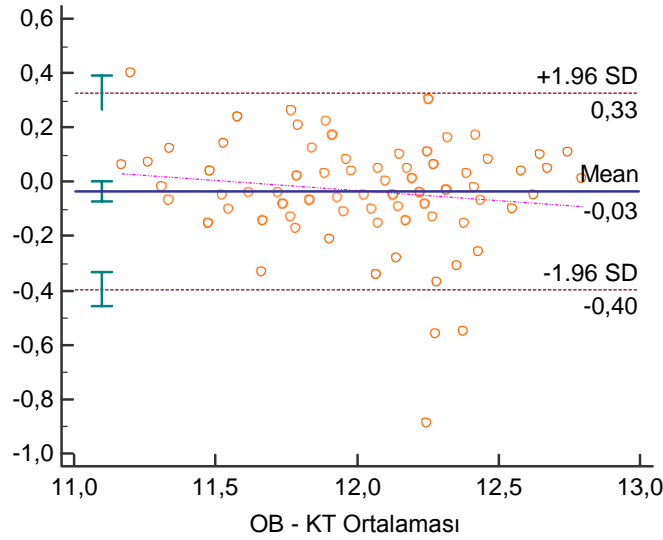
4.7.4 LLM ölçümlerinin Bland-Altman Grafikleri ile cihazlar arası uyumluluk analizi

Bland-Altman grafikleri ölçümler arasındaki uyumu göstermektedir. Ölçümler arası fark düz çizgi ile, uyum aralığının %95'ini belirten sınırlar kesik çizgi ile, bu sınırların güven aralığı yeşil dikey çizgilerle, ölçümler arası farkın ölçüm ortalamasına göre değişim eğilimi pembe kesik çizgi ile gösterilmiştir.

Bland-Altman grafiklerine göre OB ve KT ile yapılan ölçümlerin uyumluluk güven aralıkları Grup 1'de ve Grup 2'de birbirine oldukça yakındı. Grup 1'de 0,62 mm'lik bir uyum aralığı varken Grup 2'de bu aralık 0,73 mm idi (Şekil 23 ve Şekil 24). Sonuçlarımıza göre LLM ölçümünde cihaz uyumunun gözde keratokonus varlığından etkilenmediğini söyleyebiliriz.



Şekil 23. Grup 1'de OB (Optik Biyometri) ve KT (Kornea Topografisi) cihazları ile elde edilen LLM ölçümleri arasındaki Bland-Altman grafiği



Şekil 24. Grup 2’de OB (Optik Biyometri) ve KT (Kornea Topografisi) cihazları ile elde edilen LLM ölçümleri arasındaki Bland-Altman grafiği

4.8 ÖKD ölçümleri

OB ile Grup 1’de 65 hastada ÖKD ölçülebildi. KT ile tüm hastalarda ÖKD ölçümü elde edilebildi. Grup 2’de OB ile 76 gözden, KT ile 99 gözden ölçüm elde edilebildi.

4.8.1 Cihazlarda ÖKD ölçüm ortalama değerleri

ÖKD her iki grupta KT cihazıyla OB’ye göre daha yüksek ölçüldü.

Tablo 20. OB (Optik Biyometri) ve KT (Kornea Topografisi) cihazlarında ÖKD ölçüm dağılımı

Cihaz	Grup	Ortalama, mm	SS	Min-Maks
OB	Grup 1	3,72	0,28	3,14-4,51
	Grup 2	3,48	0,35	2,48-4,20
KT	Grup 1	3,81	0,27	3,28-4,53
	Grup 2	3,57	0,37	2,54-4,41

4.8.2 OB ve KT cihazları arasında ÖKD ölçüm karşılaştırması

Grup 1’de ve Grup 2’de cihazların ÖKD ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark izlendi. ÖKD ölçümü için iki cihazın birbiri yerine kullanılmasının uygun olmadığı düşünüldü.

Tablo 21. Cihazlar arası ÖKD ölçümü karşılaştırılması

Parametre	Grup	Ortalama fark	%95 güven aralığı		p değeri
			Üst değer	Alt değer	
OB-ÖKD ile KT-ÖKD	Grup 1	- 0,066 ± 0,11	- 0,038	- 0,093	<0,001 ^a
	Grup 2	- 0,084 ± 0,08	- 0,066	- 0,102	<0,001 ^a

^a Bağımlı örneklem t-testi. OB-ÖKD: Optik biyometri ile ön kamara derinliği; KT-ÖKD: Kornea topografisi ile ön kamara derinliği.

4.8.3 ÖKD güvenilirlik ve tekrarlanabilirlik analizi

Her iki cihaz için hem Grup 1 hem Grup 2’de ÖKD ölçümünün tekrarlanabilirliği oldukça yüksekti; DK tüm cihazlarda %1’in altındaydı. Güvenilirlik de benzer şekilde iki grup için mükemmeldi; SIKK >0,9 idi.

Tablo 22. Grup 1’de ÖKD ölçümünün güvenilirlik ve tekrarlanabilirlik analizi

GRUP 1	SKK	%95 güven aralığı Alt-üst sınır	GİSS	DK%	GİK	TE
OB	0,996	0,994-0,997	0,025	0,69	0,049	0,069
KT	0,997	0,996-0,998	0,020	0,55	0,0392	0,055

SKK: Sınıf içi korelasyon katsayısı; GİSS: Gözlem içi standart sapma; DK: Değişkenlik katsayısı; GİK: Gözlem içi kesinlik; TE: Tekrarlanabilirlik endeksi; OB: Optik biyometri; KT:Kornea topografisi. Güvenilirlik analizi için p değeri hepsinde <0,001’dir.

Tablo 23. Grup 2’de ÖKD ölçümünün güvenilirlik ve tekrarlanabilirlik analizi

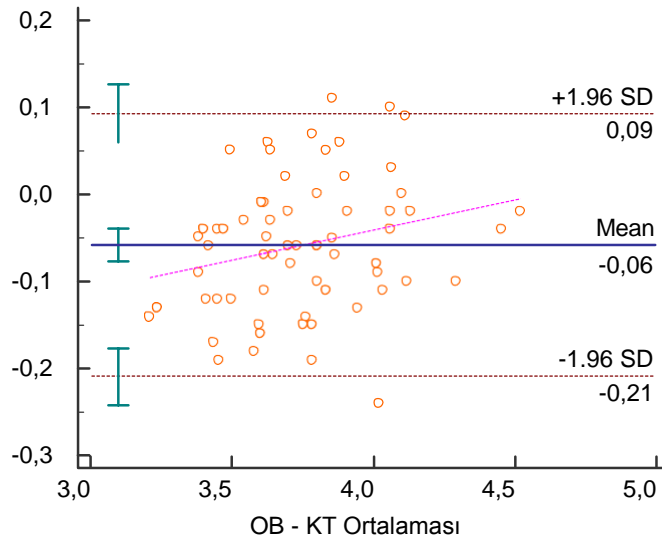
GRUP 2	SKK	%95 güven aralığı	GİSS	DK	GİK	TE
		Alt-üst sınır				
OB	0,998	0,997-0,999	0,021	0,6	0,041	0,058
KT	0,997	0,995-0,998	0,026	0,7	0,051	0,072

SKK: Sınıf içi korelasyon katsayısı; GİSS: Gözlem içi standart sapma; DK: Değişkenlik katsayısı; GİK: Gözlem içi kesinlik; TE: Tekrarlanabilirlik endeksi; OB: Optik biyometri; KT:Kornea topografisi. Güvenilirlik analizi için p değeri hepsinde <0,001’dir.

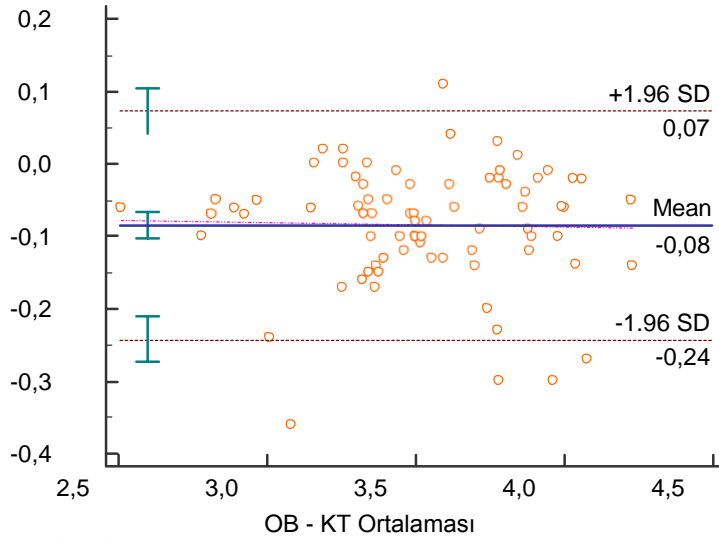
4.8.4 ÖKD ölçümlerinin Bland-Altman Grafikleri ile cihazlar arası uyumluluk analizi

Bland-Altman grafikleri ölçümler arasındaki uyumu göstermektedir. Ölçümler arası fark düz çizgi ile, uyum aralığının %95’ini belirten sınırlar kesik çizgi ile, bu sınırların güven aralığı yeşil dikey çizgilerle, ölçümler arası farkın ölçüm ortalamasına göre değişim eğilimi pembe kesik çizgi ile gösterilmiştir.

Bland-Altman grafiklerinde uyumluluk güven aralıklarının Grup 1’de 0,30 mm (0,09 + 0,21); Grup 2’de 0,31 mm (0,07 + 0,24) olduğu görüldü.



Şekil 25. Grup 1’de OB (Optik Biyometri) ve KT (Kornea Topografisi) cihazları ile elde edilen ÖKD ölçümleri arasındaki Bland-Altman grafiği



Şekil 26. Grup 2’de OB (Optik Biyometri) ve KT (Kornea Topografisi) cihazları ile elde edilen ÖKD ölçümleri arasındaki Bland-Altman grafiği

4.9 Aksiyel uzunluk ölçümleri

Çalışmamızda OB ile aksiyel uzunluk ölçümleri yapıldı. Tüm olgulardan ölçüm elde edilebildi.

4.9.1 Aksiyel uzunluk ortalama değerleri

Çalışmamızda OB cihazı ile elde edilen aksiyel uzunluk ortalama değerleri Tablo 24’te veirilmişdir.

Tablo 24. Çalışma gruplarında OB (Optik Biyometri) ile aksiyel uzunluk ölçümü

Cihaz	Grup	Ortalama,mm	SD	Min-Maks
OB	Grup 1	23,59	0,93	21,53-25,53
	Grup 2	23,79	1,10	21,61-26,12

OB: Optik biyometri

4.9.2. Aksiyel uzunluk güvenilirlik ve tekrarlanabilirlik analizi

OB ile aksiyel uzunluk ölçümleri son derece tekrarlanabilir ve güvenilir. Hem Grup 1 hem Grup 2’de mükemmel derecede güvenilir ve tekrarlanabilir ölçüm elde edilebildi.

Aksiyel uzunluk için OB cihazının SKK değeri çalışmamızdaki en yüksek değeri. Aksiyel uzunluk aynı zamanda değişkenliği en az olan parametreydi.

Tablo 25. Grup 1’de aksiyel uzunluk güvenilirlik ve tekrarlanabilirlik analizi

GRUP 1	SKK	%95 güven aralığı		SD	DK%	GİK	TE
		Alt-üst sınır					
OB	1,00	1,00		0,007	0,03	0,013	0,019

SKK: Sınıf içi korelasyon katsayısı; GİSS: Gözlem içi standart sapma; DK: Değişkenlik katsayısı; GİK: Gözlem içi kesinlik; TE: Tekrarlanabilirlik endeksi; OB: Optik biyometri. Güvenilirlik analizi için p değeri hepsinde $<0,001$ ’dir.

Tablo 26. Grup 2’de aksiyel uzunluk güvenilirlik ve tekrarlanabilirlik analizi

GRUP 2	SKK	%95 güven aralığı		GİSS	DK%	GİK	TE
		Alt-üst sınır					
OB	1,00	1,00		0,012	0,05	0,023	0,033

SKK: Sınıf içi korelasyon katsayısı; GİSS: Gözlem içi standart sapma; DK: Değişkenlik katsayısı; GİK: Gözlem içi kesinlik; TE: Tekrarlanabilirlik endeksi; OB: Optik biyometri. Güvenilirlik analizi için p değeri hepsinde $<0,001$ ’dir.

4.10. İridokorneal açı (İKA) ölçümleri

KT cihazı ile her iki grupta tüm olgularda ölçüm alınabildi. Ölçüm ortalamaları Tablo 27 de verilmiştir.

4.10.1. İKA ölçüm ortalama değeri

Tablo 27. KT (Kornea Topografisi) cihazı ile elde edilen İKA ölçümleri

Cihaz	Grup	Ortalama	SD	Min-Maks
KT	Grup 1	23,59	0,93	21,53-25,53
	Grup 2	42,36	6,96	28,0-58,0

KT: Kornea topografisi; SD: Standart deviasyon.

4.10.2. KT ile İKA ölçüm güvenilirlik ve tekrarlanabilirlik analizi

DK değerleri her iki grupta tüm cihazlarda %3'in altındaydı. Tekrarlanabilirlik yüksekti. Güvenilirlik mükemmeldi; SKK >0,9. Ancak, Grup 1'de güven aralığı alt sınırı iyi düzeye inebilmekteydi.

Tablo 28. Grup 1'de İKA güvenilirlik ve tekrarlanabilirlik analizi

GRUP 1	SKK	%95 güven aralığı	GİSS	DK%	GİK	TE
		Alt-üst sınır				
KT	0,927	0,894-0,951	1,3	2,87	2,548	3,601

SKK: Sınıf içi korelasyon katsayısı; GİSS: Gözlem içi standart sapma; DK: Değişkenlik katsayısı; GİK: Gözlem içi kesinlik; TE: Tekrarlanabilirlik endeksi; KT: Kornea topografisi. Güvenilirlik analizi için p değeri hepsinde <0,001'dir.

Tablo 29. Grup 2'de İKA güvenilirlik ve tekrarlanabilirlik analizi

GRUP 2	SKK	%95 güven aralığı	GİSS	DK%	GİK	TE
		Alt-üst sınır				
KT	0,988	0,983-0,992	1,02	2,46	1,999	2,825

SKK: Sınıf içi korelasyon katsayısı; GİSS: Gözlem içi standart sapma; DK: Değişkenlik katsayısı; GİK: Gözlem içi kesinlik; TE: Tekrarlanabilirlik endeksi; KT: Kornea topografisi. Güvenilirlik analizi için p değeri hepsinde <0,001'dir.

5. TARTISMA

Keratokonus erken dönemde korneal stromal incelme ve bombeleşme, kornea apeksinin yer değiştirmesi ile karakterize, ileri dönemde kornea kırıcılığındaki değişim ve skar oluşumu nedeniyle görme düzeyinde önemli azalmalara neden olan non-inflamatuvar bir korneal ektazisidir. İleri dönemlerde klinik tanısı nispeten kolay olsa da subklinik ve erken dönemlerde standart oftalmolojik muayenede tanı konulması zordur ve şüphelenen olgularda tanıyı doğrulamak için ek testlere gerek duyulmaktadır. Şüpheli olguların klinik önemi, özellikle refraktif cerrahide son dönemlerde yaşanan hızlı gelişmeler nedeniyle, bir kat daha artmıştır. Refraktif cerrahi için başvuran hastaların arasındaki keratokonus sıklığının normal popülasyona göre daha yüksek olduğu bilinmektedir.(63)

Biyomikroskopik, pakimetrik ve kornea topografik bulgular erken veya ileri keratokonus hastalarının tanısında yol göstericidir. Ancak bunlara rağmen hastalığın preklinik dönemde saptanması zordur. Şüpheli olgularda yakın takip gerekmektedir. Keratokonusta ön segmente ait biyometrik ölçümlerin tanı ve takipte çok önemli yeri bulunmaktadır. Hastalık progresyonunu saptayabilmek için ölçümlerin tekrarlanabilir ve güvenilir olması gerekmektedir. Ölçümler arası farkın parametrenin tekrarlanabilirlik aralığının üzerinde olması progresyonu düşündürmektedir. Progresyonun değerlendirilmesi için keratokonus tanı ve takibinde kullanılan cihazların değişkenlik katsayısının mümkün olan en düşük, güvenilirliğinin ise en yüksek seviyelerde olması istenmektedir.

Günümüzde keratokonus için çeşitli ön segment analiz sistemleri kullanılmaktadır. Ancak cihazların tekrarlanabilirliği ve güvenilirliği cihazın teknolojisine ve örneklemin özelliğine bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir. Örneğin, literatürdeki bir çalışmaya göre normal gözlerde en dik keratometri parametresi için parsiyel koherens interferometri optik biyometri cihazı ve dual Scheimpflug kamera – Placido disk temelli kornea topografisinin TE değerleri birbirine oldukça yakın iken (sırasıyla 0,24 ve 0,27 mm); keratokonuslu gözlerde TE değeri yükselmekte (sırasıyla 0,44 ve 1,02) ve aradaki fark açılmaktadır. (64) Diğer bir deyişle keratokonuslu gözlerde tekrarlanabilirlik normal gözlere göre azalmakta ve cihazlar arasında tekrarlanabilirlik açısından fark bulunmaktadır.

Güvenilirlik açısından da cihazlar ve parametreler arasında önemli farklar olabildiği bildirilmektedir. Bu nedenle klinik uygulamada tanı ve takip amacıyla kullanılan cihazların tekrarlanabilirlik ve güvenilirlik verilerini dikkate almak gerekmektedir.

Çalışmamızda kliniğimizde keratokonus tanı ve takibinde kullanılan cihazların tekrarlanabilirlik ve güvenilirlik değerlerini saptamayı amaçladık. Bu nedenle keratokonuslu ve normal gözlerde her cihaz için aynı gözlemci tarafından alınan tekrarlı ölçümlerin tekrarlanabilirliği ve güvenilirliğini inceledik. Ayrıca keratometri, MKK, ÖKD, LLM gibi cihazlar için ortak olan parametrelerin birbiri yerine kullanılabilirliği ve uyumluluğunu değerlendirdik.

Çalışmamızda Grup 1’de biyometri cihazıyla 3,3 mm zondan ve topografi cihazıyla 3,0 mm zondan alınan en düz keratometri değerleri hariç tüm en düz keratometri ölçümleri arasında istatistiksel anlamlı fark vardı. Grup 2’de ise tüm en düz keratometri ölçümleri arası istatistiksel fark saptanmadı. En dik keratometri ölçümlerinde Grup 1’de OB ve KT ile yapılan keratometrik ölçümler arasında istatistiksel anlamlı fark vardı. Grup 2’de istatistiksel anlamlı fark yoktu. MKK’da her iki grupta da tüm cihazlar arası ölçümlerde istatistiksel anlamlı fark vardı. LLM ölçümleri açısından cihazlar arasında her iki grupta da anlamlı fark izlenmedi. ÖKD ölçümleri ise her iki grupta cihazlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklıydı.

Çalışmamızdaki ile aynı OB cihazı ile çift Scheimpflug kamera ve Placido disk sistemi ile çalışan bir kornea topografi cihazının (Galilei DSA; Ziemer, Port, Switzerland) karşılaştırıldığı bir çalışmada keratokonus hastaları ve sağlıklı gözlerde ön segment ölçümleri incelenmiştir. Bu çalışmaya 88 keratokonus hastasının 88 gözünü ve 62 sağlıklı gönüllünün 62 gözünü dahil edilmiştir. İki cihazın keratometri değerleri, MKK, ÖKD ve LLM ölçümleri karşılaştırılmıştır. Keratokonuslu gözlerde hastalık şiddeti 34 gözde (% 39) hafif, 31(% 35) gözde orta, 23 gözde (% 26) ileri seviye olarak bildirilmiştir. Normal gözlerde tüm parametreler OB ile istatistiksel olarak Galilei’ye göre anlamlı olarak daha düşük ölçülmüştür. Fakat aradaki farkın aralığı dar ve kabul edilebilir olarak bildirilmiştir. Keratokonuslu grupta ise MKK, ÖKD ve LLM parametreleri OB cihazı ile Galilei topografi cihazından daha düşük ölçülmüştür ($p<0,05$).

OB ile 2,4 ve 3,3 mm'den alınan keratometri değerleri ise Galilei'de anlamlı olarak yüksek ölçülmüştür. ÖKD ve LLM ölçümleri arası fark %95' lik güven aralığında kabul edilebilirken, MKK ölçümlerinde 25,02 - 23,15 µm arası fark bildirilmiştir. %95 güven aralığı üst ve alt sınırları en düz, en dik ve ortalama keratometri değerleri için sırasıyla 20,86 - 2,54 D; 20,95- 3,97 D ve 20,66 - 3,02 D aralığında saptanmıştır. Nidek Al Scan OB ile 3,3 mm zondan elde edilen keratometri değerleri, 2,4 mm zondan alınan keratometri değerlerine göre Galilei'nin ölçümlerine daha yakın olarak bildirilmiştir.(64)

Bizim çalışmamızda da keratokonus grubunda en düz keratometri ölçümlerinde biyometri cihazıyla 3,3 mm zondan ve topografi cihazıyla 3,0 mm zondan alınan ölçümler arasında anlamlı fark izlenmedi. Yukarıdaki çalışmada bizim çalışmamızda olduğu gibi MKK ve ÖKD ölçümleri için her iki grupta tüm cihazlarda anlamlı farklılık saptanmıştır. Ayrıca iki cihazın LLM ölçümlerinde anlamlı farklı saptandığı bildirilmiştir. Bizim çalışmamızda ise LLM ölçümleri açısından iki grupta da cihazlar arasındaki ölçümler uyumluydu. Nidek Al-Scan ve Galilei ölçümlerinin tekrarlanabilirliği bizim çalışmamızdaki cihazlarda olduğu gibi mükemmel olarak bildirilmiştir (DK değeri <%1).(64)

Yazıcı ve ark.'nın yaptığı bir çalışmada Visante (Carl Zeiss Meditec, California, USA), Orbscan (Bausch & Lomb, Rochester, NY, USA) ve Pentacam (Bausch & Lomb, Rochester, NY, USA) topografi cihazlarıyla 55 keratokonus hastasının 101 gözünde ön segment ölçümleri yapılmıştır. En yüksek ortalama MKK ve ÖKD değerinin Pentacam ile elde edildiği bildirilmiştir. ANOVA ile yapılan karşılaştırmada MKK ve ÖKD ölçümlerinde cihazlar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bildirilmemiştir. Çalışmada, Visante ve Orbscan'ın ortalama MKK ölçümleri çok benzerken, Pentacam ile MKK anlamlı şekilde daha yüksek olarak bildirilmiştir. En büyük fark Visante ile Pentacam arasında; % 2,9 olarak hesaplanmıştır. Pentacam ve Visante'nin MKK ölçümleri karşılaştırıldığında, 39 gözde (% 39) 15 µm'den büyük bir fark saptanmıştır. Bu ölçümler arasındaki en büyük fark 90 µm ölçülmüştür. Bu iki cihazın ölçümleri arası farkın ortalaması 19 µm ölçülmüştür; Orbscan ve Visante'nin MKK ölçümleri karşılaştırıldığında, 51 gözde (% 51) 15 µm'den büyük bir fark bildirilmiştir.

Bu ölçümler arasındaki en büyük fark, bir gözde 96µm olarak ölçülmüştür. Bu iki cihaz arasındaki farkların ortalama değeri 22 um ölçülmüştür; Orbscan ve Pentacam'ın MKK ölçümleri karşılaştırıldığında, 39 gözde (% 39) 15 µm'den büyük bir fark bildirilmiştir. En büyük fark 118 µm; farkların ortalama değeri 21 µm ölçülmüştür. (61) Bizim çalışmamızda Grup 1'de Bland-Altman grafiklerine göre OKT ve KT cihazları arasında 82,6 µm'lik bir uyum aralığı varken; OB ve KT cihazları arasında 60,7 µm'lik; OKT ve OB cihazları arasında ise 73,1 µm'lik bir uyum aralığı saptanmıştır. Yazıcı ve ark. ÖKD ölçümlerini Visante ve Orbscan ile benzer, Pentacam ile önemsiz şekilde daha geniş ölçtüklerini bildirmişlerdir. (65) Bizim çalışmamızda ÖKD ölçümünde OB ve KT cihazları arası uyum grafiklerine göre Grup 1'de 0,3 µm'lik bir uyum aralığı saptanmıştır. İki cihaz arası ölçümler anlamlı farklı saptanmıştır.

Naderan ve ark.'nın Pentacam ve Orbscan topografi cihazlarıyla 121 keratokonus hastasının 240 gözünde yaptıkları çalışmada MKK için iki cihaz arasında istatistiksel fark yokken, en ince kornea kalınlığı ve ÖKD ölçümlerinde anlamlı fark bildirilmiştir. Orbscan ile en ince kornea kalınlığı daha ince; ÖKD daha derin ölçülmüştür. MKK ölçümünde iki cihaz arasında ortalama 1,06 µm fark olup (% 95 Güven aralığı: -2,94 ila 5,06; $p < 0.602$) istatistiksel olarak benzer ölçümler yapılmıştır. ÖKD açısından, ortalama fark 0,08 mm (% 95 Güven aralığı: 0,04 ila 0,12; $p < 0.001$) olarak bildirilmiştir. (66) Bizim çalışmamızda hem MKK hem ÖKD Al-Scan ve Sirius cihazları arasında anlamlı olarak farklı bulunmuştur. MKK için ortalama fark hem keratokonuslu gözlerde hem normal gözlerde yaklaşık 22 µm olup klinik olarak önemli düzeydeydi. ÖKD için sonuçlarımız, kullanılan cihazlar farklı olmakla beraber, Naderan ve ark.'nın çalışmasına benzerdi. Al-Scan ve Sirius arasındaki ortalama fark ÖKD için keratokonus grubunda 0,066 mm; normal grupta 0,084 mm idi.

Aghazadeh ve ark. 42 keratokonus hastasının 74 gözünde Pentacam ve Orbscan cihazlarıyla yaptıkları çalışmada MKK ve en ince kornea ölçümlerini 3 kez tekrarlamışlardır. Pentacam cihazında tekrarlanabilirlik Orbscan'e göre daha yüksek olarak bildirilmiştir. Buna rağmen, her iki cihazda keratokonus derecesi arttıkça tekrarlanabilirliğin azaldığı bildirilmiştir.

En ince kornea kalınlığı ölçümünde her iki cihazda anlamlı farklılık izlenmediğini ve her iki cihazla tekrarlanabilirliğin keratokonusun daha ileri aşamalarında azaldığını bildirmişlerdir. (67)

Mohammadpour ve ark. 44 normal hastanın 88 gözünde ultrasonik pakimetri, Orbscan ve Pentacam cihazları ile MKK ölçümleri yapmışlardır. Pentacam ve ultrasonik pakimetrinin en küçük ortalama farkı gösterdiğini ve % 95 güven aralığının dar olduğunu bildirmişlerdir. (64) Bizim çalışmamızda ise MKK için her iki grupta da tüm cihazlar arası ölçümlerde istatistiksel anlamlı fark vardı. Bland-Altman grafiklerine göre Grup 1’de OKT ve KT cihazları arası 82,6 µm’lik bir uyum aralığı varken, OB ve KT cihazları arası 60,7 µm’lik bir uyum aralığı, OKT ve OB cihazları arası 73,1 µm’lik bir uyum aralığı saptandı. Bu sonuçlara göre OB ve KT arası MKK ölçümlerinin daha uyumlu olduğunu düşünüldü.(68)

Kumar ve arkadaşlarının Orbscan, Pentacam, Swept source optik koherens tomografi (SS-OCT, Casia SS-1000°CT, Tomey, Nagoya, Japan), taşınabilir spektral domain optik koherens tomografi (HHSD-OCT, Bioptigen Inc., Durham, North Carolina, USA) cihazlarını kullanarak 25 keratokonus hastasının 50 gözünde yaptıkları çalışmada cihazlar arası korelasyon mükemmel olarak bildirilmiştir. Cihazlar arası korelasyon katsayısı Orbscan IIz ve Pentacam arasında 0,99; Orbscan IIz ve SS-OCT arasında 0,986; Orbscan IIz ve HHSD-OCT arasında 0,98; SSOCT ve Pentacam arasında 0,98; Pentacam ve HHSD-OCT arasında 0,989; SS-OCT ve HHSD-OCT arasında 0,979 olarak saptanmıştır ($p < 0,001$). Karşılaştırmalar HHSD-OCT'nin diğer cihazlara kıyasla anlamlı şekilde daha yüksek değerler verdiğini göstermiştir ($p < 0,001$). SSOCT ve HHSD-OCT ile yapılan MKK ölçümleri arasındaki fark fazla iken Orbscan ve Pentacam ile yapılan ölçümler daha yakın bildirilmiştir. Korelasyon katsayılarında ilk ve ardışık ölçümler için 0,99 ile 0,93 (tüm korelasyonlar için $p < 0,001$) arasında değişen bir uyumluluk seviyesi saptamışlardır. Tekrarlanabilirliğin yüksek ve tekrarlanan ölçümlerde de cihazlar arası farkın anlamlı olmadığını bildirilmiştir. (69) Bizim çalışmamızda da OKT ile ölçülen MKK değerleri KT ile ölçülenlere göre anlamlı yüksek saptanmıştır.

Feizi ve ark. ultrasonik pakimetri, Orbscan ve Galilei topografi cihazlarıyla 88 refraktif cerrahi adayının 88 sağ gözü ve 69 keratokonus hastasının 128 gözünde ölçümler yapmışlardır. Bu çalışmada keratokonuslu gözlerin 20'si hafif, 51'i orta ve 57'si şiddetli keratokonusa sahip olarak bildirilmiştir. Normal grupta ultrasonik pakimetri ile ölçülen MKK değerinin Galilei ve Orbscan II 'den anlamlı olarak daha düşük olduğu (her ikisi de $p < 0,001$), diğer iki cihazın karşılaştırılabilir sonuçlar verdiği bildirilmiştir. ($p = 0,99$).

MKK'daki ortalama fark ultrasonik pakimetri ile Galilei arasında $-16,0 \pm 19,6 \mu\text{m}$ (% 95 güven aralığı: $-20,14$ ile $-11,82 \mu\text{m}$) ölçülmüştür. Orbscan II ve Galilei arasında $-1,5 \pm 17 \mu\text{m}$ ölçülmüştür (% 95 güven aralığı: $-5,07$ ile $2,14 \mu\text{m}$). Ultrasonik pakimetri ve Orbscan II arasındaki ortalama fark $-14,5 \pm 22,9 \mu\text{m}$ (% 95 güven aralığı: $-19,37$ ile $-9,66 \mu\text{m}$) ölçülmüştür. Normal gözlerde MKK değerleri ultrasonik pakimetrede Orbscan ve Galilei'ye göre anlamlı olarak düşük ölçülmüştür. En yüksek farkın Galilei ve ultrasonik pakimetre arasında izlendiği belirtilmiştir. Keratokonus grubunda ise MKK Galilei ile Orbscan ve ultrasonik pakimetri cihazlarına göre daha yüksek ölçülmüştür. En yüksek fark Galilei ve Orbscan arasında bildirilmiştir. Periferal korneal kalınlık Galilei'de Orbscan'e göre anlamlı düşük izlenmiştir. En ince korneal kalınlıkta ise normal grupta Galilei ve Orbscan arasında istatistiksel fark yokken keratokonus grubunda Galilei ile daha yüksek ölçümler elde edilmiştir. Galilei ve Orbscan cihazlarının normal ve keratokonik gözlerde birbirini yerine kullanılabilir olduğu; fakat keratokonusta ölçümler arası farkın daha fazla olduğu bildirilmiştir. Normal grupta Bland-Altman grafikleri ile MKK için uyumun % 95 güven aralıkları ultrasonik pakimetri ile Galilei arasında -54 ile $22 \mu\text{m}$, Orbscan II ve Galilei arasında -35 ile $32 \mu\text{m}$ ve ultrasonik pakimetri ile Orbscan II arasında -59 ile $30 \mu\text{m}$ arasında olduğunu saptamışlardır. Keratokonus grubunda, % 95 güven aralığı sırasıyla -92 ile $73 \mu\text{m}$, -17 ile $81 \mu\text{m}$ ve -64 ile $109 \mu\text{m}$ olduğu bildirilmiştir. (70) Bizim çalışmamızda Bland-Altman grafikleri ile MKK için uyumun % 95 güven aralığı keratokonus grubunda OB ve KT arasında $-60,7 \mu\text{m}$; OB ve OCT arasında $-73,1 \mu\text{m}$; OCT ve KT arasında $82,6 \mu\text{m}$ idi. Normal grupta ise bu aralıklar sırasıyla $-65,2$; $-62,9$ ve $31,2 \mu\text{m}$ idi.

Akçay ve arkadaşlarının Visante OKT ve Sirius topografi cihazlarıyla yaptıkları çalışmada 84 keratokonus hastasının 166 gözü incelenmiştir. Çalışmaya yaş ortalaması $26,38 \pm 4,46$ yıl olan 46 erkek ve 38 kadın dahil edilmiştir. Keratokonus şiddeti Amsler-Krumeich klasifikasyonuna göre sınıflandırılmıştır. Evre 1'de 94 göz (ortalama K <48.00 D), evre 2'de 53 göz (ortalama K <53.00 D), evre 3'te 6 göz (ortalama K > 53.00 D) ve evre 4'te 13 göz (ortalama K > 55.00 D) bulunduğu bildirilmiştir. Ortalama MKK, En ince kornea kalınlığı ve sırasıyla 3 mm, 5 mm ve 8 mm zondaki kornea kalınlıkları KT ve OKT cihazları ile değerlendirilmiştir.

Gözler keratokonus evrelerine göre gruplara ayrılarak incelendiğinde iki cihaz arasında hiçbir parametre için anlamlı fark olmadığı bildirilmiştir ($p > 0,05$). Pakimetrik değerler açısından cihazlar arasında en yüksek korelasyon en ince kornea kalınlığında ve evre 1 gözlerde saptanmıştır. Ölçümler arası fark evre 3 ve evre 4 te daha fazla bulunmuştur. Kornea kalınlığı açısından cihazlar arasındaki en yüksek korelasyon katsayısı evre 1'de en ince kornea kalınlığında (SKK: 0,953, $p < 0,01$); evre 2'de 5 mm'de (SKK: 0,935, $p < 0,01$), evre 3'te 5 mm'de (SKK: 0,977, $p < 0,01$) ,evre 4'te 5 mm'de (SKK: 0,900, $p < 0,01$) saptanmıştır. Sekiz mm zondaki pakimetrik ölçümlerde tüm evrelerde korelasyonun düşük bulunduğu bildirilmiştir.(71)

Savini ve ark. Sirius topografi cihazıyla 17 refraktif cerrahi geçiren hasta, 13 keratokonus hastası ve 64 sağlıklı gönüllü üzerinde yaptığı çalışmada korneal asferisite, MKK, ÖKD ve en ince kornea kalınlığı ölçümlerinin tekrarlanabilirliğini değerlendirmiştir. Üç grupta arasında tekrarlanabilirlik açısından önemli fark izlenmediği fakat refraktif cerrahi geçiren grupta tekrarlanabilirliğin hafifçe daha düşük olduğu bildirilmiştir. Korneal asferisite ölçümlerinde de tekrarlanabilirliğin yüksek olduğu bildirilmiştir. (72) Bizim çalışmamızda da Sirius topografi cihazında hem keratokonus hastalarında hem normal olgularda çalışmadaki bütün parametreler için tekrarlanabilirlik mükemmeldi.

Otchere ve arkadaşlarının Visante OKT ve Pentacam topografi cihazlarıyla 20 keratokonuslu hastada yaptıkları çalışmada yaş ortalaması $33,95 \pm 7,90$ yıldır. Visante OCT™ ile alınan ortalama MKK 484.97 ± 43.14 µm (aralık: 484.84 – 486.09) ve Oculus Pentacam HR ile 478.86 ± 45.31 µm (aralık: 477.20–480.53) idi ($p = 0,67$). Cihazlar arasında MKK açısından istatistiksel anlamlı fark izlenmemiştir. Tekrarlanabilirlik mükemmel olarak bildirilmiştir. Fakat parasantral ve periferik meridyenlerde özellikle nazal ve inferiordan alınan korneal kalınlık ölçümlerinde anlamlı fark saptanmıştır. (73) Bizim çalışmamızda ise Nidek RS-3000 OKT ile alınan MKK ölçümleri Sirius KT ile alınanlara göre anlamlı olarak yüksek ölçüldü.

Ghoreishi ve ark.'nın Casia OKT ve Pentacam topografi ile 107 normal ve 56 keratokonuslu hastada yaptıkları çalışmada normal ve keratokonus gruplarındaki yaş ortalamaları sırasıyla $28,71 \pm 8,4$ ve $28,45 \pm 9,41$ yıl idi ($p = 0,855$). Cinsiyet dağılımı bakımından, her iki grupta olguların % 75'i erkekti. Genel olarak tüm ön kornea yüzey keratometri endeksleri normal kornealarda iki cihaz arasında mükemmel bir uyum gösterirken, keratokonuslu gözlerde uyum orta ve iyi arasında değiştiği saptanmıştır. Arka yüzey keratometri endeksleri açısından normal grupta en düz keratometri dışında; keratokonuslu en dik keratometri dışında her iki grupta da cihazlar arasında mükemmel uyum olduğu bildirilmiştir. ÖKD ölçümleri normal grupta mükemmel uyumlu iken keratokonus grubunda anlamlı fark bulunmuştur. Cihazlar arasında MKK değerlerinde anlamlı fark izlenmemiştir. (74) Bizim çalışmamızda ise hem normal hem keratokonus grubunda OKT ile KT cihazları arasında MKK ölçümleri açısından anlamlı fark saptanmıştır.

Bayhan ve arkadaşlarının 30 sağlıklı ve 41 keratokonus hastasında Sirius topografi cihazını kullanarak yaptıkları prospektif çalışmada korneanın keratometrik ve aberometrik ölçümlerinin tekrarlanabilirliği değerlendirilmiştir. Keratokonus grubunda 2 gözde (% 4,87) hafif keratokonus, 24 gözde (% 58,53) orta derecede keratokonus, 15 gözde (% 36,6) ağır keratokonus olduğu ve hastaların yaş ortalamasının normal grupta $30,06$ yıl $\pm 6,12$; keratokonus grubunda $29,58 \pm 10,45$ olduğu bildirilmiştir. Her iki gruptaki keratometrik ölçüm güvenilirliği, keratokonus grubundaki 3,0 mm zon arka yüzey keratometri ölçümü dışında mükemmel olarak saptanmıştır (SKK > 0,93).

Ön korneal yüzey aberasyon parametreleri için SKK değerleri keratokonuslu gözlerde 0,607 ile 0,988 arasında, normal gözlerde 0,568 ile 0,856 arasında bildirilmiştir. Çalışmada değerlendirilen diğer bir parametre olan Sirius cihazına özgü keratokonus tarama indekslerinden Baiocchi-Calossi-Versaci indeksi için her iki grupta SKK değerinin 0,96'dan fazla olması ile güvenilirlik mükemmel saptanmıştır. (75) Bizim çalışmamızda bu çalışma ile ortak parametre olan Sirius cihazının 3 mm zondan alınan ön yüzey keratometri ölçümlerinde güvenilirlik her iki grupta mükemmel olarak bulunmuştur.

Colin ve ark. Pentacam ve Sirius topografi cihazlarını kullanarak 16 sağlıklı gönüllüde MKK, ÖKD, en ince korneal kalınlık ve keratometri değerlerini ölçtükleri çalışmada yaş ortalaması $27,43 \pm 9,35$ yıldır. Çalışmadaki tüm parametreler Pentacam ile daha yüksek ölçülmüş fakat iki cihaz arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Sirius cihazı ile keratometrik ölçüm güvenilirliği iyi sınırlarda yer alırken (SKK= 0,869); diğer tüm ölçümler için iki cihazın da güvenilirliği mükemmel bulunmuştur (SKK > 0,95). Tekrarlanabilirlik değerleri tüm parametreler için iyi düzeyde olarak bildirilmiştir. (76) Bizim çalışmamızda Sirius ile keratometrik ölçüm güvenilirliği hem keratokonuslu gözlerde hem normal gözlerde mükemmel olarak bulunmuştur. Bu farkın örneklem büyüklüğünün Colin ve ark.'nın çalışmasından oldukça fazla olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Çalışmamızda Sirius ile MKK ve ÖKD ölçüm güvenilirliği benzer şekilde mükemmel iken, LLM ölçüm güvenilirliğinin iyi düzeyde olduğu görülmüştür.

6. SONUC

Çalışmamızda normal gözlerde Sirius topografi ve Al-Scan biyometri cihazları arasında en düz keratometri ölçümleri açısından istatistiksel anlamlı fark saptanmadı. Ancak keratokonuslu gözlerde en düz keratometri ölçümlerinde iki cihaz arasında önemli farklılıklar vardı. Sadece biyometri cihazıyla 3,3 mm zondaki keratometri değeri ile topografi cihazının keratometri ölçümleri arasında anlamlı fark saptanmadı. Diğer tüm keratometri parametreleri için iki cihazın ölçümleri arasında anlamlı istatistiksel fark saptandı. Keratokonus hastalarında biyometri cihazıyla 3,3 mm zondan ve topografi cihazıyla 3,0 mm zondan alınan ortalama en düz keratometri ölçümleri arasında anlamlı fark olmasa da Bland-Altman grafiklerine göre uyum aralığı 0,54 mm idi. Bu aralık normal gruptaki 0,26 mm aralığına göre daha geniştir. Bu nedenle, iki cihazın birbiri yerine kullanılmasının keratokonus hastalarında klinik olarak uygun olmadığı düşünüldü. Normal olgularda biyometri ve topografi cihazlarıyla alınan en düz keratometri ölçümlerinin birbiri yerine kullanılabileceği ancak iki cihaz arasındaki uyum aralığının en düz keratometri ölçümünde ölçüm alınan zona göre 0,18 ile 0,26 mm arasında değişebildiğinin dikkate alınması gerektiği düşünüldü (Bkz. Şekil 2, 4, 6, 8).

Keratokonussuz gözlerde en dik keratometri ölçümlerinde tüm parametreler için iki cihaz arasında istatistiksel anlamlı fark saptandı. Bu sonuçlarla keratokonus hastalarında Al-Scan ve Sirius ile yapılan en dik keratometri ölçümlerinin birbiri yerine kullanılamayacağı düşünüldü. Normal gözlerde KT-En dik sim K ve KT-En dik 3,0 mm ölçümleri arasında ve KT-En dik sim K ile OB-En dik 2,4 mm ölçümleri arasında istatistiksel anlamlı fark vardı. Diğer ölçümler arasında istatistiksel anlamlı fark izlenmedi. Bland-Altman grafiklerinde keratokonus grubunda uyum aralıklarının normal gruba göre oldukça geniş olduğu gözlemlendi. Normal grupta iki cihaz arasındaki uyum aralıkları yaklaşık 0,2 mm idi. Bu sonuçlarla normal olgularda biyometri ile 3,3 mm zondan alınan ölçümler ile topografi cihazıyla alınan en dik keratometri ölçümlerinin birbiri yerine kullanılabileceği düşünüldü.

Pakimetrik ölçümlere bakıldığında santral kornea kalınlığı ölçümlerinin hem normal hem keratokonuslu gözlerde cihazlar arasında anlamlı olarak farklı olduğu görüldü. Keratokonus grubu ve normal grupta en yüksek kalınlık ölçümleri OKT cihazı ile alınırken en düşük ölçümler biyometri cihazıyla elde edildi. Kornea kalınlığı ölçümünde normal gözlerde bile cihazların birbiri yerine kullanılamayacağı düşünüldü.

Al-Scan biyometri ve Sirius topografi cihazıyla ölçülen limbus limbus mesafesi ölçümlerinde her iki grupta ölçümler arası istatistiksel fark izlenmedi. Bu parametre için cihazların birbiri yerine kullanılabileceği düşünüldü.

ÖKD her iki grupta biyometri cihazıyla daha yüksek ölçüldü. Hem normal hem keratokonuslu gözlerde ölçümler arasında istatistiksel anlamlı fark vardı ve cihazların birbiri yerine kullanılamayacağı düşünüldü.

Üç cihazda da tüm parametreler için tekrarlanabilirliği gösteren DK değerleri her iki grupta %1'in altındaydı. Çalışmamızdaki cihazlar ile tekrarlanabilirlik oldukça yüksekti. Güvenilirlik her iki grupta çoğu parametre için mükemmeldi (SKK > 0,9).

Bu sonuçlar keratokonus hastalarında Nidek Al-Scan optik biyometri cihazı, Sirius kombine Scheimpflug kamera Placido disk temelli kornea topografi cihazı ve Nidek RS-3000 optik koherens tomografi cihazlarının birbiri yerine kullanılamayacağını düşündürdü. Fakat cihazların keratokonuslu gözlerde bile oldukça tekrarlanabilir ve güvenilir ölçüm yapabildiğini gösterdi.

KAYNAKLAR

1. Burcu A. Keratokonus Tedavisinde Guncel Girişimsel Yontemler. T J Ophthalmol 2013; 43:263-9.
2. Kennedy RH, Bourne WM, Dyer Ja. A 48-year clinical and epidemiologic study of keratoconus. Am J Ophthalmol. 1986;101:267-73.
3. Rabinowitz, YS. Diagnosis of keratoconus and other ectatic diseases, in Colin J Ertan A Intacs and alternative treatments for corneal ectatic diseases Kudret Eye Hospital. 2007. pp.11-33.
4. Hofstetter HW. A keratoscopic survey of 13,395 eyes. Am J Optom Arch Am Acad Optom. 1959;36:3-11.
5. Grünauer-Kloevekorn C, Duncker GI. Keratoconus: epidemiology, risk factors and diagnosis. Klin Monatsbl Augenheilkd. 2006;223:493-502.
6. Weed KH, Macewen CJ, McGhee CN. The Dundee University Scottish Keratoconus Study II: a prospective study of optical and surgical correction. Ophthalmic Physiol Opt. 2007;27:561-7.
7. Wagner H, Barr JT, Zadnik K. Collaborative Longitudinal Evaluation of Keratoconus (CLEK) Study: methods and findings to date. Cont Lens Anterior Eye. 2007;30:223-32.
8. Owens H, Gamble G. A profile of keratoconus in New Zealand. Cornea. 2003;22:122-5.
9. Crews MJ, Driebe WT, Stern GA. The clinical management of keratoconus: a 6 year retrospective study. CLAO J. 1994;20:194-7.
10. Kola M, Duran H, Turk A, Mollamehmetoglu S, Kalkisim A, Erdöl H. Evaluation of the repeatability and the reproducibility of AL-scan measurements obtained by residents. J Ophthalmol. 2014 ;2014:739652.
11. Ken N, Andrew P. Jack J Kanski Brad Bowling Klinik Oftalmoloji Sistemantik Yaklaşım Yedinci Baskı 2011

12. Snell R, Lemp M, Development of the Eye and the Ocular Appendages. In Clinical Anatomy of the Eye. Blackwell Science. 1998;1:1-20 3.
13. Malecaze F, Couillet J, Calvas P, Fourni P, Arné JL, Brodaty C. Corneal Ectasia after Photorefractive Keratectomy for Low Myopia. Ophthalmology 2006; 113:742
14. Teruo Nishida, Basic Science And Pathophysiologic Responses. In: Krachmer JH, Mannis MJ, Holland EJ eds. Fundamentals of Cornea and External Disease. sehir Mosby 1997;3-27
15. Edelhauser H., Ubels J..The Cornea and the sclera,in Adler's physiology of the eye, Clinical application,tenth edition, eds.Kaufman P., Alm A. Mosby International Ltd. 2003, 2.4:47-103
16. Özkan Ş, Pazarlı H, Oğuz V, Akar S. Kornea, Göz Hastalıkları, İstanbul Üniversitesi Basımevi,1997:1.5-142
17. Waring III George O. Corneal anatomy and physiology as applied to refractive keratotomy. In Refractive Keratotomy for myopia and astigmatism. MosbyYear Book 1992, pp17-34
18. Wilson SE, Klyce SD. Screening for corneal topographic abnormalities before refractive surgery. Ophthalmology 1994; 101:145–52.
19. Duke-Elder. System of Ophthalmology. Vol III, part II. Kimpton H ed. London, 1965;648
20. Krachmer JH, Feder RS, Belin MW. Keratoconus and related noninflammatory corneal thinning disorders. Surv Ophthalmol.1984;28:293-322.
21. Amsler M. Keraton classique et keratocone fruste, augments unitaires. Ophthalmologica. 1946;11:96-101.

22. Rabinowitz YS, McDonnell PJ. Computer-assisted corneal topography in keratoconus. *Refract Corneal Surg.* 1989;5:400-8.
23. Maeda N, Klyce SD, Smolek MK, et al. Automated keratoconus screening with corneal topography analysis. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1994;35:2749-57.
24. Mandell RB. The enigma of the corneal contour. *CLAO J.* 1992;18:267-73.
25. Arffa RC, Warnicki JW, Rehkopf PG. Corneal topography using rasterstereography. *Refract Corneal Surg.* 1989;5:414-7.
26. Belin MW, Litoff D, Strods SJ, et al. The PAR Technology Corneal Topography System. *Refract Corneal Surg.* 1992;8:88-96.
27. Bilgihan K, Yeşilirmak N. Keratokonus Hastasına Güncel Yaklaşım. *MN Oftalmoloji* 2017;24(Suppl 1):54-61.
28. Ambrósio R, Alonso RS, Luz A, et al. Corneal-thickness spatial profile and corneal-volume distribution: tomographic indices to detect keratoconus. *J Cataract Refract Surg.* 2006;32:1851-9.
29. Sawaguchi S, Yue BY, Sugar J, Gilboy JE. Lysosomal enzyme abnormalities in keratoconus. *Arch Ophthalmol.* 1989;107:1507-1510.
30. Zhou L, Sawaguchi S, Twinning SS, et al. Expression of degradative enzymes and protease inhibitors in corneas with keratoconus. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1998;39:1117-1124
31. Fabre EJ, Bureau J, Pouliquen Y, Lorans G. Binding sites for human interleukin 1 alpha, gamma interferon and tumor necrosis factor on cultured fibroblasts of normal cornea and keratoconus. *Curr Eye Res.* 1991 Jul;10(7):585-92.
32. Bureau J, Fabre EJ, Hecquet C, Pouliquen Y, Lorans G. Modification of prostaglandin E2 and collagen synthesis in keratoconus fibroblasts, associated with an increase of interleukin 1 alpha receptor number. *C R Acad Sci III.* 1993;316(4):425-30.

33. Falls HF, Allen AW. Dominantly inherited keratoconus. *J Genet Hum.* 1969;17:317-24.
34. Claude S, Verdier R, Arnaud B, et al. Accuracy of videokeratographic quantitative criteria for detection of keratoconus suspects in families with keratoconus *J Fr Ophtalmol.* 2004;27:773-8.
35. Rabinowitz YS, Garbus J, McDonnell PJ. Computer-assisted corneal topography in family members of patients with keratoconus. *Arch Ophthalmol.* 1990;108:365-
36. Gonzalez V, McDonnell PJ. Computer-assisted corneal topography in parents of patients with keratoconus. *Arch Ophthalmol.* 1992;110:1413-4.
37. Rabinowitz YS, Zu H, Yang Y, et al. Keratoconus: Nonparametric linkage analysis suggests a gene locus near to the centromere on chromosome 21. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 1999;40:2975.
38. Rabinowitz YS, Maumenee IH, Lundergan MK, et al. Molecular genetic analysis in autosomal dominant keratoconus. *Cornea.* 1992;11:302-8.
39. A Khaliq S, Ismail M, Anwar K, et al. A novel locus for Leber congenital amaurosis (LCA4) with anterior keratoconus mapping to chromosome 17p13. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2000;41:629-33.
40. Nowak DM, Gajecka M. The genetics of keratoconus. *Middle East Afr J Ophthalmol.* 2011;18:2-6.
41. Krachmer Mannis Holland, *Cornea* Third edition
42. Aldave AJ, Bourla N, Yellore VS, et al. Keratoconus is not associated with mutations in COL8A1 and COL8A2. *Cornea.* 2007;26:963-5.
43. Tang YG, Picornell Y, Su X, et al. Three VSX1 gene mutations, L159M, R166W, and H244R, are not associated with keratoconus. *Cornea.* 2008;27:189-92.
44. Davies PD, Lobascher D, Menon JA, Rahi AH, Ruben M. Immunological studies in keratoconus. *Trans Ophthalmol Soc U K.* 1976 Apr;96(1):173-8.

45. Rahi A, Davies P, Ruben M, Lobascher D, Menon J. Keratoconus and coexisting atopic disease. *Br J Ophthalmol*. 1977 Dec;61(12):761-4.
46. Seiler T, Huhle S, Spoerl E, Kunath H. Manifest diabetes and keratoconus: a retrospective case-control study. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2000 Oct;238(10):822-5.
47. Kanai A. (Electron microscopic studies of keratoconus) *Nippon Ganka Gakkai Zasshi*. 1968;72:902-918
48. Iwamoto T, DeVoe AG. Electron microscopical study of the Fleisher ring. *Arch Ophthalmol*. 1976 Sep;94(9):1579-84.
49. Weed KH, Macewen CJ, McGhee CN. The Dundee University Scottish Keratoconus Study II: a prospective study of optical and surgical correction. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2007;27:561-7.
50. Fleischer, B. Über Keratokonus und eigenartige Pigmentbildung in der Kornea. *Münchener medizinische Wochenschrift*. 1906;53:625-26.
51. Zadnik K, Barr JT, Gordon MO, et al. Biomicroscopic signs and disease severity in keratoconus. Collaborative Longitudinal Evaluation of Keratoconus (CLEK) Study Group. *Cornea*. 1996;15:139-46.
52. Ihalainen A. Clinical and epidemiological features of keratoconus genetic and external factors in the pathogenesis of the disease. *Acta Ophthalmol Suppl*. 1986;178:1-64.
53. Romero-Jiménez M, Santodomingo-Rubido J, Wolffsohn JS. Keratoconus. *Cont Lens Anterior Eye*. 2010;33:157-66.
54. Lam FC, Bhatt PR, Ramaesh K. Spontaneous perforation of the cornea in mild keratoconus. *Cornea*. 2011;30:103-4
55. Rosenthal P, Croteau A. Fluid-ventilated, gas-permeable scleral contact lens is an effective option for managing severe ocular surface disease and many corneal disorders that would otherwise require penetrating keratoplasty. *Eye Contact Lens*. 2005 May;31(3):130-4.

56. Ye P, Sun A, Weissman BA. Role of mini-scleral gas-permeable lenses in the treatment of corneal disorders. *Eye Contact Lens*. 2007 Mar;33(2):111-3.
57. Wollensak G. Crosslinking treatment of progressive keratoconus: new hope. *Curr Opin Ophthalmol*. 2006 Aug;17(4):356-60. Review.
58. Kohlhaas M, Spoerl E, Schilde T, Unger G, Wittig C, Pillunat LE. Biomechanical evidence of the distribution of cross-links in corneas treated with riboflavin and ultraviolet A light. *J Cataract Refract Surg*. 2006 Feb;32(2):279-83.
59. Wollensak G, Spoerl E, Wilsch M, Seiler T. Endothelial cell damage after riboflavin-ultraviolet-A treatment in the rabbit. *J Cataract Refract Surg*. 2003 Sep;29(9):1786-90.
60. Wollensak G, Spoerl E, Wilsch M, Seiler T. Keratocyte apoptosis after corneal collagen cross-linking using riboflavin/UVA treatment. *Cornea*. 2004 Jan;23(1):43-9.
61. Spoerl E, Mrochen M, Sliney D, Trokel S, Seiler T. Safety of UVA-riboflavin cross-linking of the cornea. *Cornea*. 2007 May;26(4):385-9. Review.
62. Ateş C, Öztuna D, Genç Y. Sağlık Araştırmalarında Sınıf İçi Korelasyon Katsayısının Kullanımı. *Turkiye Klinikleri J Biostat* 2009;1(2):59-64.
63. Rabinowitz YS. Keratoconus. *SurvOphthalmol* 1998; 42:297–319
64. Yağcı R, Kulak AE, Güler E, Tenlik A, Güragaç FB, Hepşen İF. Comparison of Anterior Segment Measurements With a Dual Scheimpflug Placido Corneal Topographer and a New Partial Coherence Interferometer in Keratoconic Eyes. *Cornea*. 2015 Sep;34(9):1012-8.
65. Yazıcı AT, Pekel G, Bozkurt E, Yıldırım Y, Pekel E, Demirok A, Yılmaz OF. Measurements of anterior segment parameters using three different non-contact optical devices in keratoconus patients. *Int J Ophthalmol*. 2013 Aug 18;6(4):521-5.
66. Naderan M, Shoar S, Naderan M, Kamaledin MA, Rajabi MT. Comparison of corneal measurements in keratoconic eyes using rotating Scheimpflug camera and scanning-slit topography. *Int J Ophthalmol*. 2015 Apr 18;8(2):275-80.

67. Aghazadeh Amiri M, Hashemi H, Ramin S, Yekta A, Taheri A, Nabovati P, Khabazkhoob M. Corneal thickness measurements with Scheimpflug and slit scanning imaging techniques in keratoconus. *J Curr Ophthalmol*. 2016 Oct 8;29(1):23-27.
68. Mohammadpour M, Mohammad K, Karimi N. Central Corneal Thickness Measurement Using Ultrasonic Pachymetry, Rotating Scheimpflug Camera, and Scanning-slit Topography Exclusively in Thin Non-keratoconic Corneas. *J Ophthalmic Vis Res*. 2016 Jul-Sep;11(3):245-51.
69. Kumar M, Shetty R, Jayadev C, Dutta D. Comparability and repeatability of pachymetry in keratoconus using four noncontact techniques. *Indian J Ophthalmol*. 2015 Sep;63(9):722-7.
70. Feizi S, Jafarinasab MR, Karimian F, Hasanpour H, Masudi A. Central and peripheral corneal thickness measurement in normal and keratoconic eyes using three corneal pachymeters. *J Ophthalmic Vis Res*. 2014 Jul-Sep;9(3):296-304.
71. Sezgin Akçay Bİ, Ozgürhan EB, Bozkurt E, Kurt T, Yıldırım Y, Coşar MG, Yıldırım A, Umurhan Akkan JC, Demirok A. Evaluation of pachymetric measurements with scheimpflug photography-based system and optical coherence tomography pachymetre at different stages of keratoconus. *J Ophthalmol*. 2014;2014:719205.
72. Savini G, Barboni P, Carbonelli M, Hoffer KJ. Repeatability of automatic measurements by a new Scheimpflug camera combined with Placido topography. *J Cataract Refract Surg*. 2011 Oct;37(10):1809-16.
73. Otchere H, Sorbara L. Repeatability of topographic corneal thickness in keratoconus comparing Visante™ OCT and Oculus Pentacam HR® topographer. *Cont Lens Anterior Eye*. 2017 Aug;40(4):217-223.

74.Ghoreishi SM, Mortazavi SAA, Abtahi ZA, Abtahi MA, Sonbolestan SA, Abtahi SH, Mohammadinia M, Isfahani KN. Comparison of Scheimpflug and swept-source anterior segment optical coherence tomography in normal and keratoconus eyes. *Int Ophthalmol*. 2017 Aug;37(4):965-971.

75.Hasan Ali Bayhan, Seray Aslan Bayhan, Ersin Muhafiz, Izzet Can. Repeatability of aberrometric measurements in normal and keratoconus eyes using a new Scheimpflug–Placido topographer. *J Cataract Refract Surg* 2014; 40:269–275.

76.De la Parra-Colín P, Garza-León M, Barrientos-Gutierrez T. Repeatability and comparability of anterior segment biometry obtained by the Sirius and the Pentacam analyzers. *Int Ophthalmol*. 2014 Feb;34(1):27-33.



