



**T. C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
ADANA TIP FAKÜLTESİ
GÖZ HASTALIKLARI KLİNİĞİ**

**KERATOPLASTİ SONRASI GÖZ İÇİ LENS
İMLANTASYONU GEREKEN OLGULARDA FARKLI
KERATOMETRİ DEĞERLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

Dr. Binhan ASLAN AKBULUT

TIPTA UZMANLIK TEZİ

ADANA-2024



**T. C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
ADANA TIP FAKÜLTESİ
GÖZ HASTALIKLARI KLİNİĞİ**

**KERATOPLASTİ SONRASI GÖZ İÇİ LENS
İMLANTASYONU GEREKEN OLGULARDA FARKLI
KERATOMETRİ DEĞERLERİNİN
KARŞILATIRILMASI**

**Dr. Binhan ASLAN AKBULUT
TIPTA UZMANLIK TEZİ**

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Burcu KASIM**

ADANA-2024

TEŞEKKÜR

Öncelikle, değerli tez danışman hocam Sayın Doç. Dr. Burcu KASIM'a, sağladığı destek ve rehberlik için minnettarım. Asistanlık eğitimim ve tez süreci boyunca sunduğu katkılar benim için çok kıymetliydi.

Asistanlık eğitimim boyunca benimle tecrübelerini paylaşan, yol gösteren her zaman yanımda olan değerli hocalarım Prof. Dr. Altan Atakan ÖZCAN'a, Doç. Dr. Yusuf KOÇLUK'a, Doç. Dr. Emine ÇİLOĞLU'na, Doç. Dr. Tuğba KURUMOĞLU İNCEKALAN'a, Baş. Ast. Dr. Fikret ÜNAL'a, Baş. Ast. Dr. Miray FAİZ TURAN'a teşekkür ederim.

Asistanlık sürecimde bana bilgi, beceri ve deneyimlerini aktaran, desteklerini hissettiğim uzman abi ve ablalarım,

Bu süreçte yanımda olan; yol gösteren kıdemlilerime, bu süreçte zor günleri beraber atlattığım eş kıdemlerime, birlikte çalıştığım için mutluluk duyduğum asistan arkadaşlarıma, sadece hastane içerisinde değil her anımda yanımda olan, asistanlık sürecinde kazandığım bir dost olan Dr. Lina ELMAS'a,

Birlikte çalışmaktan keyif duyduğum kliniğimizde görevli hemşire ve sağlık personellerine çok teşekkür ederim.

Eşim Gürkan AKBULUT'a, bana duyduğu inanç ve destek için, oğlum Artun'a ise sabrı ve neşesiyle bana verdiği güç için müteşekkirim. Zor zamanlarımda her daim yanımda olan, kararlarımda bana destek veren ve sevgilerini sürekli hissettiren değerli aileme, tüm kalbimle teşekkür ederim.

Dr. Binhan ASLAN AKBULUT

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	I
İÇİNDEKİLER	II
TABLolar LİSTESİ	V
ŞEKİLLER LİSTESİ	VI
KISALTMALAR LİSTESİ	VII
ÖZET.....	VIII
ABSTRACT.....	IX
1. GİRİŞ ve AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. KORNEA	3
2.1.1. Kornea Embriyolojisi	3
2.1.2. Kornea Histolojisi	3
2.1.2.1. Epitel Tabakası	3
2.1.2.2. Bowman Tabakası	4
2.1.2.3. Stroma Tabakası	4
2.1.2.4. Descement Tabakası.....	5
2.1.2.5. Dua Tabakası	5
2.1.2.6. Endotel Tabakası	5
2.1.3. Kornea Fonksiyonları.....	6
2.1.3.1. Refraksiyon	6
2.1.3.2. Dehidratasyon	8
2.1.3.3. Geçirgenlik.....	9
2.2. KERATOPLASTİ	9
2.2.1. Penetran Keratoplasti (PKP)	9

2.2.2. Derin Ön Lameller Keratoplasti (DALK)	9
2.2.3. Descement Soymali Otomatize Endotelyal Keratoplasti (DSAEK)	10
2.2.4. Descement Soymali Otomatize Endotelyal Keratoplasti (DMEK).....	10
2.3. LENS.....	10
2.4. KATARAKT	11
2.5. GÖZ İÇİ LENS GÜCÜ HESAPLANMASI.....	13
2.5.1. Keratometri	14
2.5.2. Biyometri	16
2.5.2.1. Ultrasonografik Biyometri	16
2.5.2.2. Optik Koherans Biyometri	18
3. GEREÇ ve YÖNTEM	19
3.1. ÇALIŞMAYA DAHİL EDİLEN OLGULAR	19
3.2. ÇALIŞMAYA DAHİL EDİLME VE DIŞLANMA KRİTERLERİ	19
3.2.1. Dahil Edilme Kriterleri	19
3.2.2. Dışlanma Kriterleri	19
3.3. VERİLERİN TOPLANMASI.....	20
3.3.1. Demografik Veriler.....	20
3.3.2. Primer Etyoloji	20
3.3.3. Nakil Türü	20
3.3.4. Graft/Alıcı Çapı.....	21
3.3.5. Keratometrik Veriler.....	21
3.3.6. GİL Gücü.....	21
3.3.7. Post Operatif Komplikasyonlar.....	21
3.3.8. Beklenen Refraktif Kusur	21
3.3.9. Gerçek Refraktif Kusur	21
3.4. İSTATİSTİKSEL ANALİZ	21

4. BULGULAR.....	23
5. TARTIŞMA	37
6. SONUÇ	42
7. KAYNAKLAR.....	43



TABLolar LİSTESİ

<u>Tablo No</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Çalışma grubunun sosyodemografik özellikleri.....	23
Tablo 2. Çalışma grubunun ameliyat özellikleri.....	24
Tablo 3. Greft Çaplarının sayısal verileri.....	24
Tablo 4. Sütür özellikleri.....	24
Tablo 5. Pre-operatif ölçümler	25
Tablo 6. Alıcı kornea çapı açısından ölçüm değerleri kıyaslanması one way anova test.....	25
Tablo 7. Kornea çapları kıyaslanması bonferroni test post-hoc.....	28
Tablo 8. Beklenen refraktif kusur EKR değeri üzerine diğer ölçüm değerlerinin etkisi çoklu lineer regresyon analizi.....	28
Tablo 9. Beklenen refraktif kusur keratometrik değeri üzerine diğer ölçüm değerlerinin etkisi çoklu lineer regresyon analizi.....	28
Tablo 10. Gerçek refraktif kusur ile beklenen refraktif kusur EKR, topografi ve keratometri değerlerinin kıyaslanması -paired t test.....	29
Tablo 11. Gerçek refraktif kusur ile beklenen refraktif kusur EKR, topografi ve keratometri değerlerinin spearman korelasyon analizi	29
Tablo 12. Gerçek refraktif kusur ile beklenen refraktif kusur EKR değerinin bland-altman analizi	29
Tablo 13. Mutlak gerçek refraktif kusur ile beklenen refraktif kusur EKR değerinin bland-altman analizi	32
Tablo 14. Kappa analizi EKR GRK-BRK değeri $> +2/-2$ olanların yüzde dağılımları.....	34
Tablo 15. Kappa Analizi Topografi GRK-BRK değeri $> +2/-2$ olanların yüzde dağılımları.....	34
Tablo 16. Kappa analizi keratometri GRK-BRK değeri $> +2/-2$ olanların yüzde dağılımları.....	34
Tablo 17. Kappa analizi EKR GRK-BRK değeri $> +1/-1$ olanların yüzde dağılımları.....	34
Tablo 18. Kappa analizi topografi GRK-BRK değeri $> +1/-1$ olanların yüzde dağılımları.....	35
Tablo 19. Kappa analizi keratometri GRK-BRK değeri $> +1/-1$ olanların yüzde dağılımları.....	35
Tablo 20. EKR GRK-BRK değeri $> +0,5/-0,5$ olanların yüzde dağılımları.....	35
Tablo 21. Topografi GRK-BRK değeri $> +0,5/-0,5$ olanların yüzde dağılımları.....	35
Tablo 22. Keratometri GRK-BRK değeri $> +0,5/-0,5$ olanların yüzde dağılımları	35
Tablo 23. GRK-BRK değerlerinin gruplara göre dağılımı	35
Tablo 24. GRK-BRK değeri $> +/- 2$ için uyum tablosu	35
Tablo 25. GRK-BRK değeri $> +/- 1$ için uyum tablosu	36
Tablo 26. GRK-BRK değeri $> +/- 0,5$ için uyum tablosu	36

ŞEKİLLER LİSTESİ

<u>Şekil No</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Kornea epitel hücre tabakasının kesitsel görünümü	4
Şekil 2. Kornea tabakaları.....	6
Şekil 3. Gözdeki kırıcı ortam şeması	8
Şekil 4. Lensin anatomisi	11
Şekil 5. Nakil hastalarının primer etyoloji dağılımları	23
Şekil 6. BRK EKR değeri bland altman dağılım grafiği.....	30
Şekil 7. BRK topoğrafi değeri bland altman dağılım grafiği.....	31
Şekil 8. BRK keratometri değeri bland altman dağılım grafiği	31
Şekil 9. Mutlak BRK EKR değeri bland altman dağılım grafiği	33
Şekil 10. Mutlak BRK topoğrafi değeri bland altman dağılım grafiği	33
Şekil 11. Mutlak BRK keratometri değeri bland altman dağılım grafiği.....	34

KISALTMALAR LİSTESİ

AU	: Aksiyel Uzunluk
BKD	: Bowman Kornea Distrofisi
BRK	: Beklenen Refraktif Kusur,
CCT	: Santral Kornea Kalınlığı
D	: Diyoptri
DALK	: Derin Anterior Lamellar Keratoplasti
DMEK	: Descement Membran Endotelyal Keratoplasti
DSAEK	: Descement Soymalı Otomatize Endotelyal Keratoplasti
EKR	: Eşdeğer Keratometri Okumaları
GİL	: Göz içi lens
GRK	: Gerçek Refraktif Kusur
K	: Keratometri
K1	: Düz keratometri
K2	: Dik keratometri,
KK	: Keratokonus
LKD	: Lattice Kornea Distrofisi
MKD	: Maküler Kornea Distrofisi
ÖKD	: Ön Kamara Derinliği
PCI	: Kısmi Koherens İnterferometresi
PKP	: Penetran Keratoplasti
Sim K	: Simüle Edilmiş Keratometri Değeri
TMP	: Gerçek Ortalama Güç
TNP	: Gerçek Korneal Güç

ÖZET

Keratoplasti Sonrası Göz İçi Lens İmplantasyonu Gereken Olgularda Farklı Keratometri Değerlerinin Karşılaştırılması

Amaç: Keratoplasti sonrası göz içi lens implantasyonu gereken hastalarda göz içi lens seçiminde uygun keratometri değerlerinin karşılaştırılarak klinik pratiğe uygun keratometri değerlerinin belirlenmesi

Gereç ve Yöntem: 2015-2024 yılları arasında Adana Şehir Eğitim ve Araştırma Göz hastalıkları kliniği kornea biriminde derin anterior lamellar keratoplasti (DALK) veya penetran keratoplasti (PKP) yöntemiyle kornea nakili olup sonrasında katarakt cerrahisi geçiren 32 hastanın 32 gözü bu çalışmaya dahil edilmiştir. Ameliyat öncesi otorefraktometre ile alınan keratometri, topografik keratometri, ekr-45 keratometri değerlerine göre biyometri hesaplanıp, göz içi lens seçimi yapılarak opere edilen hastaların hedef refraksiyon değerinden sapma ve refraksiyon indekslerinin farklı keratometri değerlerinde karşılaştırılması sağlandı.

Bulgular: İstatiksel olarak 3 değer ile yapılan ölçümler arasında gerçek refraktif kusur ile beklenen refraktif kusur arasındaki farklarda anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0,05$). Fakat bu farklar için yapılan Bland Altman analizinde ise istatiksel olarak anlamlı fark bulunmasa da tekrarlanma katsayıları karşılaştırıldığında otorefraktometre ile alınan keratometrik ölçümde tekrarlanabilirlik katsayısı 4,441, topografik ölçümde ise 4,528 ekr ölçümünde 9,479 şeklindedir. Tekrarlanabilirlik katsayısı daha düşük olan keratometrik ölçümün daha tutarlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Aynı şekilde mutlak farklar değerlendirildiğinde de benzer sonuçlara ulaşılmış. Otorefraktometreden alınan keratometri değerinin daha tutarlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Sonuç: PKP/DALK operasyonu geçirmiş hastalarda katarakt cerrahisi öncesi göz içi lensi için yapılan ölçümlerde otorefraktometre ve topografik keratometri değerleri daha tutarlı sonuç verebilir iken istatiksel olarak anlamlı fark olmasa da tutarlılık açısından EKR değerinin kullanılmasının uygun olmayacağı tespit edildi.

Anahtar Kelimeler: Keratoplasti, katarakt, keratometri, Refraksiyon, Pentacam, Holladay EKR

ABSTRACT

Comparison of Different Keratometry Values in Cases Requiring Intraocular Lens Implantation After Keratoplasty

Objective: To determine appropriate keratometry values for intraocular lens selection in patients requiring intraocular lens implantation after keratoplasty, contributing to clinical practice.

Materials and Methods: A total of 32 eyes from 32 patients who underwent deep anterior lamellar keratoplasty (DALK) or penetrating keratoplasty (PKP) at the Adana City Training and Research Hospital, Department of Ophthalmology between 2015 and 2024 were included in this study. Preoperative keratometry values were obtained using autorefractometry, topographic keratometry, and EKR-45. Based on these values, biometry calculations were performed, and intraocular lens selection was made. The deviations from the target refraction values and refractive indices were compared.

Results: No statistically significant difference was found between the actual refractive error and the expected refractive error among the three measurement methods ($p>0.05$). However, in the Bland-Altman analysis, while no statistical significance was noted, the repeatability coefficients were as follows: 4.441 for autorefractometry, 4.528 for topographic measurement, and 9.479 for EKR measurement. These results indicate that the keratometric measurements obtained from autorefractometry are more consistent. Similar findings were observed when evaluating absolute differences.

Conclusion: In patients who underwent PKP/DALK surgery, the keratometry values obtained from autorefractometry and topographic measurements provided more consistent results for intraocular lens measurements before cataract surgery, while the use of EKR values, despite no statistical differences, was found to be less suitable in terms of consistency.

Keywords: Keratoplasty, Cataract, Keratometry, Refraction, Pentacam, Holladay EKR

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Kornea, göz küresinin ön kısmında bulunan saydam ve avasküler bir yapıdır. Bu yapı, sadece gözü korumakla kalmaz, aynı zamanda optik özelliklere de sahiptir (1).

Korneanın herhangi bir tabakasında hasar olursa, saydamlık bozulur ve görme kaybı meydana gelir. Bu durumda, zarar gören korneanın yerine donör kornea dokusu ile değiştirilmesi işlemi keratoplasti olarak adlandırılmaktadır. Keratoplasti sonrası lens opasifikasyonu (katarakt), saydam greft varlığında postoperatif görme keskinliğinin azalmasının önemli nedenlerinden biridir. Katarakt oluşumu veya ilerlemesinin, cerrahi travma, normal lens fizyolojisi, önemli intraoküler iltihaplanma ve topikal kortikosteroidlerin uzun süreli kullanımı gibi faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir (2).

Keratoplasti gerektiren kornea patolojisine katarakt eşlik ettiğinde, iki ana cerrahi yaklaşım bulunmaktadır.

Kombine Cerrahi:

Bu yaklaşımda, aynı seansta keratoplasti, katarakt ekstraksiyonu ve göz içi lens (GİL) yerleştirilmesi işlemleri birlikte gerçekleştirilir (Üçlü prosedür).

Ardışık Cerrahi:

Bu yöntemde, önce keratoplasti uygulanır, ardından ikinci seansta katarakt ekstraksiyonu ve GİL yerleştirilmesi işlemi gerçekleştirilir.

Her iki yöntemin avantajları ve dezavantajları vardır. Kombine cerrahi, hastayı ikinci bir işleminden kurtarıırken, ardışık cerrahi, cerrahinin karmaşıklığını azaltabilir ve iyileşme sürecini daha yönetilebilir hale getirebilir. Hangi yaklaşımın tercih edileceği, hastanın durumu ve cerrahin deneyimi gibi faktörlere bağlıdır (3).

Üçlü prosedür, ikinci operasyonu önler ve görmenin hızlı bir şekilde iyileşmesini sağlar; ancak, GİL gücünü doğru bir şekilde tahmin edememesi nedeniyle büyük refraktif hatalara yol açabilir. İki aşamalı prosedürün en büyük avantajı, hastaların refraktif hatalarının emmetropiye daha yakın olmasını sağlamasıdır; dezavantajları ise görme keskinliğinde iyileşmenin gecikmesi ve greft

başarısızlığı riskinin artmasıdır (4).

Doğru GİL gücünün belirlenmesi, başarılı bir katarakt cerrahisi için kritik öneme sahiptir. GİL gücünün doğru hesaplanması için teorik ve regresyon formülleri kullanılmaktadır. Bu formüller, çeşitli parametrelerin dikkate alınmasıyla oluşturulmuştur. A-scan ultrasonografi ölçümünden önce keratometrik değerlerin belirlenmesi önemlidir. Keratometrik ölçümlerdeki 1 Diyoptrilik (D)'lik hata, ameliyat sonrası refraksiyonu yaklaşık 1 D oranında etkileyebilir (5).

İki aşamalı prodesüdüde GİL hesaplamasında kullanılacak keratometrik değer veya hesaplama formülü konusunda ortak bir görüş bulunmamaktadır.

Keratometrik değerler otorefraktometre, topografi ve optik biyometri cihazlarıyla farklı olarak hesaplanabilir.

Bizim çalışmamızda keratoplasti sonrası katarakt cerrahisi gelişen hastalarda GİL seçiminde farklı keratometrik değer ile formül hesaplandığında hedeflenen refraktif kusur ile gerçek refraktif kusur arasındaki farklardaki değişkenliğin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma sonucunda keratoplastili hastalarda GİL hesaplamasında hangi keratometrik değerın öncelikli kullanması gerektiği bulunması amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. KORNEA

Kornea gözyaşı film tabakası ile birlikte düzgün bir ön kırılma yüzeyi sağlar. Gözün derin yapılarını yapısal hasar ve enfeksiyona korumak için gerekli bir yapıdır. Yetişkin kornea ortalama yatay çapı 11,5-12 mm'dir. Dikey çapı ise 1 mm daha küçüktür. Ön refraktif güç +43.00 ile 43,50 D arasındadır. Kornea prolat şeklindedir; merkez daha dik yapıda çevresi daha düzdür bu yapı asferik bir optik sistem oluşturur (1).

2.1.1. Kornea Embriyolojisi

Kornea oluşumu gestasyonun 5-6.haftasında başlamaktadır. Kornea epiteli yüzey ektoderminden gelişir. İlk başta kornea stroması yüzey epiteli ile lens vezikülü arasında bulunan kolajen liflerinden oluşmaktadır. Altıncı haftada yüzey ektodermi ile lens vezikülü arasında nöral krest kaynaklı korneal fibroblastların stromaya göçü başlar. 4. ayda ise endotelyal hücreler tarafından descemet membranını oluşturur. Bowman tabakası ise primer asellüler tabaka kalıntısıdır. 3. ayın sonunda sinirler stromaya ulaşırken 5. ayda ise epitele ulaşmaktadırlar (6).

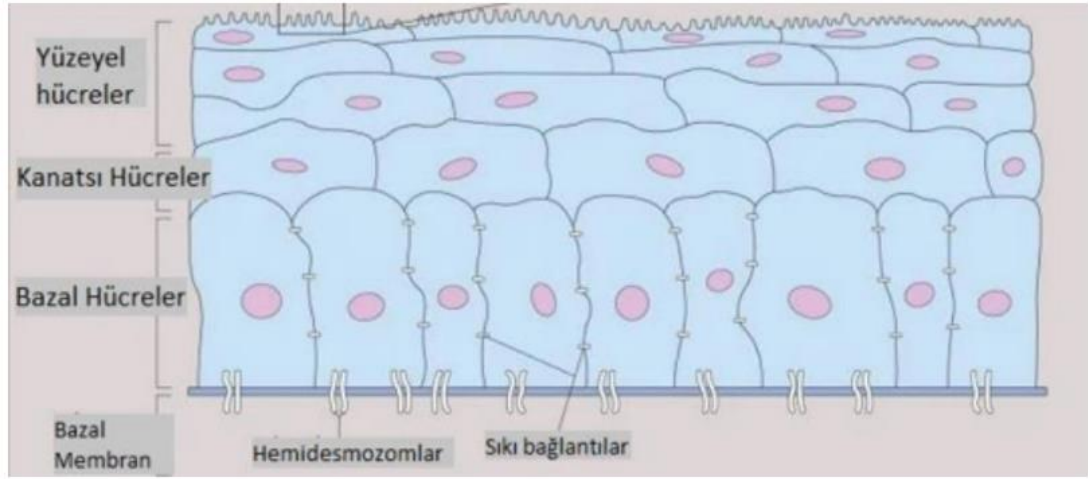
2.1.2. Kornea Histolojisi

Kornea tabakaları epitel, bowman, stroma, descemet membranı, endotel tabakalarından oluşmaktadır. Dua tabakası yeni tanımlanan bir tabakadır; stroma içerisinde descemet membranının önünde yer alır (7).

2.1.2.1. Epitel Tabakası

Keratinize olmayan, salgı yapmayan dört ile altı katmanlı, çok katlı yassı epitel tabakadan oluşur. Kornea kalınlığının %10'unu oluşturmaktadır. Yüzeyel hücreler, kanatsız hücreler ve bazal hücreleri içermektedir (8). Kornea epiteli, sürekli olarak bir hücre yenilenmesi sürecindedir. Kornea epitelinin en üst tabakasındaki hücreler sürekli bir döngü halinde hücre proliferasyonu ile değiştirilmektedir. Kornea epitelinde proliferatif hücreler sadece bazal hücrelerdir. Bazal membranla temas

halinde olan hücreler mitotik hücre bölünmesi yeteneğine sahiptir. Suprabazal katmanlara yer değiştiren hücreler ise post mitotik hale gelmektedir ve bölünme yeteneklerini kaybetmektedirler (9). Kornea epitel hücrelerinde involüsyon, apoptoz ve deskuamasyon aşamalarını içeren 7 ila 10 günlük bir siklus vardır (10). Lens epitel hücrelerinde olduğu gibi yüksek konsantrasyonlarda intrasitoplazmik enzim kristaline sahip olması, optik şeffaflığın korunmasında önemlidir (11).



Şekil 1. Kornea epitel hücre tabakasının kesitsel görünümü (1)

2.1.2.2. Bowman Tabakası

8-14 μm kalınlığında bir tabaka olup Tip 1 kollajen liflerden meydana gelmektedir. Bowman tabakası stromanın hemen önündedir ve gerçek bir zar değildir. Stromanın en ön kısmının hücresiz yoğunlaşmasından oluşur. Pürüzsüz ve dirençli tabaka korneanın şeklinin ve biyomekanik özelliklerinin korumasında katkıda bulunmaktadır. Mikroorganizmalar için bariyer görevi görür (7). Hasarlandığında yenilenemez ve skar doku bırakarak iyileşmektedir. Yaşlanmayla kalınlığında değişiklik olmamaktadır (12).

2.1.2.3. Stroma Tabakası

Kornea kalınlığının % 90'nını stroma oluşturmaktadır. Tip 1, tip 2 ve tip 3 kollajen lifler ön üçte birlik stromada oblik yerleşim gösterirken arka üçte ikilik stromada ise paralel yerleşim göstermektedir. Bu dizilim stromal saydamlığı sağlamaktadır. Keratan sülfat ve kondroitin sülfat ise kollajen liflerinin arasındaki

boşluğu dolduran temel glikozaminoglikanlardır. İnsanlarda stroma, her biri bitişik lameldeki liflere göre dik açılarda düzenlenen 200-250 farklı lamel içermektedir. Kollajen, lameller içinde yer alır. Bu yapı, 0,2 mm genişliğe ve 2 µm kalınlığa kadar değişkenlik gösterir. Kornea merkezinde yaklaşık 200 lamel demeti bulunmaktadır. Lamel yoğunluğu, ön lamellerde arka stromaya göre daha yüksektir. Ön lameller oldukça iç içedirler ve çoğunlukla Bowman tabakasına girmiş gibi görünmektedir (13).

2.1.2.4. Descement Tabakası

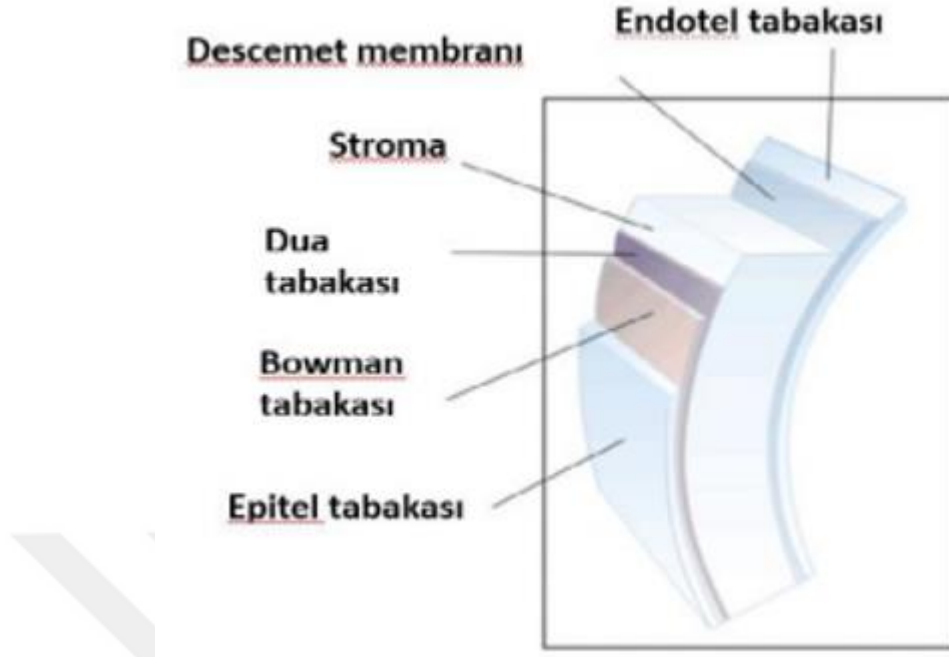
Endotel hücrelerinin bazal membranıdır. Ortalama kalınlığı 10 µm'dur. Tip IV kollajenden oluşmaktadır. Hasarında endotel hücreleri yeniden salgılanmasını sağlar (12).

2.1.2.5. Dua Tabakası

DALK prosedürü sırasında varlığı tespit edilmiş olan yeni bir korneal tabaka olan dua tabakası yeni literatürde bahsedilmektedir. Pre-descemet veya arka stromal bölgede bulunan bu tabaka, Dua tabakası olarak adlandırılmıştır (7). Dua tabakası temel olarak Tip I kollajenden oluşur. Tip IV ve tip VI kollajen, kornea stromasına göre dua tabakasında daha yoğun olarak bulunur. Keratositler bulunmamaktadır.

2.1.2.6. Endotel Tabakası

Düzenli olarak sıralanan tek tabakalı kübik hücreler ile kaplıdır. Bitişik hücreler lateral interdiyasyonları paylaşır. Lateral sınırları boyunca gap ve sıkı bağlantılara sahip bir tabakadır. Bazal yüzeyi ise descemet tabakasına yapışmayı sağlayan çok sayıda hemidesmozomlara sahiptir (1). En önemli iki iyon taşıma sistemi, membrana bağlı $\text{Na}^+ - \text{K}^+ \text{ATPaz}$ ve hücre içi karbonik anhidraz yoludur. Her ikisindeki aktivite ise stromadan aköz hümöre net iyon akışını sağlamaktadır (14).



Şekil 2. Kornea tabakaları (15)

2.1.3. Kornea Fonksiyonları

2.1.3.1. Refraksiyon

Gözde toplam kırıcılığın %74'ünü kornea sağlar. Kalan 20D'lik kırma gücünün büyük kısmını lens sağlar. Yenidoğanda kornea dikey çapı 10 mm ve kırıcılık gücü +51 diyoptridir. Bir yaşında ise erişkin kornea değerine ulaşmaktadır. 6 yaşına kadar kornea gelişimi devam eder.

Kornea kırıcılığını belirleyen 3 ana faktör vardır; şekil ve kırıcılık indeksi, saydamlık, yüzey düzenliliği

Şekil ve kırıcılık indeksi;

Korneanın eğrilik yarıçapına ve hava-aköz hümör ile arasındaki refraktif indeks farkı korneanın kırma gücünü verir (16).

Havanın refraktif indeksi 1, aköz hümörün ise 1,33'tür. Refraktif indekslerde bu fark yaklaşık 40 D'lik bir kırılmaya neden olmaktadır.

Korneanın kırma gücü ön yüzeyde +48 D'dir. Arka yüzeyde ise -5 D olmak üzere toplam +43 D'dir.

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 (17).

Korneanın kırma gücü, GİL gücü hesaplamalarında kritik bir parametredir. Korneanın eğriliği, ilk kez 1845 yılında Hermann von Helmholtz tarafından geliştirilen bir keratometre ile ölçölmüştür.

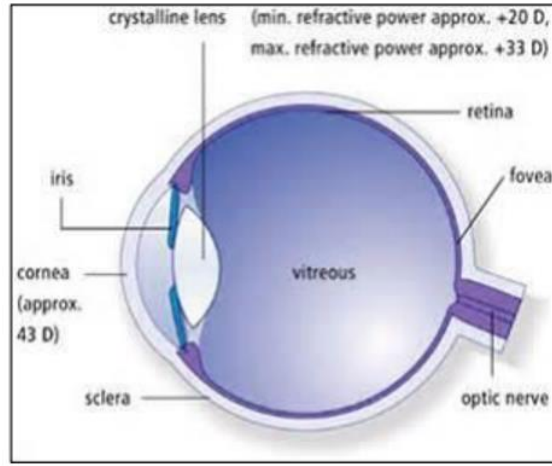
Bu cihaz, 3 mm çapında bir halkadan yansıyan ışığın üzerine düşen ışık noktalarının arasındaki mesafeyi değerlendirir.

Keratometreler, korneanın parasantral bölgesindeki düzenli sferosilindirik yüzeyler için doğru sonuçlar sağlar. Ancak, düzensiz kornea eğrilikleri veya patolojik durumlar söz konusu olduğunda, bu ölçömler yeterli olmayabilir ve daha ileri teknolojilere ihtiyaç duyulabilir (18).

GİL teknolojisinin ilerlemesiyle birlikte, keratometreler korneal gücü ölçümünde yaygın olarak kullanılmaktadır. Hem keratometreler hem de Placido disk topografi cihazları sadece korneanın ön yüzeyini değerlendirebilir. Ancak, korneal gücün hem ön hem de arka yüzeylere bağlı olduğu göz önüne alındığında, keratometreler arka yüzey hakkında varsayımlarda bulunur. Arka yüzey genellikle eksi güce sahip olduğundan, keratometreler bu durumu telafi etmek için formöllerinde daha düşük bir kırma indisi kullanır.

Korneanın kırılma gücünün ölçölmesinde en büyük sorun, ölçüm hatalarından kaynaklanmaktadır. İntraoküler lens gücü hesaplamalarında karşılaşılan hataların yaklaşık %25'i, korneal kırılma gücündeki yanlışlıklardan kaynaklanmaktadır (19).

Kornea eğrilik yarıçapı yaşla birlikte değişişir. Bebeklikte sferik olurken çocukluk ve ergenlik çağında kurala astigmatizmaya dönüşmektedir. Orta yaşlarda tekrar sferikleşişir ve yaşlılıkta kurala aykırı astigmatizma gelişişir (20).



Şekil 3. Gözdeki kırıcı ortam şeması (21)

Saydamlık;

Korneanın saydamlığını etkileyen ana unsur, stromal kollajen liflerin düzenidir.

Lifler arasındaki mesafe, görünen ışığın dalga boyunun yarısından daha küçük olduğunda, ışığın düzenli bir şekilde saçılmasını sağlar ve korneadan geçmesini mümkün kılar.

Ancak korneanın yapısındaki değişiklikler, saydamlığı bozarak ışığın rastgele saçılmasına neden olabilir. Kornea, 310 - 2500 nm aralığındaki dalga boylarına sahip ışınları geçirebilir (17,20).

Yüzey düzenliliği;

Kornea epiteli ve gözyaşı filmi, korneal yüzeyin düzgünlüğünü sağlayan temel bir optik ortamdır (17).

Kuru gözlerin neden olduğu punktat keratopati, kornea yüzeyinin pürüzlü hale gelmesine yol açar. Ayrıca, yara dokusu oluşumu, korneanın incilmesi, daha önce yapılan refraktif cerrahiler ve keratokonus gibi durumlar, korneanın şeklini değiştirerek optik düzensizliklere neden olabilir (22).

2.1.3.2. Dehidratasyon

Korneanın %75-80'i su içermektedir. Kornea stromasında bulunan glikozaminoglikan yapının ozmotik gücü sayesinde, izotonik ortamlarda bile suyu tutabilmektedir.

2.1.3.3. Geçirgenlik

Epitel tabakası, hidrofobik özellik taşıdığı için hidrofilik maddelere karşı bir bariyer işlevi görür. Öte yandan, hidrofilik yapıya sahip stroma, lipofilik maddelere karşı bir engel oluşturur. Endotel tabakası ise lipofilik olduğundan, stromadan aköz hümöre hidrofilik maddelerin difüzyonunu engeller.

2.2. KERATOPLASTİ

2.2.1. Penetran Keratoplasti (PKP)

Penetran keratoplasti, korneanın tüm tabakalarının cerrahi olarak çıkarıldığı ve yerine sağlıklı bir donör korneanın yerleştirildiği bir tür kornea naklidir. Bu işlem genellikle ciddi kornea hastalıkları, travma veya kalıcı görme kaybı durumlarında tercih edilir. PKP, korneanın ön ve arka tabakalarının tamamen değiştirildiği bir yöntemdir ve iyileşme süreci diğer keratoplasti türlerine kıyasla genellikle daha uzundur (23).

Prosedür sırasında, hastanın hastalıklı korneası tamamen çıkarılır ve donör korneanın uygun şekilde yerleştirilmesiyle gözün optik fonksiyonları yeniden sağlanır. Bu yöntem, korneanın bütün tabakalarının hastalıklarından etkilenen kişilerde etkili bir çözüm sunar (24).

PKP sonrası hastaların görme sonuçları genellikle iyidir, ancak uzun dönem komplikasyonlar ve dikişlerin alınması gerekebilir. Dikişlerin alınması, gözde herhangi bir enfeksiyon veya diğer komplikasyon risklerini artırabilir (25).

2.2.2. Derin Ön Lameller Keratoplasti (DALK)

Derin ön lameller keratoplasti (DALK), korneanın yalnızca ön katmanlarının (epitelyum ve stroma) nakledildiği bir cerrahi prosedürdür. Bu yöntem, genellikle korneanın derin katmanlarının sağlıklı olduğu, ancak yüzeysel veya orta derinlikteki katmanlarda patolojik değişikliklerin bulunduğu durumlarda tercih edilir. DALK, korneanın derin katmanlarını korurken, yüzeysel bozuklukları veya hastalıkları tedavi etmeye yönelik bir yaklaşımdır (26).

DALK prosedüründe, cerrah korneanın ön yüzey tabakalarını dikkatlice çıkarır ve bu bölgeye uygun bir donör kornea yerleştirir. Bu yöntem genellikle

kornea distrofileri veya çeşitli enfeksiyonlar gibi durumlarda kullanılır. İşlem genellikle lokal anestezi altında yapılır ve hastalar çoğunlukla kısa bir iyileşme sürecinden geçer (27).

DALK'nin başlıca avantajları arasında, korneanın derin yapılarının korunması, transplantasyonun daha düşük riskli olması ve görsel sonuçların iyileştirilmesi bulunmaktadır. Bu yöntem, tam kalınlık kornea nakline kıyasla genellikle daha hızlı bir iyileşme süreci ve daha düşük komplikasyon riski sağlar (28).

2.2.3. Descement Soymali Otomatize Endotelyal Keratoplasti (DSAEK)

Endotelyal keratoplastiler özellikli korneal skar olmayan, endotelyal patolojilerde kullanılan bir nakil prosedürüdür. Endotelyal keratoplastiler son yıllarda oldukça gelişen ve popüler hale gelen nakil yöntemlerindendir.

Önce hastanın korneasından endotel tabakasını ve onun üzerindeki ince stroma tabakasını çıkarır. Bu işlem, özel bir aletle yapılır. Daha sonra, donör korneasından alınan uygun bir endotel tabakası hastanın korneasına yerleştirilir (29).

2.2.4. Descement Soymali Otomatize Endotelyal Keratoplasti (DMEK)

Bu yöntem korneanın endotel hücrelerini ve decement zarını değiştirmeyi amaçlayan bir keratoplasti tekniğidir. Korneanın daha yüksek görme keskinliği ve görme kalitesini sağlamak için kullanılır (30). DSAEK de olduğu gibi endotelyal kornea hastalıklarında kullanılır.

2.3. LENS

Lens, iris ile ön hyaloid membran arasında yer alan saydam ve avasküler bir yapıdır. Lensin temel işlevi, ışığın retina üzerinde net bir şekilde odaklanmasını sağlamak için kırılmasını düzenlemektir. Erişkin bir bireyde lensin kırıcılık gücü ortalama 20 D civarındadır.

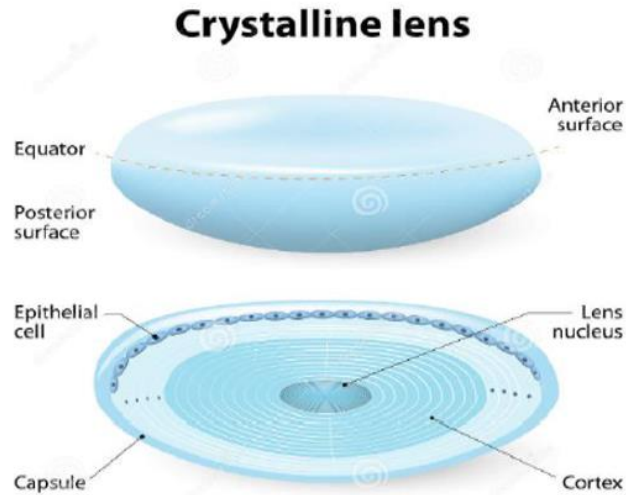
Lens, ortalama bir erişkin gözde 60 D'ye kadar odaklama gücüne katkıda bulunan önemli bir bileşendir. Akomodasyon yeteneği sayesinde lens, odaklama gücünü artırma kapasitesine sahiptir. Adolesan dönemde lensin akomodasyon

kapasitesi 12-16 D civarındayken, bu yetenek yaşla birlikte azalarak 50'li yaşlarda 2 D seviyelerine düşer. Lensin akomodasyon yeteneği, yakına odaklanırken siliyer kasların kasılmasıyla birlikte öne ve içe doğru hareket etmesi, siliyer prosesuslara bağlı zonüllerin geriliminin azalması ve bunun sonucunda lensin ön arka yüzünün eğimindeki değişiklikler sayesinde lensin kırma gücündeki artışla açıklanır. Yaş ilerledikçe lensin boyutundaki artış, mekanik ilişkilerdeki değişiklikler ve lens çekirdeğinin sertliğinin artması, akomodasyon yeteneğinin azalmasına yol açar (31).

Lensin etrafını saran kapsül, lensin epitel hücreleri tarafından üretilir. Bu kapsül, lensin arka kısmında en ince, ekvator bölgesinde ise en kalın olacak şekilde yapılandırılmıştır. Lens kapsülünün kalınlığı, lensin çeşitli bölümlerindeki işlevsel ve yapısal özelliklerini destekler.

Lens, ekvator bölgesinden zonüller (süspansiyon lifleri) aracılığıyla prosesus siliyarislere (ciliary processes) bağlanır. Bu bağlar, lensin konumunu ve şekil değişimini kontrol eder. Yaşlanma ile birlikte, bazı zonüller kaybolabilir, bu da lensin şekil ve işlevini etkileyebilir (32).

Doğumda lensin çapı 6-6,5 mm'dir. Yetişkinlikte ise çap 9 mm civarındadır (6).



Şekil 4. Lensin anatomisi

2.4. KATARAKT

Lensin ilerleyici bir biçimde saydamlığını kaybetmesi katarakt olarak

adlandırılır. Tedavi ile düzelebilen körlük nedenlerinin başında gelmektedir. Yaş ile birlikte görülme sıklığı artmaktadır. 50 yaş üst insanlarda %35 oran ile körlüğün başlıca sebebidir. Katarakt görülme sıklığı düşük gelirli ve kırsal toplumlarda daha fazladır (33).

Katarakt türleri 7 grupta incelenebilir;

- Konjenital: Doğum veya doğum sonrası ilk 1 ayda gelişen katarakt tipidir.
- Senil: Yaş ile birlikte oluşan kataraktır. En sık görülen katarakt grubudur.
 - Nükleer: Lens merkezinde opaklaşma izlenir. Lens yoğunluğunun artmasına bağlı hastalarda indeks miyopi gözlenebilir.
 - Kortikal: En sık görülen alt tiptir. Lens çevresinde opaklaşma gözlenir. Opaklaşma periferde olmasından dolayı hastalarda görme keskinliği geç dönemde etkilenebilir.
 - Arka Subkapsüler: Korteks ile arka kapsül arasında bulunan boşluğa hücrel birikim sonucu gerçekleşir.
- Patolojik: Sistemik hastalıkla beraber seyreden katarakt türüdür.
- Gelişimsel/Juvenil: Ergenlik döneminde görülen katarakt türüdür.
- Travmatik: herhangi bir travma (delici, künt, ultraviyole, radyasyon vb.) sonucu oluşur.
- Komplike: göz içi başka bir patolojik durumun sebebiyet verdiği katarakt türüdür (glokom, yüksek miyopi vb.)
- Sekonder: ekstrakapsüler cerrahilerden sonra arka kapsülde yeniden opaklaşmaya bağlı katarakt türüdür.

Katarakt yoğunluğuna bağlı olarak kişinin yaşamsal aktivitesini kısıtlayan bir durumdur. Genel görüş kişinin fonksiyonlarını azaltan bir görme azlığı durumunda cerrahi müdahalenin şart olmasıdır. Yıllar boyunca çeşitli tekniklerle kataraktın cerrahi olarak çıkarılması sağlanmıştır. Bu teknikler temel olarak kataraktın gözün dışarısına çıkarılmasını amaçlamıştır. İlk modern sayılabilecek yöntem kataraktın lensin kapsülüyle beraber cerrahi kesiyle dışarı çıkarılmasıdır (intrakapsüler ekstraksiyon). Daha sonrasında intraoküler merceklerin geliştirilmesi ve göz içine implantasyonu gerekliliğinden ekstrakapsüler ekstraksiyon yöntemi popülerlik kazanmıştır. Günümüzde uygulanan en modern teknik ise fakoemülsifikasyon ile intraoküler lens implantasyonudur. Bu teknik ile eski tekniklerdeki cerrahi kesiler

küçülmüştür. Ön kapsülektemi yerini kapsüloreksis almış göz içi katlanabilir intraoküler lensler geliştirilerek hastaların görme seviyesi arttırılmaya çalışılmıştır (34).

Lens, gözün önemli kırıcı elemanlarından biridir ve 19.11 dioptrilik bir kırma gücüne sahiptir. Katarakt cerrahisi sırasında lensin çıkarılması, gözü önemli ölçüde zayıflatır; ortalama 23.70 D'lik bir kayıp meydana gelir. Bu kaybın telafisi, gözlük, kontakt lens, kornea üzerine doku yerleştirilmesi veya GİL kullanımıyla sağlanabilir. GİL kullanımı, kristal lensin gücünü yenilemenin en yaygın ve etkili yoludur (35).

GİL implantasyonu öncesinde, katarakt cerrahisi sonrası tedavi genellikle gözlük veya kontakt lensle sağlanıyordu. Her iki yöntemin bazı dezavantajları olsa da, ameliyat sonrası muayenelerin yapılabilmesi ve gözlük ya da lenslerin gerektiğinde ayarlanabilmesi önemli avantajlardır. Ancak GİL implantasyonu, lens gücünün ameliyat öncesinde doğru bir şekilde hesaplanmasını zorunlu kılar. Yanlış hesaplamalar, ek bir cerrahi müdahaleye yol açabilir, bu yüzden doğru hesaplama büyük önem taşır. Dört temel parametre, doğru GİL gücünün hesaplanmasında kritik rol oynar: hedef refraksiyon, gözün aksiyel uzunluğu, korneanın kırma gücü ve GİL'in postoperatif pozisyonu. Genelde ameliyat sonrası hedef refraksiyon emetropiye ayarlanır; yalnızca monovizyon veya belirgin refraksiyon kusuru olan özel durumlarda farklı hedefler belirlenebilir.

2.5. GÖZ İÇİ LENS GÜCÜ HESAPLANMASI

GİL gücünün hesaplanması, katarakt cerrahisinde önemli bir aşamadır ve bu hesaplamalar, genellikle A-scan ultrasonografi ile optik koherens biometri yöntemleri kullanılarak yapılmaktadır. 1949 yılında Ridley, GİL implantasyonunu ilk kez gerçekleştirmiştir. Ameliyat sonrası refraktif hataların artması, GİL gücünün doğru bir şekilde belirlenmesinin önemini artırmıştır. Yıllarca standart lens güçleri (genellikle +19 ile +21 D) tercih edilmiştir, ancak 1980'li yıllardan sonra bu standart lenslerin kullanımı azalmıştır. Cerrahlar, katarakt cerrahisi öncesinde GİL gücünü belirlemede biyometri yöntemlerini kullanmaya başlamış ve daha kesin sonuçlar elde etmişlerdir. Bu biyometrik uygulama, ameliyat sonrası refraksiyon sonuçlarının önemli ölçüde iyileşmesine katkıda bulunmuştur. Bu sayede hastaların görme kalitesi artarken, komplikasyon oranları da azalmıştır. Doğru GİL gücünün belirlenmesi,

başarılı bir katarakt cerrahisi için kritik öneme sahiptir. GİL gücünün doğru hesaplanması için teorik ve regresyon formülleri kullanılmaktadır. Bu formüller, çeşitli parametrelerin dikkate alınmasıyla oluşturulmuştur. A-scan ultrasonografi ölçümünden önce keratometrik değerlerin belirlenmesi önemlidir. Keratometrik ölçümlerdeki 1 D'lik hata, ameliyat sonrası refraksiyonu yaklaşık 1 D oranında etkileyebilir (5).

2.5.1. Keratometri

Kornea, gözün toplam kırma gücünün yaklaşık üçte ikisini oluşturur ve oküler refraktif sistemin en önemli bileşenidir. Korneanın kırma gücünün ölçümü, GİL gücü hesaplamalarında kritik bir parametre olarak kabul edilmektedir. Korneanın kurvatürü, ilk kez 1845'te Helmholtz tarafından keratometre ile ölçülmüştür. Bu cihaz, 3 mm'lik bir halkadan yansıtılan dik nokta çiftlerinin arasındaki mesafeyi belirler. Keratometri ölçümleri, normal korneanın parasantral bölgesi gibi düzenli sferosilindirik yüzeyler için doğru sonuçlar sunar (36).

Keratometri, korneanın ön yüzeyinin eğrilik yarıçapını değerlendiren bir yöntemdir ve genellikle gözdeki refraktif kusurları analiz etmek amacıyla kullanılır. Bu süreç, korneanın en düz (K1) ve en dik (K2) meridyenlerindeki eğrilik değerlerini belirleyerek gerçekleştirilir; elde edilen veriler, cerrahi işlemler öncesinde ve sonrasında gözün optik özelliklerini incelemek için oldukça önemlidir (5).

AU (aksiyel uzunluk) ve keratometri ölçümleri, katarakt cerrahisinde öngörülebilir refraktif hatanın doğru hesaplanması için önemlidir (34).

Çeşitli cihazlar, altın standart kabul edilen ölçümlere yakın AU değerleri sağlamaktadır. Bu nedenle, doğru preoperatif keratometri (K) ölçümleri, GİL gücü hesaplaması ve ameliyat sonrası refraksiyon tahmini açısından büyük bir önem taşımaktadır (38).

Kornea, ön ve arka yüzeylerinin toplam refraktif gücünden sorumludur. Geçmişte arka kornea ölçümlerinin elde edilmesindeki zorluklar nedeniyle, korneal refraktif güç sadece ön kornea ölçümleri kullanılarak belirlenebilmekteydi. Ancak, anterior ve posterior korneanın eğim yarıçapının sabit ve doğrusal olmadığını göz önünde bulundurulduğunda, ölçüm hatası olasılığı yüksektir (36).

Günümüzde, Pentacam HR Teknolojisi (Oculus Optikgeräte GmbH, Wetzlar,

Almanya - Scheimpflug görüntüleme sistemi) ve IOLMaster 700 (Carl Zeiss Meditec AG - Swept-Source Optik Biometri) gibi etkili araçlar, toplam korneal gücü ölçmek için anterior segment parametreleri hakkında daha doğru sonuçlar sağlamaktadır (40).

Pentacam teknolojisi scheimpflug yöntemini kullanır, kullanıma 2000’li yılların başında girmiştir. Geleneksel kornea topografisi yöntemleri sınırlı veri sunarken, Pentacam, üç boyutlu görüntüleme yeteneğiyle önemli bir yenilik sağlamıştır (41). Bu gelişme, özellikle keratokonus ve refraktif cerrahi alanında büyük bir öneme sahiptir. İlk nesil cihazların ardından yazılım ve donanım iyileştirmeleri, Pentacam’ı daha hassas ölçümler yapabilen bir cihaz haline getirmiştir (42). Pentacam cihazı, frontal düzlemde dönerken yalnızca 2 saniyede 50 adet anterior segmentin slit görüntüsünü alır. Elde edilen bu görüntüler sayesinde korneanın ön ve arka yüzeylerinin topografik yapısı, elevasyonları, çapı, hacmi, aberasyonları, ön kamara hacmi, derinliği ve açısı gibi çeşitli parametreler detaylı olarak incelenebilir.

Pentacam cihazı, ön kornea yüzeyini değerlendirir ve simüle edilmiş keratometri değerini (sim K) ölçmektedir. Ayrıca arka kornea yarıçapı, ön kornea yarıçapı ve santral kornea kalınlığını (CCT) da ölçer. Bilgisayar yazılımı, toplam kornea gücünü hesaplamak için uygun kırılma indekslerini kullanır. Bu ölçüm, gerçek net güç (TNP) olarak adlandırılır ve bu değer, manuel, otomatik veya simüle edilmiş keratometriyle elde edilen korneal vertex gücünden farklıdır. TNP, rutin GİL güç hesaplamaları için genellikle önerilmez çünkü yaygın olarak kullanılan tüm GİL güç formülleri, korneal vertex gücünü 1.3375 kırılma indeksi temelinde gerektirir (43).

GİL güç hesaplamaları için belirlenen standardı korumak amacıyla, Pentacam eşdeğer k ölçümünü (EKR) hesaplayacak şekilde programlanmıştır ve bu ölçüm Holladay Raporu’nda belirtilmiştir. Cihazın yazılımı, merkezi kornea yüzeyinden elde edilen ölçümleri değerlendirir ve popülasyonun ortalamasına göre korneanın arka yüzey gücündeki farkı yansıtacak şekilde ayarlar. EKR, herhangi bir GİL hesaplama formülünde ayarlama gerektirmeden kullanılabilir (44).

Pentacam, konvansiyonel keratometrelere göre iki belirgin avantaj sunar; bu da onu refraktif cerrahi sonrası gözlerde GİL gücünün hesaplanmasında deneysel

olarak kullanılmasına yol açmıştır. İlk olarak, Pentacam korneanın çeşitli yerlerindeki gerçek yükseklik noktalarını toplarken, konvansiyonel keratometreler ölçümleri parasantral olarak alır. İkinci olarak, Pentacam hem anterior hem de posterior korneal eğrilikleri doğrudan ölçerken, konvansiyonel makineler posterior eğriliği anterior eğriliğin %82.2'si olarak tahmin eder (45).

Sim K değerleri, 3 mm'lik pupilla perimetristen elde edilen noktalarla oluşturulur ve konvansiyonel keratometreler gibi hipotetik bir kırılma indeksi ($n = 1.3375$) kullanır. Alternatif olarak, Holladay EKR değerleri, gözün merkezi bölgesindeki anterior ve posterior kornea ölçümleriyle oluşturulur. Bu EKR bölgesi genellikle 3 mm ile 5 mm arasında ayarlanabilir (46).

IOLMaster 700 , kornea, iris ve lensin yansımalarını analiz ederek ÖKD (Ön kamara derinliği) ve keratometri ölçümleri yapan, temas gerektirmeyen konvansiyonel bir keratometredir. ÖKD ölçümü için, gözle 30 derece açıyla 0.7 mm'lik bir yarı ışın gönderilirken; keratometri ölçümleri için 2.3 mm çapında altıgen bir desenle görsel eksen boyunca altı ışık noktası hedeflenir. IOLMaster, üçüncü nesil GİL formülleriyle kullanıldığında %90'dan fazla gözde 1 D içinde GİL gücü doğruluğuna katkıda bulunur (47).

2.5.2. Biyometri

Biyometrinin GİL hesaplamalarında kullanımı, refraksiyon sonuçlarında ameliyat sonrası önemli iyileşmeler sağlamıştır. GİL gücünün doğru hesaplanabilmesi için biyometrik ölçümlerin titizlikle yapılması büyük bir öneme sahiptir. GİL gücünü hesaplamak için kullanılan biyometri yöntemleri, iki ana kategoriye ayrılmaktadır: ultrasonik (immersiyon ve kontakt yöntemleri) ve optik biyometrik (lazer interferometri prensibi temelinde) yöntemler (48).

2.5.2.1. Ultrasonografik Biyometri

Ultrasonografi, ses dalgalarının vücut dokularıyla fiziksel kurallar doğrultusunda etkileşimine dayanan bir tekniktir. Ultrasonik biyometri ise, gözün dinamik ve statik yapılarını ultrason aracılığıyla sayısal olarak ölçme işlemini ifade eder. Oftalmolojide ultrasonografi ilk kez 1956 yılında Mundt ve Hughus tarafından kullanılmıştır. Daha sonra, 1963 yılında Ossoining ve Gernet ultrasonik biyometrinin

gelişimine katkıda bulunmuşlardır (49). Ultrasonografik biyometri sırasında aksiyel uzunluk değeri, hem manuel hem de otomatik yöntemlerle ölçülebilir. Her iki yöntemde de güvenilir sonuçlar elde edebilmek için ölçümü gerçekleştiren kişinin tekniği doğru bir şekilde uygulaması gereklidir. Ultrasonografik biyometride, immersiyon ve kontakt olmak üzere iki farklı yöntem bulunmaktadır (50).

İmmersiyon tekniği:

Ultrasonografik biyometrinin ilk uygulanan yöntemi immersiyon tekniğidir. Ölçüm sırasında kornea, lensin ön ve arka yüzleri ile retinadan dört yansıma elde edilir. Elde edilen ekoların doğru bir şekilde yerleştirilebilmesi için probun optik aksa dik konumda olması önemlidir. Ayrıca, ölçüm esnasında sıvı içinde hava kabarcığı bulunmamasına dikkat edilmelidir; çünkü 1 mm boyutunda bir hava kabarcığı, ameliyat sonrasında 3 D refraksiyon hatasına yol açabilir (51,52).

Kontakt tekniği:

Ultrasonografik biyometri sırasında, zamanla su dolu problemlerin kullanımının pratik olmadığı anlaşılmış ve bu nedenle solid A-mod problemler geliştirilmiştir. Solid A-mod problemler ile uygulanan kontakt teknik, sıvı kapların verdiği rahatsızlık ve hava kabarcıklarının oluşumunu ortadan kaldırırken, bu sefer korneada kompresyon sorununu ortaya çıkarmıştır. Kontakt teknikle ultrasonik ölçüm alınırken, ultrason probu primer bakış pozisyonunda korneaya temas ettirilir. Gözün fiksasyonunu sağlamak amacıyla genellikle probun merkezindeki ışık kullanılır. Yoğun kataraktı olan gözlerde ise fiksasyon, diğer göz aracılığıyla gerçekleştirilir. Doğru ölçüm için ses dalgasının lens ve retinaya dik bir şekilde ulaşması gereklidir (52,53).

Ultrasonik biyometrinin kontakt ve immersiyon yöntemleri karşılaştırıldığında, her iki yöntemin de farklı avantajları ve dezavantajları vardır. İmmersiyon tekniğinde, kontakt metoda göre en büyük avantaj, korneal basının mevcut olmamasıdır. Ancak, göz içi cerrahisi geçirmiş veya delici göz yaralanması olan gözlerde immersiyon tekniği önerilmemektedir. Öte yandan, kontakt teknik immersiyon yöntemine göre daha hızlı ve pratik bir seçenektir. Her iki yöntemde de lokal anestezi uygulama gerekliliği ve enfeksiyon riski bulunmaktadır. Ayrıca, her iki teknikte de en az üç kez, aralarında 0.3 mm'den fazla fark olmayan ölçümlerin

alınması önerilmektedir; 0.3 mm'lik değişikliklerin uygulayıcıya ait ölçüm hatası olarak değerlendirildiği kabul edilmektedir (53).

2.5.2.2. Optik Koherans Biyometri

Optik biyometri cihazları klinik pratiğe girdiğinden beri GİL gücü hesaplamalarında altın standart yöntem olarak benimsenmiştir. Bu yöntemde, göze temas edilmeden hızlı ve kolay ölçümler yapılabilir. Günümüzde çeşitli optik biyometri cihazları bulunmaktadır; bunlardan ilki 1999 yılında piyasaya sürülen IOL Master 500 (Carl Zeiss AG, Almanya) olmuştur. 2009 yılında Lenstar LS 900 (Haag Streit AG, İsviçre) ve 2012 yılında AL-Scan (Nidek Co. Ltd., Japonya) cihazları kullanıma girmiştir. Bu cihazların 3. ve 4. kuşak GİL gücü hesaplama formülleriyle birlikte kullanılması, fizyolojik kornealarda GİL hesaplamalarında son derece hassas ölçümlerin yapılmasına olanak sağlamıştır (53,54).

GİL gücünün hesaplanmasında optik biyometri yönteminin, A-Scan ultrasonografik biyometriye kıyasla daha doğru ve güvenilir sonuçlar sunduğu tespit edilmiştir. Optik biyometri ile yapılan ölçümlerde hata oranı oldukça düşüktür ve bu ölçümler rahatlıkla tekrar edilebilmektedir. Ölçümler, korneaya dokunmadan ve topikal anestezi uygulanmadan gerçekleştirildiği için korneada epitelyal hasar oluşumu ve hastalar arasında enfeksiyon riski ortadan kalkmaktadır. İşlem süresi oldukça kısadır; tüm biyometrik ölçümler ve GİL gücü hesaplaması tek bir oturumda tamamlanabilmektedir. Optik biyometri cihazlarının veri tabanlarında yer alan Haigis, Hoffer Q, SRK II, SRK/T gibi lens hesaplama formülleri, otomatik olarak bu formüllere göre değerleri hesaplayabilmektedir. Ancak yoğun katarakt veya korneal skar gibi belirgin opasite bulunan durumlarda, tremor ve nistagmus gibi hastanın fiksasyonunu sağlayamadığı hallerde, vitre hemorajisi ya da retina dekolmanı gibi durumlarda optik biyometri yeterli kalmayabilir (54,55).

3. GEREÇ ve YÖNTEM

Bu çalışmada 2015-2024 yılları arasında Adana Şehir Eğitim ve Araştırma Göz hastalıkları kliniği kornea biriminde derin anterior lamellar keratoplasti ve penetran keratoplasti yöntemiyle kornea nakili olup sonrasında katarakt cerrahisi geçiren 14 kadın, 18 erkek 32 hastanın 32 gözü bu çalışmaya dahil edilmiştir. Bu çalışma için Adana Şehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nda 3183 karar no'lu onay alındı. Tüm hastalardan yazılı bilgilendirilmiş onam formu alındı ve Dünya Tıp Birliği Helsinki Bildirgesi'ne bağlı kalındı.

3.1. ÇALIŞMAYA DAHİL EDİLEN OLGULAR

Lattice kornea distrofisi (LKD), Maküler kornea distrofisi (MKD), Bowman Kornea distrofisi (BKD), keratokonus (KK), keratit, lökom, penetrasyon nedenleri ile kornea nakili uygulanıp sonrasında katarakt nedeniyle fakoemülsifikasyon cerrahisi geçiren 32 hastanın 32 gözüne ait veriler; ameliyat öncesi, ameliyat sonrası ve takip süresi sonunda olmak üzere kaydedildi.

3.2. ÇALIŞMAYA DAHİL EDİLME VE DIŞLANMA KRİTERLERİ

3.2.1. Dahil Edilme Kriterleri

1. Hasta yaşının 18' den büyük olması
2. Hastanın daha öncesinde DALK veya PKP cerrahisi geçirmiş olması.
3. Göz içi lensin implante edilebilmiş olması
4. Operasyon öncesi topografik ve ekr keratometri ve biyometrik keratometri ölçümlerinin alınabilmiş olması.

3.2.2. Dışlanma Kriterleri

1. Hastanın ameliyat öncesi ve sonrası muayane ve ölçüm kayıtlarında eksik olması
2. Takiplerde post operatif komplikasyon nedeniyle yeniden nakil ihtiyacı doğması
3. Hastadaki çeşitli göz patolojileri nedeniyle ölçüm alınamaması

4. Hastanın takipten çıkması

3.3. VERİLERİN TOPLANMASI

Olguların demografik verileri, primer etyolojileri, biyomikroskopik muayene bulguları, greft çapı, alıcı çapı, otorefraktometre (VISUREF 100 - Autorefractor/Keratometer (Carl Ziss (Almanya) biyometri (IOL Master 500 (Carl Zeiss AG, Almanya)) ve topografi (Oculus Pentacam (Almanya)) verileri, ameliyat öncesi ve sonrası greft bulguları. Hastanın her iki cerrahiye ait epikrizleri incelendi. Takılan GİL gücü kaydedildi. Hastalara aynı cerrah tarafından aynı şekilde ameliyat uygulandığı izlendi. Anatomik ve fonksiyonel başarı durumu hasta dosyalarından, kayıtlı ön segment fotoğraflarından ve ameliyat videolarından geriye yönelik incelendi. ameliyat sonrasında 6. Ay takibinde otorefraktometre ile (VISUREF 100 - Autorefractor/Keratometer) ölçümleri alındı eşdeğer (SE) hesaplandı ($SE = \text{sferik değer} + [\text{astigmatik değer}/2]$). Takip süresi sonundaki muayene bulguları, hastalara ulaşılarak yenilendi ve güncelliği doğrulandı. Tüm olgulara aynı cerrah tarafından aynı cerrahi girişim uygulandı (B.K).

3.3.1. Demografik Veriler

Çalışmaya dahil edilen hastaların yaş, cinsiyet, çalışmaya dahil edilen gözü, nakil ameliyatından sonra katarakt cerrahisi arasında geçen süre takip dosyaları incelenerek kaydedildi.

3.3.2. Primer Etyoloji

Hastaların nakil öncesi primer etyolojileri; LKD, MKD, BKD, KK, keratit, lökom, penetrasyon olarak 8 grupta incelendi.

3.3.3. Nakil Türü

Hastanın PKP/DALK nakil yöntemlerinden hangisini geçirdiği hasta dosyaları taranarak kaydedildi.

3.3.4. Greft/Alıcı Çapı

Hastanın takip dosyalarından greft ve alıcı çapı incelenerek kaydedildi.

3.3.5. Keratometrik Veriler

Hastanın katarakt operasyonu öncesi yapılan topografi (Oculus Pentacam (Almanya)) ölçümünden K1, K2 ve Holladay EKR 65 K1, K2, Otorefraktometre/Keratometre (VISUREF 100 - Autorefractor/Keratometer (Carl Ziss (Almanya)) ölçümünden K1,K2 değeri alınarak yapılmış olan biyometri ölçümleri kaydedildi.

3.3.6. GİL Gücü

Hastanın aynı cerrah tarafından aynı yöntemle yapılan fakoemülsifikasyon cerrahisinde bag içine lens diyoptrisi hasta dosyaları incelenerek kaydedildi.

3.3.7. Post Operatif Komplikasyonlar

Hastanın post operatif 1. Hafta,1. Ay ve 6.ayda yapılan takiplerinde post operatif komplikasyon geliştirip geliştirmediği hasta dosyaları incelenerek kaydedildi.

3.3.8. Beklenen Refraktif Kusur

Hastanın 3 farklı keratometrik değer ile yapılmış biyometrilerinde mevcut intraoküler lensin hangi refraksiyon hedefine denk geldiği hesaplanarak kaydedildi.

3.3.9. Gerçek Refraktif Kusur

Hastanın post operatif 6.ay takibinde otorefractometre (VISUREF 100 - Autorefractor/Keratometer (Carl Ziss (Almanya)) ile alınan değerleri sferik eşivalanları hesaplanarak kaydedildi.

3.4. İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Verilerin analizinde SPSS 27 (IBM-A.B.D.) ve jamovi programı

kullanılmıştır. Normal dağılım testi olarak Kolmogrow-Smirnov Testi kullanılmıştır. Analizlerde t testi, paired t testi, one way ANOVA, Pearson korelasyon analizi, Logistik Regresyon analizi, Bonferroni Post Hoc ve Bland Altman testi ,Cohen's kappa analizi kullanılmıştır. İstatiksel olarak önemlilik $p<0,05$ olarak kabul edilmiştir.

Bland-Altman grafiğinde p değeri, genellikle ortalama farkın sıfırdan önemli ölçüde sapıp saptığını test etmek için kullanılır, ancak ölçümlerin hassasiyeti ve değişkenliği için diğer metrikler (örneğin, tekrarlanabilirlik katsayısı) de önemlidir.

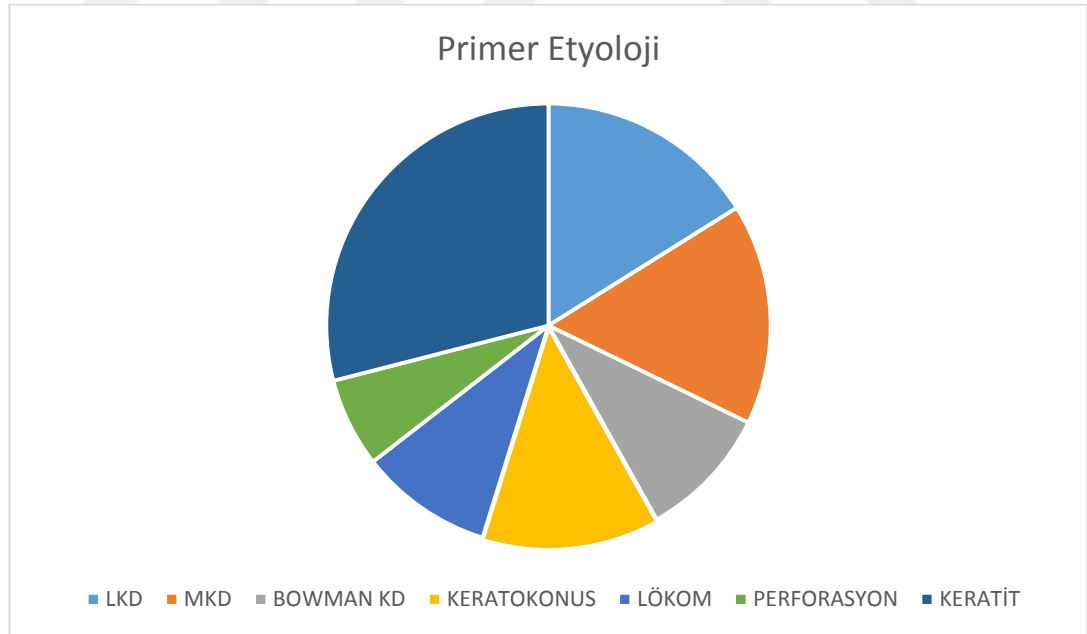
Bland-Altman grafiğinde tekrarlanabilirlik katsayısı (Coefficient of Repeatability, CR), bir ölçüm yönteminin tutarlılığını değerlendirmek için kullanılır. CR, aynı yöntemle yapılan iki tekrar ölçüm arasındaki farkların kabul edilebilir sınırlar içinde olup olmadığını gösterir. Yani tekrarlanabilirlik katsayısı düşük olan testin daha tutarlı olduğu söylenebilir. Bu şekilde, tekrarlanabilirlik katsayısı yöntemle yapılan ölçümlerin güvenilirliği ve tutarlılığı hakkında bilgi sağlar.

4. BULGULAR

Çalışmaya dahil edilen PKP/DALK operasyonu sonrasında Fakoemülsifikasyon cerrahisi geçiren 32 hastanın 32 gözü takip sürelerince değerlendirildi. Çalışmamıza dahil edilen 32 hastanın yaş ortalaması $61,41 \pm 10,3$, 14'ü kadın (%43,8), 18'i erkek (%56,3)'ti. Hastaların kornea nakil öncesi 5'i (%15,6) LKD, 5'i (%15,6) MKD, 4'ü (%12,5) KK, 9'u (%28,1) Keratit, 2'si (%6,3) Perforasyon, 4'ü %12,5 Lökome, 3'ü (%9,4) BKD tanısına sahipti. Nakil sonrası cerrahi süresi $26,38 \pm 17,7$ aydı. Hastaların ameliyatlarında 13 (%40,6) DALK, 19'u (%59,4) PKP metoduyla 16'sı sağ (%50), 16'sı sol göz (%50) opere oldu.

Tablo 1. Çalışma grubunun sosyodemografik özellikleri

ÖZELLİKLER	ORTALAMA $\pm$ SD	MİN-MAX
YAŞ	$61,41 \pm 10,3$	30-74
ÖZELLİK	SAYI	YÜZDE
CİNSİYET		
KADIN	14	43,8
ERKEK	18	56,3



Şekil 5. Nakil hastalarının primer etyoloji dağılımları

Peroperatif komplikasyon varlığı mevcut değildi. Postoperatif komplikasyon 8 (%25) hastada mevcuttu.

Tablo 2. Çalışma grubunun ameliyat özellikleri

ÖZELLİKLER	ORTALAMA±SD	MİN-MAX
NAKİL SONRASI CERRAHİ SÜRESİ	26,38±17,747	6-72
ÖZELLİKLER	SAYI(n)	YÜZDE (%)
SAĞ	16	%50
SOL	16	%50
AMELİYAT TİPİ		
DALK	13	40,6
PKP	19	59,4

Tablo 3. Greft Çaplarının sayısal verileri

	GREFT ÇAPI	ALICI ÇAPI
ORTALAMA	7,2031	7,6797
STANDART SAPMA	0,31391	0,34334
ORTANCA	7	7,50
MAXİMUM	8	8,50
MİNİMUM	7	7,25

Hastaların ortalanca greft çapı 7.00 (7.00-8.00) ortalanca alıcı çapı 7.50 (7.25-8.50) idi.

Sütür varlığı 22 (%69,8) hastada mevcuttu ve 13'ü (%59.1) parsiyel tipte idi.

Tablo 4. Sütür özellikleri

ÖZELLİKLER	SAYI(N)	YÜZDE(%)
SÜTÜR VARLIĞI		
VAR	22	69,8
YOK	10	31,3
SÜTURASYON TÜRÜ		
KOMPLET	9	40,9
PARSİYEL	13	59,1

Hastaların pre-operatif ölçüm değerleri ortalamaları şu şekildeydi; K1 EKR değeri 52,571±4,906, topografik K1 değeri 43,571±3,879, keratometrik K1 değeri 43,571±3,879, K2 EKR değeri 47,875±4,765, topografik k2 değeri 49,637±5,107, keratometrik k2 değeri 49,514±5,190, beklenen refraktif kusur EKR değeri -0,182±0,889, beklenen refraktif kusur topografik değeri -0,568±0,751, beklenen refraktif kusur keratometrik değeri -0,679±0,66

Tablo 5. Pre-operatif ölçümler

ÖZELLİKLER	ORTALAMA±SD	MİN-MAX
K1 EKR* DEĞERİ	52,571±4,90	31-51,23
TOPOGRAFİK K1 DEĞERİ	43,571±3,87	36,20-51,80
KERATOMETRİK K1 DEĞERİ	43,070±4,48	30,59-52,00
K2 EKR* DEĞERİ	47,875±4,76	38,60-57,76
TOPOGRAFİK K2 DEĞERİ	49,637±5,10	40,40-59,60
KERATOMETRİK K2 DEĞERİ	49,514±5,19	40,46-59,25
BRK*** EKR* DEĞERİ	-0,182±0,88	-2,10-1,73
BRK*** TOPOGRAFİK DEĞERİ	-0,568±0,75	-2,0-1,12
BRK*** KERATOMETRİK DEĞERİ	-0,679±0,66	-2,10-1,17

Çalışmamızda cinsiyet, gözün yönü, ameliyat tipi, sütur varlığı, sütur tipi, postoperatif komplikasyon açısından ölçüm değerleri T testi ile karşılaştırıldığında gruplar arası anlamlı fark bulunamamıştır.

Greft çapı açısından yapılan one way ANOVA testi sonucuna göre K1 EKR değeri, topografik K1 değeri, keratometrik K1 değeri K2 EKR değeri topografik k2 değeri, keratometrik k2 değeri, gerçek refraktif kusur değeri, beklenen refraktif kusur EKR değeri, beklenen refraktif kusur topografik değeri, beklenen refraktif kusur keratometrik değeri-, gerçek refratif kusur- beklenen refraktif kusur ekr değeri, gerçek refratif kusur -beklenen refraktif kusur topografik değeri, gerçek refratif kusur- beklenen refraktif kusur keratometrik, mutlak gerçek refratif kusur-beklenen refraktif kusur ekr değeri, mutlak gerçek refratif kusur- beklenen refraktif kusur topografik değeri, mutlak gerçek refratif kusur- beklenen refraktif kusur keratometrik değeri arasında anlamlı fark yoktur.

Tablo 6. Alıcı kornea çapı açısından ölçüm değerleri kıyaslanması one way anova test

ÖLÇÜM DEĞERLERİ	ALICI KORNEA ÇAPI	ORTALAMA±SD	P DEĞERİ
K1 EKR* DEĞERİ	7,25 7,50 7,75 8,0 8,25 8,50	46,605±4,62 40,208±1,24 47,754±3,48 41,870±2,26 43,185±0,50 42,060±5,99	0,040
TOPOGRAFİK K1 DEĞERİ	7,25 7,50 7,75 8,0 8,25 8,50	46,550±2,98 41,340±2,75 47,560±3,53 43,025±5,12 42,650±0,07 42,250±3,23	

Tablo 6'nin devamı

KERATOMETRİK K1 DEĞERİ	7,25 7,50 7,75 8,0 8,25 8,50	45,572±5,46 40,585±3,66 49,280±2,38 43,882±4,33 40,625±1,59 42,00±1,41	0,001
K2 EKR* DEĞERİ	7,25 7,50 7,75 8,0 8,25 8,50	51,377±5,46 45,326±2,92 53,868±3,79 46,790±4,70 46,705±2,58 48,350±5,48	0,003
TOPOGRAFIK K2 DEĞERİ	7,25 7,50 7,75 8,0 8,25 8,50	52,550±5,59 47,960±3,61 54,260±4,17 51,675±6,51 43,750±2,47 54,00±2,82	0,041
KERATOMETRİK K2 DEĞERİ	7,25 7,50 7,75 8,0 8,25 8,50	52,985±4,99 46,438±3,37 55,050±4,00 51,300±4,47 43,750±2,47 54,0±2,82	0,001
GRK**	7,25 7,50 7,75 8,0 8,25 8,50	-2,250±1,55 -0,633±2,06 0,150±5,38 -2,562±3,38 -0,875±0,88 -2,00±2,474	0,689
BRK*** EKR* DEĞERİ	7,25 7,50 7,75 8,0 8,25 8,50	-0,367±0,49 0,005±0,94 -0,154±0,78 0,182±0,93 -1,400±0,98 -0,810±0,55	0,288
BRK*** TOPOGRAFIK DEĞERİ	7,25 7,50 7,75 8,0 8,25 8,50	-1,022±0,64 -0,545±0,67 -0,220±0,72 -0,660±1,31 -0,660±0,01 -0,435±1,05	0,776
BRK*** KERATOMETRİK DEĞERİ	7,25 7,50 7,75 8,0 8,25 8,50	-0,972±0,26 -0,319±0,70 -1,014±0,35 -1,175±0,05 -0,440±0,07 -1,210±1,25	0,055
GRK** -BRK*** EKR* DEĞERİ	7,25 7,50 7,75 8,0 8,25 8,50	-1,857±1,65 -0,637±2,11 0,368±5,68 -2,745±3,09 0,525±0,10 -1,140±3,09	0,653

Tablo 6'nın devamı

GRK ^{**} -BRK ^{***} TOPOGRAFİK DEĞERİ	7,25 7,50 7,75 8,0 8,25 8,50	-1,227±1,58 -0,088±1,90 0,866±6,31 -1,902±2,95 -0,215±0,89 -1,565±1,42	0,769
GRK ^{**} -BRK ^{***} KERATOMETRİK DEĞERİ	7,25 7,50 7,75 8,0 8,25 8,50	-1,327±1,73 -0,439±2,03 1,464±6,09 -1,412±3,40 -0,435±0,95 -0,860±1,11	0,758
MUTLAK GRK ^{**} - BRK ^{***} EKR [*] DEĞERİ	7,25 7,50 7,75 8,0 8,25 8,50	2,057±1,30 1,812±1,17 3,648±4,00 2,950±2,83 0,525±0,10 2,190±1,61	0,475
MUTLAK GRK ^{**} - BRK ^{***} TOPOGRAFİK DEĞERİ	7,25 7,50 7,75 8,0 8,25 8,50	1,227±1,58 1,424±1,20 4,170±4,36 2,407±2,41 0,635±0,30 1,565±1,42	0,227
MUTLAK GRK ^{**} - BRK ^{***} KERATOMETRİK DEĞERİ	7,25 7,50 7,75 8,0 8,25 8,50	1,637±1,34 1,430±1,47 3,880±4,58 2,207±2,78 0,675±0,61 0,860±1,11	0,421

*EKR: Equivalten Keratometry Değeri, ** GRK: Gerçek Refraktif Kusur, *** BRK: Beklenen Refraktif Kusur

Alıcı kornea çapı açısından yapılan one way ANOVA testi sonucuna göre, K1 EKR değeri (p=0,040), topografik K1 değeri (p=0,012), keratometrik K1 değeri (p=0,01), K2 EKR değeri (p=0,03) topografik k2 değeri (p=0,041), keratometrik k2 değeri (p=0,01) ortalamaları arasında anlamlı fark bulunmuştur. Bu farkın hangi çaptan kaynaklandığını bulmak amacıyla Bonferroni post-hoc testi yapılmıştır. Post-hoc testi sonucunda farkın 7,5 mm ile 7,75 mm arasındaki farktan kaynaklandığı bulunmuştur.

Tablo 7. Kornea çapları kıyaslanması bonferroni test post-hoc

ANOVA'DA FARK BULUNAN DEĞERLER	ALICI KORNEA ÇAPI (1)	ALICI KORNEA ÇAPI (2)	ORTALAMA FARKI (MEAN DIFFERENCE)	P
K1 EKR	7,5	7,75	-7,546	0,035
TOPOGRAFIK K1			-6,219	0,015
KERATOMETRIK K1			-8,694	0,001
K2 EKR			-8,542	0,003
TOPOGRAFIK K2			-7,546	0,179
KERATOMETRIK K2			-8,611	0,002

Tablo 8. Beklenen refraktif kusur EKR değeri üzerine diğer ölçüm değerlerinin etkisi çoklu lineer regresyon analizi

R	R Kare	Düzeltilmiş R Kare	Tahmin Hatasının Standart Sapması	Değişim İstatistikleri				
				R Kare Değişimi	F Değişimi	df1	df2	Sig. F Değişimi
,788 ^a	,621	,530	,60995	,621	6,829	6	25	,000
a. Predictors: (Constant), Keratometrik K2, Topografik K1, Topografik K2, K1 Ekr, Keratometrik K1, K2 Ekr değeri								
			B	S. ERROR	Sig.	Kollinearity İstatistikler		
						Tolerans	VIF	
(Constant)			1,849	1,345	0,182			
K1 EKR			-0,123	0,044	0,010		0,253	3,948
TOPOGRAFIK K1 DEĞERİ			-0,046	0,056	0,415		0,254	3,941
KERATOMETRIK K1 DEĞERİ			0,122	0,052	0,027		0,222	4,507
K2 EKR DEĞERİ			-0,119	0,054	0,036		0,184	5,422
TOPOGRAFIK K2 DEĞERİ			0,099	0,040	0,021		0,288	3,472
KERATOMETRIK K2 DEĞERİ			0,015	0,040	0,708		0,281	3,557
a. Bağımlı değişken: Beklenen refraktif kusur EKR değeri								

Çok değişkenli lineer regresyon analizine göre; K1 EKR değerindeki bir birimlik artış beklenen refraktif kusur EKR değerinde -0,123 birimlik azalışa sebep olmuştur (**p:0,010**).

Tablo 9. Beklenen refraktif kusur keratometrik değeri üzerine diğer ölçüm değerlerinin etkisi çoklu lineer regresyon analizi

R	R Kare	Düzeltilmiş R kare	Tahmin hatasının standart sapması	Değişim İstatistikleri				
				R Kare Değişimi	F Değişimi	df1	df2	Sig. F Değişimi
,826 ^a	,683	,607	,41891	,683	8,967	6	25	,000
a. Bağımsız değişkenler: (Sabit), Keratometrik K2, Topografik K1, Topografik K2, K1 Ekr, Keratometrik K1, K2 Ekr değeri								
Katsayılar Tablosu								
			Standartlaştırılmamış Katsayılar		Sig.	Kollinearity İstatistikleri		
			B	Std. Error		Tolerance	VIF	
(Constant)			1,331	,924	,162			
K1 EKR			,044	,030	,166		,253	3,948
Topografik K1			,060	,038	,129		,254	3,941
Keratometrik K1			-,117	,036	,003		,222	4,507
K2 EKR			,032	,037	,385		,184	5,422
Topografik K2			,044	,027	,118		,288	3,472
Keratometrik K2			-,105	,027	,001		,281	3,557
a. Bağımlı değişken: Beklenen refraktif kusur keratometrik değeri								

Çok değişkenli lineer regresyon analizine göre; keratometrik K1 değerinde bir birimlik artış beklenen refraktif kusur keratometrik değerinde 0,117 birimlik azalışa sebep olmuştur (**p:0.003**).

Tablo 10. Gerçek refraktif kusur ile beklenen refraktif kusur EKR, topografi ve keratometri değerlerinin kıyaslanması -paired t test

ÖLÇÜM DEĞERLERİ	ORTALAMA±SD	%95 GÜVEN ARALIĞI (MİN-MAX)	P DEĞERİ
GRK DEĞERİ- BRK EKR DEĞERİ	-0,871±2,87	-1,909-0,165	0,096
GRK DEĞERİ- BRK TOPOGRAFI DEĞERİ	-0,485±2,75	-1,478-0,506	0,326
GRK DEĞERİ- BRK KERATOMETRİK DEĞERİ	-0,375±2,84	0-1,401-0,651	0,462

Gerçek refraktif kusur değeri ile beklenen refraktif kusur EKR, keratometrik ve topografik ölçüm değerleri beklenen değerden ortalama sapmaları incelemek amacıyla paired T testi ile kıyaslanmıştır. Anlamlı fark bulunamamıştır.

Tablo 11. Gerçek refraktif kusur ile beklenen refraktif kusur EKR, topografi ve keratometri değerlerinin spearman korelasyon analizi

Spearman's rho		GRK	BRK EKR	BRK TOPOGRAFI	BRK KERATOMETRİ
GRK	Korelasyon Katsayısı	1,000	0,125	0,341	0,178
	Sig. (2-tailed)		0,497	0,056	0,330
BRK EKR	Korelasyon Katsayısı	0,125	1,000	0,072	-0,214
	Sig. (2-tailed)	0,497		0,695	0,239
BRK TOPOGRAFI	Korelasyon Katsayısı	0,341	0,072	1,000	0,149
	Sig. (2-tailed)	0,056	0,695		0,417
BRK KERATOMETRİK	Korelasyon Katsayısı	0,178	-0,214	0,149	1,000
	Sig. (2-tailed)	0,330	0,239	0,417	

Gerçek refraktif kusur değeri ile, beklenen refraktif kusur EKR, topografi ve keratometrik değerleri arasında yapılan spearman korelasyon analizinde anlamlı ilişki bulunamamıştır.

Tablo 12. Gerçek refraktif kusur ile beklenen refraktif kusur EKR değerinin bland-altman analizi

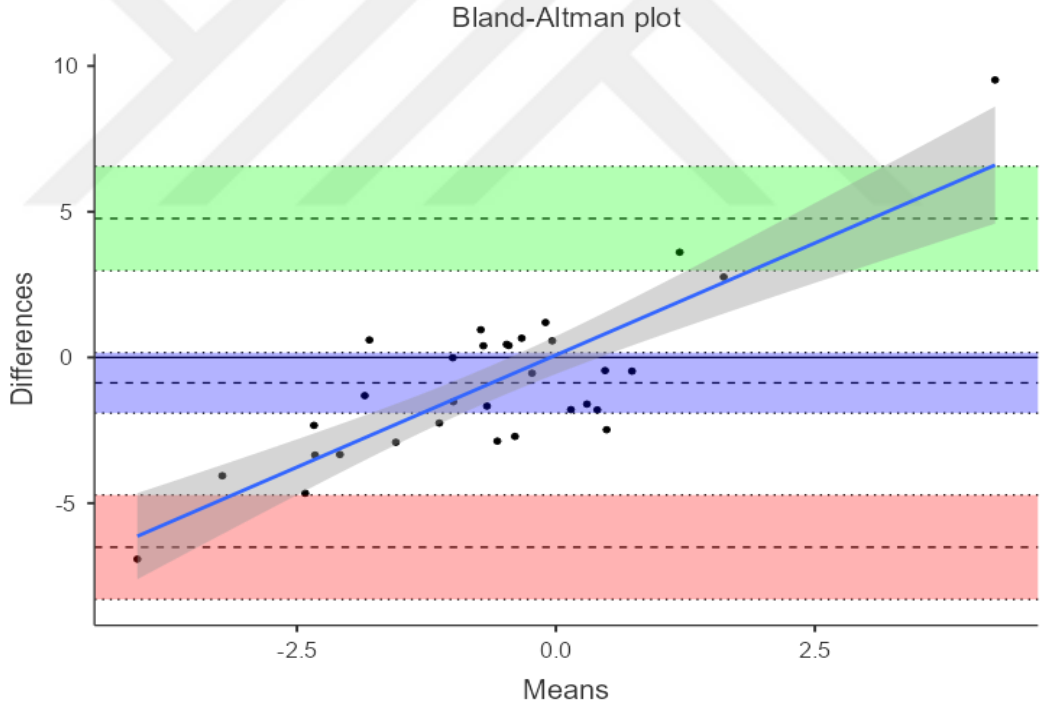
ÖLÇÜM DEĞERLERİ	GRK İLE ARASINDAKİ ORTALAMA SAPMA	ALT UYUM DEĞERİ	ÜST UYUM DEĞERİ	P DEĞERİ	CR*
BRK EKR DEĞERİ	-0,872	-6,511	4,767	0,1	9,479
BRK TOPOGRAFI DEĞERİ	-0,486	-5,881	4,909	0,3	4,528
BRK KERATOMETRİK DEĞERİ	-0,375	-5,956	5,206	0,5	4,441

CR* Tekrarlanabilirlik katsayısı

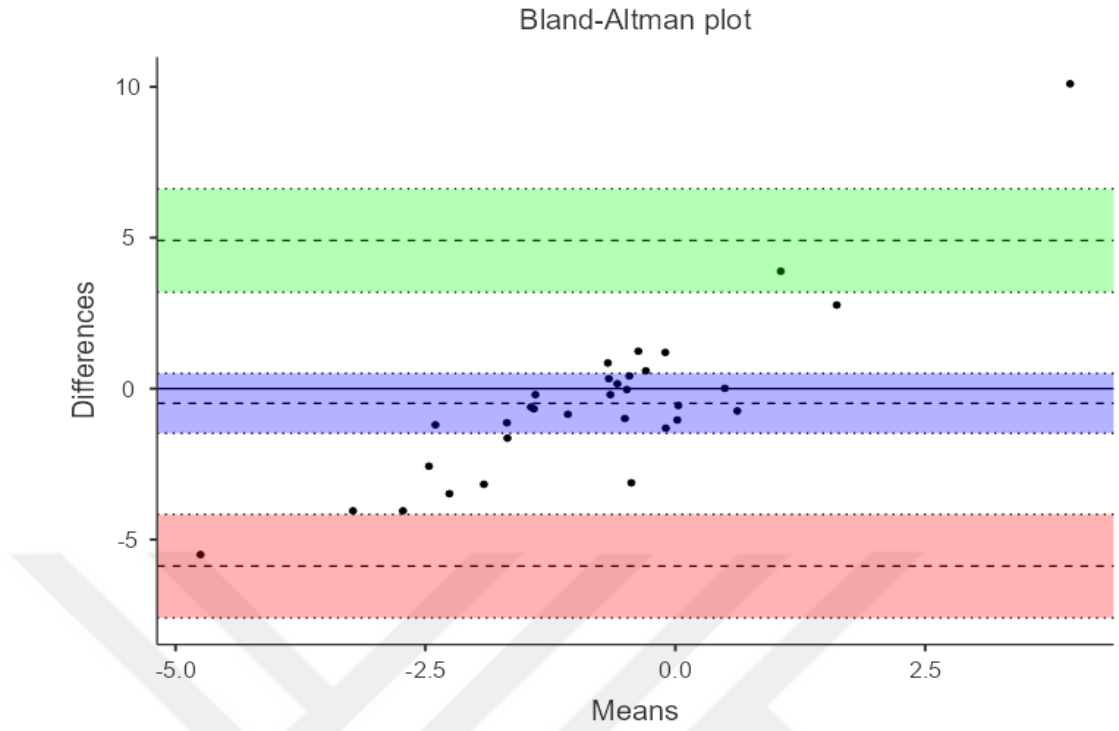
Bland Altman analizi ile Gerçek refraktif kusur değerinin, beklenen refraktif kusurun ekr, keratometrik ve topografik ölçümleri kıyaslanmış ve farkların dağılım şekilleri gösterilmiştir (Şekil 8-10).

Beklenen refraktif kusur EKR değeri ortalama sapma -0,872 , alt uyum değeri -6,511, üst uyum değeri 4,767 , BRK topografi değeri için ortalama sapma -0,486, alt uyum değeri -5,881, üst uyum değeri 4,909, BRK keratometri değeri için ise ortalama sapma -0,375 alt uyum değeri -5,956, üst uyum değeri 5,206'dır. İstatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır.

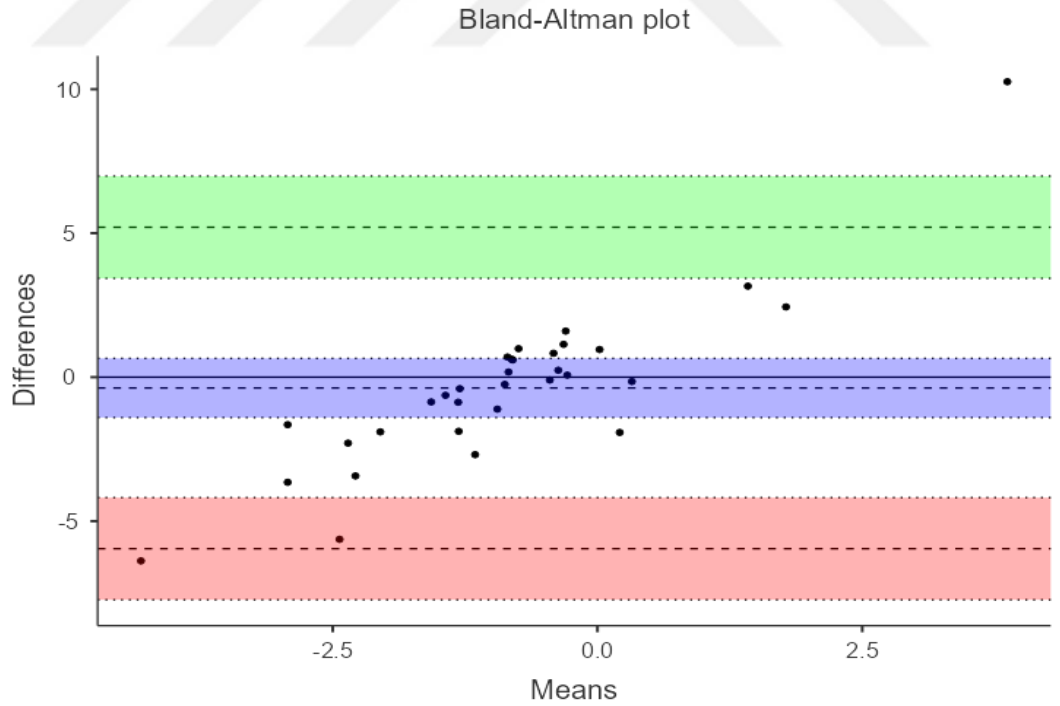
Bu testlerin birbirine olan üstünlükleri var mıdır hipotezi değerlendirildiğinde ise, keratometrik ölçümde tekrarlanabilirlik katsayısı 4,441, topografik ölçümde ise 4,528 ekr ölçümünde 9,479 şeklindedir. Tekrarlanabilirlik katsayısı daha düşük olan keratometrik ölçümün daha tutarlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.



Şekil 6. BRK EKR değeri bland altman dağılım grafiği; ölçüm farkının, ortalama ölçüm farkına göre dağılımı (Ortadaki çizgi farkların ortalaması, alt ve üst çizgiler %95 uyum sınırını gösterir.)



Şekil 7. BRK topoğrafi değeri bland altman dağılım grafiği; ölçüm farkının, ortalama ölçüm farkına göre dağılımı (Ortadaki çizgi farkların ortalaması, alt ve üst çizgiler %95 uyum sınırını gösterir.)



Şekil 8. BRK keratometri değeri bland altman dağılım grafiği; ölçüm farkının, ortalama ölçüm farkına göre dağılımı (Ortadaki çizgi farkların ortalaması, alt ve üst çizgiler %95 uyum sınırını gösterir.)

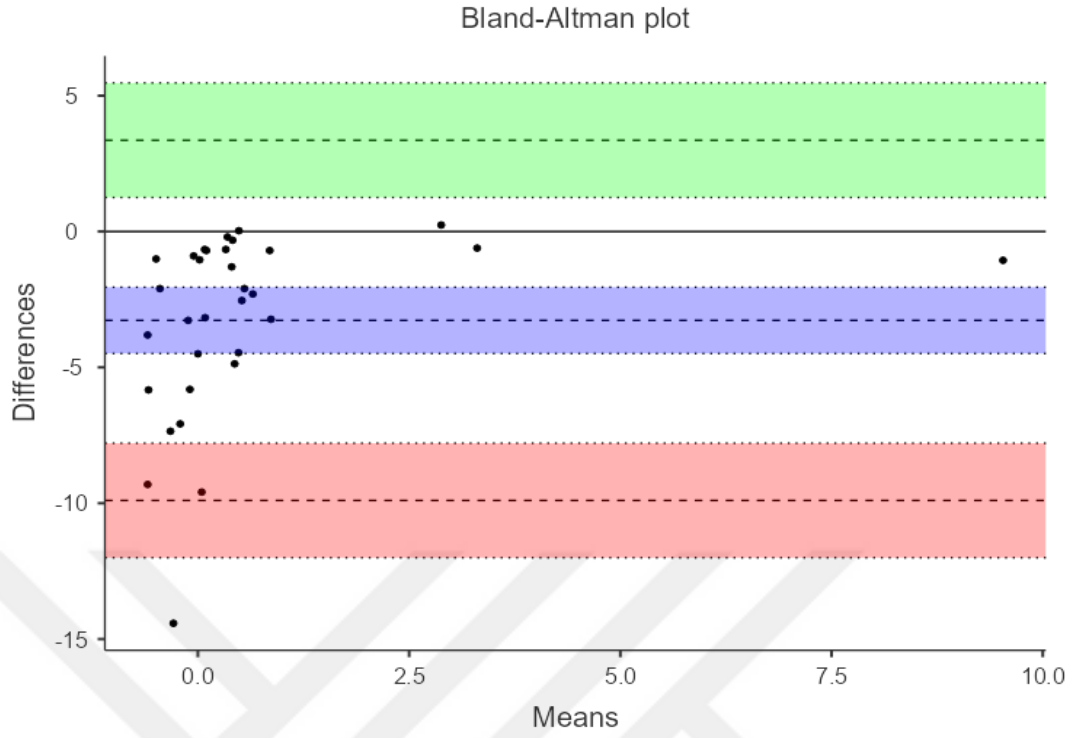
Tablo 13. Mutlak gerçek refraktif kusur ile beklenen refraktif kusur EKR değerinin bland-altman analizi

ÖLÇÜM DEğERLERİ	GRK İLE ARASINDAKİ ORTALAMA SAPMA	ALT UYUM DEğERİ	ÜST UYUM DEğERİ	P DEğERİ	CR
BRK EKR DEğERİ	-3,27	-9,90	3,36	>0,05	24,55867
BRK TOPOGRAFI DEğERİ	-2,97	-9,16	3,22	>0,05	21,18739
BRK KERATOMETRİ DEğERİ	-2,91	-9,59	3,78	>0,05	20,5464

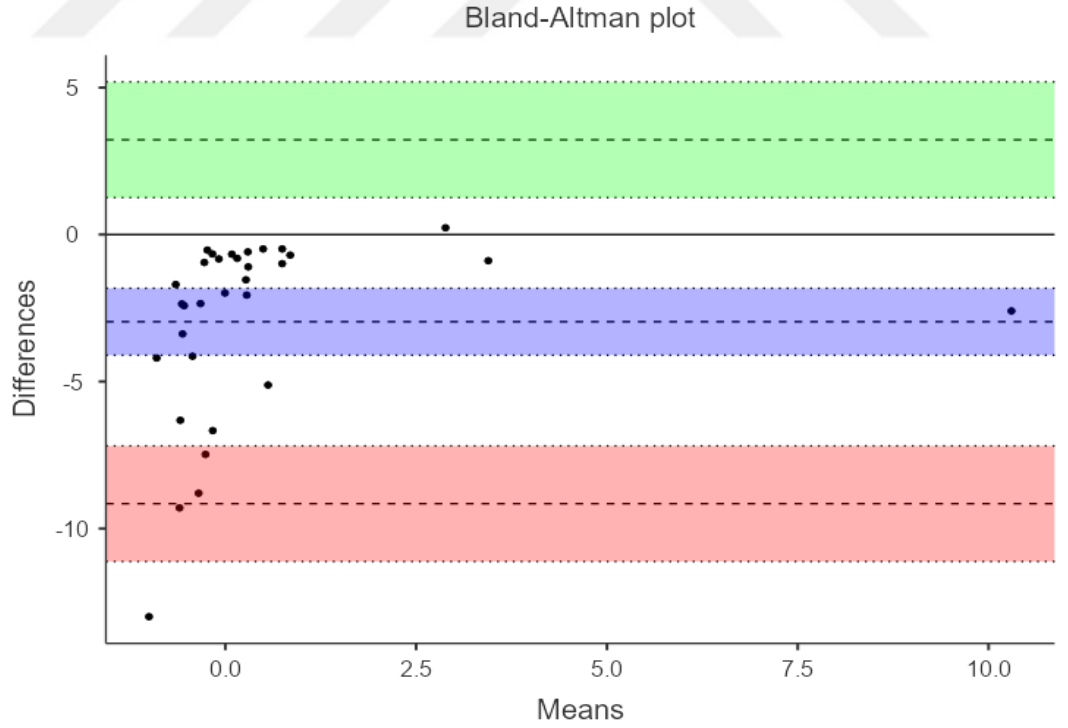
Bland Altman analizi ile Gerçek refraktif kusur değerinin, beklenen refraktif kusurun ekr, keratometrik ve topografik ölçümleri kıyaslanmış ve mutlak farkların dağılım şekilleri gösterilmiştir (Şekil 11-13).

Mutlak Beklenen refraktif kusur EKR değeri ortalama sapma -3.27, alt uyum değeri -9.90, üst uyum değeri 3,36, Mutlak BRK topografi değeri için ortalama sapma -2.97, alt uyum değeri -9.16, üst uyum değeri 3,22, Mutlak BRK keratometri değeri için ise ortalama sapma -2.91 alt uyum değeri -9.59, üst uyum değeri 3.78 dir. İstatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır.

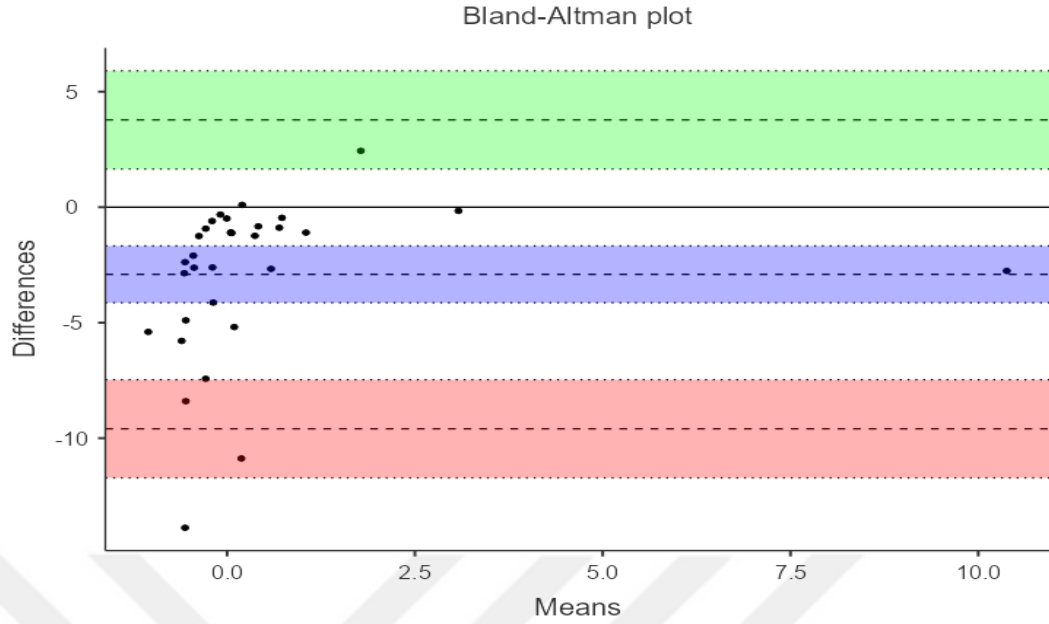
Bu testlerin birbirine olan üstünlükleri var mıdır hipotezi değerlendirildiğinde ise, keratometrik ölçümde tekrarlanabilirlik katsayısı 20.5464, topografik ölçümde ise 21.18739 ekr ölçümünde 24.55867 şeklindedir. Mutlak ölçümde de tekrarlanabilirlik katsayısı daha düşük olan keratometrik ölçümün daha tutarlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.



Şekil 9. Mutlak BRK EKR değeri bland altman dağılım grafiği; ölçüm farkının, ortalama ölçüm farkına göre dağılımı (Ortadaki çizgi farkların ortalaması, alt ve üst çizgiler %95 uyum sınırını gösterir.)



Şekil 10. Mutlak BRK topoğrafi değeri bland altman dağılım grafiği; ölçüm farkının, ortalama ölçüm farkına göre dağılımı (Ortadaki çizgi farkların ortalaması, alt ve üst çizgiler %95 uyum sınırını gösterir.)



Şekil 11. Mutlak BRK keratometri değeri bland altman dağılım grafiği; ölçüm farkının, ortalama ölçüm farkına göre dağılımı (Ortadaki çizgi farkların ortalaması, alt ve üst çizgiler %95 uyum sınırını gösterir.)

Tablo 14. Kappa analizi EKR GRK-BRK değeri $> +2/-2$ olanların yüzde dağılımları

	Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde
Var	19	59,4	59,4	59,4
Yok	13	40,6	40,6	100,0
Total	32	100,0	100,0	

Tablo 15. Kappa Analizi Topografi GRK-BRK değeri $> +2/-2$ olanların yüzde dağılımları

	Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde
Var	20	62,5	62,5	62,5
Yok	12	37,5	37,5	100,0
Total	32	100,0	100,0	

Tablo 16. Kappa analizi keratometri GRK-BRK değeri $> +2/-2$ olanların yüzde dağılımları

	Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde
Var	24	75,0	75,0	75,0
Yok	8	25,0	25,0	100,0
Total	32	100,0	100,0	

Tablo 17. Kappa analizi EKR GRK-BRK değeri $> +1/-1$ olanların yüzde dağılımları

	Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde
Var	10	31,3	31,3	31,3
Yok	22	68,8	68,8	100,0
Total	32	100,0	100,0	

Tablo 18. Kappa analizi topografi GRK-BRK değeri > < +1/-1 olanların yüzde dağılımları

	Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde
Var	15	46,9	46,9	46,9
Yok	17	53,1	53,1	100,0
Total	32	100,0	100,0	

Tablo 19. Kappa analizi keratometri GRK-BRK değeri > < +1/-1 olanların yüzde dağılımları

	Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde
Var	17	53,1	53,1	53,1
Yok	15	46,9	46,9	100,0
Total	32	100,0	100,0	

Tablo 20. EKR GRK-BRK değeri > < +0,5/-0,5 olanların yüzde dağılımları

	Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde
Var	6	18,8	18,8	18,8
Yok	26	81,3	81,3	100,0
Total	32	100,0	100,0	

Tablo 21. Topografi GRK-BRK değeri > < +0,5/-0,5 olanların yüzde dağılımları

	Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde
Var	6	18,8	18,8	18,8
Yok	26	81,3	81,3	100,0
Total	32	100,0	100,0	

Tablo 22. Keratometri GRK-BRK değeri > < +0,5/-0,5 olanların yüzde dağılımları

	Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde
Var	6	18,8	18,8	18,8
Yok	26	81,3	81,3	100,0
Total	32	100,0	100,0	

Tablo 23. GRK-BRK değerlerinin gruplara göre dağılımı

	EKR	Topo	Kerato
+/- 0.5	18.8	18.8	18.8
+ - 1	31.3	46.9	53.1
+ -2	59.4	62.5	75

Tablo 24. GRK-BRK değeri > < +/- 2 için uyum tablosu

Metod	Fleiss' Kappa for m Raters
Özne	32
Ölçüm yöntemi	3
Uyum %	75
Kappa	0.631
Z değeri	6.18
p-değeri	< .001

3 Ölçüm yöntemi arasında %75 uyum vardır, bu uyum kappa katsayısı 0.631 (orta derece anlamlı). Bu sonuç da ölçümler arasında anlamlı bir tutarlılık olduğunu ifade eder.

Tablo 25. GRK-BRK değeri > < +/- 1 için uyum tablosu

Method	Fleiss' Kappa for m Raters
Özne	32
Ölçüm Yöntemi	3
Uyum %	50
Kappa	0.323
Z değeri	3.16
p-değeri	0.002

3 Ölçüm yöntemi arasında %50 uyum vardır, bu uyum kappa katsayısı 0.323 (orta derece anlamlı). $p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlı olduğunu gösterir. Bu durumda, değerlendiriciler arasındaki uyumun rastgele olmadığını söyleyebiliriz.

Tablo 26. GRK-BRK değeri > < +/- 0,5 için uyum tablosu

Method	Fleiss' Kappa for m Raters
Özne	32
Ölçüm yöntemi	3
Uyum %	59
Kappa	0.111
Z değeri	1.09
p-değeri	0.276

3 Ölçüm yöntemi arasında %59 uyum vardır, bu uyum kappa katsayısı 0.111 (zayıf derece anlamlı) olup p değeri 0.276 gelmiş olup bu aralık için bu ölçüm değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı tutarlılık olmadığını göstermiştir.

5. TARTIŞMA

Katarakt cerrahisinde hasta memnuniyeti, göz içine implante edilen GİL gücünün doğru ölçümüne büyük ölçüde bağlıdır. GİL ölçümünde hata payını en aza indirmek, cerrahi sonucun başarısını artırmakta ve hastaların görme kalitesini olumlu yönde etkilemektedir. Son yıllarda, çeşitli yöntemler ve teknolojiler kullanılarak GİL gücü ölçümünde daha hassas sonuçlar elde edilmeye çalışılmaktadır. Bu yöntemler arasında biyometri cihazlarının gelişimi, farklı optik ölçüm teknikleri ve cerrahi planlamada kullanılan simülasyon yazılımları yer almaktadır. Doğru GİL gücü seçimi, refraktif cerrahilerle benzerlik göstermesi nedeniyle, hastaların uzağı ve yakını net görebilmesi için kritik öneme sahiptir. Bu bağlamda, hasta bireysel özellikleri ve görme ihtiyaçları göz önünde bulundurularak en uygun lens seçimi yapılmalıdır. Sonuç olarak, katarakt cerrahisinde hasta memnuniyetini artırmak için GİL gücü ölçümündeki hassasiyetin artırılması, cerrahinin başarısında önemli bir rol oynamaktadır. İrregüler kornealar, özellikle keratoplasti sonrasında oluşabilen durumlarda, kornea kıvrımını doğru değerlendirmek tedavi ve yönetim açısından önem taşır. Bu durumu ele almak için, korneanın farklı bölgelerindeki keratometri değerlerinin ortalaması alınabilir. Korneanın merkezi bölgesine odaklanarak, hekimler hem anterior hem de posterior korneal gücü içeren bir formül kullanabilir. Bu yöntem, korneal kurvatüründeki düzensizlikleri dengeleyerek daha doğru bir keratometrik değer elde edilmesine yardımcı olur. Böyle düzeltmeler, görsel sonuçların optimize edilmesi ve refraktif cerrahi planlaması veya kontakt lens uyumu için kritik öneme sahiptir. Bu teknik, korneal düzensizlikleri olan hastalarda tanı ve müdahalelerin hassasiyetini artırarak, klinik sonuçlarla görsel beklentilerin daha iyi uyum sağlamasını destekler (56). PKP/DALK sonrası korneanın hem ön hem de arka eğriliklerinde değişiklikler meydana gelir. EKR değeri, düzensiz kornealarda hem ön hem de arka yüzeydeki eğrilik değişikliklerini ölçebildiğinden, kornea gücünü topografik K veya otorefraktometre ile alınan K değerine göre daha yüksek değerlendirebilir ve bu da göz içi lens (GİL) gücünün düşük hesaplanmasına yol açabilir. Bu farklılık, bir alandaki yalnızca ön eğriliğe odaklanmaktan farklı olarak, her iki kornea yüzeyindeki düzensizlikleri hesaba katmasından kaynaklanır. PKP/DALK sonrası vakalarda, kornea şekli genellikle düzensiz olduğundan, sadece

ön yüzey ölçümlerine dayanmak gerçek kornea gücünü tam olarak yansıtmayabilir ve gerektiğinden daha düşük GİL hesaplamalarına yol açarak ameliyat sonrası hiperopik bir sonuç doğurabilir. Sonuç olarak bu durumda GİL hesaplamasında altın standart keratometri ölçüm cihazı açısından ortak bir görüş bulunmamaktadır.

Günümüzde daha önce refraktif cerrahi geçiren hastalarla ilgili GİL seçiminde farklı parametrelerin birbirine üstünlükleri ile ilgili çalışmalar yapılmış olsa da daha öncesinde PKP/DALK operasyonu geçirip ardışık cerrahi planlanan hastalarda GİL hesaplamasında Pentacam ile hesaplanan keratometrik parametreler ile diğer yöntemlerin karşılaştırıldığı literatürde yapılmış bir çalışma bulunmamaktadır.

Shammas ve ark. (57) yürüttüğü prospektif çalışmada, standart katarakt cerrahisi uygulanan hastalarda Pentacam cihazı ile elde edilen ortalama SimK değerlerinin, otorefraktometre ile ölçülen ortalama K değerlerine benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. SimK değerlerinin kullanıldığı GİL gücü hesaplamalarında, ortalama mutlak hata (MAE) oranı otorefraktometre K değerleri ile yapılan hesaplamalardan biraz daha yüksek bulunmuş, ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmemiştir. Benzer şekilde bizim çalışmamızda da PKP/DALK yapılan olgularda topografik K ve otorefraktometre K ile yapılan hesaplamaların sonuçlarının benzer bulunduğu ve klinik olarak anlamlı fark olmadığı görülmüştür.

Symes ve ark (58), Scheimpflug (Pentacam) topografisi ile IOL Master K değerlerinin karşılaştırarak, Pentacam'ın kornea çapı 4.5 mm'den büyük olan gözlerde ölçülen eşdeğer K değerlerinin, IOL Master'ın konvansiyonel K değerlerinden önemli ölçüde daha yüksek olduğunu, 4 mm'den küçük kornea çaplarında ise bu değerlerin önemli ölçüde daha düşük olduğunu öne sürmüşlerdir. Ancak, 4.5 mm'deki anterior simK ve EKR, IOL Master'ın konvansiyonel K değerlerinden anlamlı bir şekilde farklı olmamıştır. Ancak, bu çalışmalar GİL gücü hesaplamaları için K değerlerini, henüz cerrahi müdahale yapılmamış kornealarda ölçmüştür. Bu bulgu, her iki ölçüm yönteminin GİL hesaplamalarında güvenilir bir doğrulukla kullanılabileceğini öne sürmektedir. Bu çalışmadan farklı olarak PKP ve DALK hastalarını değerlendirdiğimizde EKR değeri diğer yöntemlere göre daha az tutarlı olarak bulunmuştur. Keratoplasti sonrası ön ve arka yüzey kurvatür farklılıklarının değişken olması, EKR ölçümünde farklı olarak arka yüzey

değerlendirildiğinden korneal gücü diğer ölçümlere göre daha yüksek hesaplayacağı bu nedenle GİL gücünü hesaplamada daha tutarsız olduğu düşünülmüştür.

Hashemi ve ark. (59) ise keratokonuslu hastalarda kornea gücünü hesaplamak için Pentacam, Placido topografisi (Eyesys), optik biyometri (IOLMaster) ve manuel keratometri (Javal) ile hesaplanan keratometri değeri ile ölçerek retrospektif bir çalışma yürütmüşler. Bu gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmasa da maksimum K değeri 55.0 D'den yüksek olan vakalarda, tüm cihazlarda ölçüm hataları nedeniyle tekrarlanabilirlik azalmıştır. Bu durumda, yapılan ölçümler daha az güvenilir olabilir sonucuna ulaşılmıştır. Bizim çalışmamızda katılan tüm olgulara ait keratometri değerleri 55.0 D'den düşüktür. Bu nedenle düzensiz astigmata neden olan keratokonus olgularında yapılan bu çalışmaya benzer olarak kendi grubumuzda topografik K ve otorefraktometre K hesaplamalarında benzer sonuçlar bulundu.

Kim ve ark. (60) yaptığı çalışmada ise refraktif cerrahi sonrası katarakt operasyonu planlanan hastalarda GİL gücü, SRK/T formülü kullanılarak, gerçek net güç (TNP) ve Pentacam sistemi ile elde edilen EKR hesaplanmıştır. Sim K, 2.0 mm bölgesindeki toplam ortalama güç (TMP 2.0 mm) haritaları ve 4.0 mm bölgesindeki toplam optik güç (TOP 4.0 mm) haritaları, Orbscan II taramalı slit topografisi ve IOLMaster ile hesaplanmıştır. Ayrıca, Haigis-L yöntemi kullanılarak kornea yarıçapı ile IOL gücü hesaplanmış, tüm bu yöntemlerde PCI aksiyel uzunluğu kullanılmıştır. Haigis-L, TNP, TMP 2.0 mm ve TOP 4.0 mm ile ölçülen GRK-BRK ve mutlak GRK-BRK, EKR, sim K ve biyometrik K değerlerine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük bulunmuştur ($P < .05$). Keratometri değerleri arasında anlamlı fark bulunmasa da Orbscan II sistemindeki TMP 2.0 mm değeri ve Pentacam sistemindeki TNP, diğer K değerleriyle karşılaştırıldığında göreceli olarak daha tutarlı sonuçlar verebileceği belirtilmiştir. Bizim çalışmamızda da bu çalışmaya benzer olarak istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmasa da otorefraktometre ve topografik K değerlerinin daha tutarlı sonuçlar verebildiği gözlenmiştir.

Xu ve ark. (61) yapmış olduğu çalışmada en az 3 ay önce katarakt cerrahisi ve en az 6 ay önce DSAEK geçiren ve GİL implante edilen 19 hasta incelenmiş. Toplanan veriler arasında görme düzeltmesi ve belirli GİL bilgileri yer almaktadır. Korneal ölçümler, bir Scheimpflug keratometresi (Pentacam) kullanılarak elde edilmiş olup, ortalama anterior ve posterior eğrilik yarıçapları, SimK, TNP ve EKR

gibi önemli metrikler sağlanmış. Ek keratometri verileri, IOLMaster kullanılarak toplanmış. Dört farklı keratometri ölçümü, ameliyat sonrası görme sonuçlarını değerlendirmek için tahmin edilen refraksiyon hesaplamak üzere analiz edilmiş. Postoperatif DSAEK gözlerde GİL hesaplamaları, KMaster (İOL Master 500), SimK ve EKR kullanılarak yapıldığında, 4.0 mm çapındaki EKR yöntemi, en doğru sonuçları verdiği bulunmuş. Bizim çalışmamızda ise farklı olarak EKR değeri en düşük tutarlıkta bulunmuştur. Bunun nedeni DSAEK geçirilen olgularda ön yüzey değişiminin olmaması bu nedenle ön-arka yüzey kurvatür ilişkisinin değişmesi, EKR ölçümünde ise ön yüzeyde benzer fakat arka yüzey hesaplamasında daha spesifik olması nedeniyle EKR ölçümünün daha tutarlı bulunduğu düşünülmüştür. PKP ve DALK olgularında ise ön yüzey keratometrik değerlerde düzleşmenin de olması ve ön- arka yüzey kurvatür farkının bu olgularda DSAEK yapılan olgulara göre daha az olmasıyla açıklanabilir.

Kandemir Basek ve ark. (62) yapmış olduğu çalışmada ise PKP sonrası katarakt cerrahisi geçiren 26 hastaya çalışmaya dahil edilmiş. Preoperatif ve postoperatif 6. Ayda oküler biyometri cihazından (Nidek AL-Scan, Nidek CO. Gamagori, Japan) alınan K değerleri, Scheimphflug topografi (Sirius, Costruzione Strumenti Oftalmici, Firenze, Italy) cihazından alınan 4,5 mm MPP (EKR ile eşdeğer) K değerleri, 3mm lik zondan alınan K değerleri (topografik K1,K2 değeri ile eşdeğer) kaydedilmiş. Bizim çalışmamızda olduğu gibi hastaların post operatif sferik ekivalanları hesaplanıp. Hedef refraktif değer ile arasındaki farklar hesaplanmış; istatistiklerde 3 ölçüm arasında anlamlı bir fark bulunamamış. ($p>0,05$). Ölçülen mutlak refraktif farklar sırasıyla; sirius 3 mm'lik K değeri ölçümünde: 0.27, optik biyometri cihazından alınan K değeri ölçümünde:0.95 ve MPP: 0.92 gelmiştir. Sonuç olarak 3 farklı ölçümde de GİL hesaplamaları arasında anlamlı bir fark bulunmasa da sirius topografide yapılan 3 mmlik keratometrik değer ile yapılan ölçümün sonuçlarının daha tutarlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Benzer olarak biz de aralarında istatistiksel fark olmasa da, topografi ve otorefraktometre değerlerinin klinik olarak refraktif sonuçlarının daha iyi olduğunu bulduk. Ölçülen refraktif farklarımız sırasıyla topografik k : -0.48, otorefraktometre ile alınan K: -0,37 vs EKR ile hesaplanan K: -0.87 olarak bulunmuştur. Ek olarak, Bland altman analizinde otorefraktometre ve topografi ile alınan K değerlerinin sonucunun daha

tutarlı olduğu sonucuna varılmıştır.

Bizim çalışmamızda keratoplasti sonrası katarakt operasyonu geçiren hastaların kontrollerinde yapılan ölçümlerinde gerçek refraktif kusur değerleri ile hedeflenen/beklenen refraktif kusur değerleri arasındaki farklar karşılaştırılmıştır. Gerçek refraktif kusur değeri ile beklenen refraktif kusur EKR, topografi ve otorefraktometre ile hesaplanan keratometri değerleri arasında yapılan spearman korelasyon analizinde anlamlı ilişki bulunamamıştır fakat yapılan Bland Altman analizinde ise istatistiksel olarak anlamlı fark olmamasına rağmen tekrarlanabilirlik katsayısı daha düşük olan otorefraktometre ile alınan keratometri ölçümünün sonucunun daha tutarlı olduğu görülmüştür. BRK EKR değeri ortalama sapma değerleri incelenmiş bu değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmasa da otorefraktometrik k1, k2 ve topografik k1, k2 değerlerinin sapmalarının birbirine yakın ve görece EKR k1, k2'ye göre düşük olduğu görülmüştür.

Mutlak farklar kıyaslandığında ise yine benzer olarak Bland Altman analizinde tekrarlanabilirlik katsayısı daha düşük olan keratometrik ölçümün daha tutarlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Aynı şekilde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmasa da keratometri k1, k2 (-2,91) ve topografik k1, k2 (-2,97) değerlerinin sapmalarının birbirine yakın ve görece EKR k1, k2'ye (-3,27) göre düşük olduğu görülmüştür.

Her ne kadar ön arka yüzey kurvatür değişimi nedeniyle EKR hesaplamasının bu hastalarda GİL gücü sapmasında daha doğru olacağı düşünülse de DALK/PKP sonrası katarakt cerrahisi planlanan hastalarda otorefraktometre ile alınan keratometri değerinin daha tutarlı olacağı, topografik k1, k2 değerinin ise buna benzer farklara sahip olduğu EKR k1, k2 değeri kullanılarak yapılan ölçümlerde ise diğer iki ölçüme göre daha tutarsız sonuçlar elde edileceği sonucuna ulaşılmıştır. Buna neden olarak PKP/DALK hastalarında ön arka yüzey keratometri ilişkisindeki değişikliğin beklenenden az olduğu düşünülebilir.

6. SONUÇ

Gerçek refraktif kusur değeri ile beklenen refraktif kusur EKR, otorefraktometre ve topografik ölçüm değerleri beklenen değerden ortalama sapmaları incelemek amacıyla paired T testi ile kıyaslanmıştır. Anlamlı fark bulunamamıştır.

Gerçek refraktif kusur değeri ile, beklenen refraktif kusur EKR, topografi ve otorefraktometre değerleri arasında yapılan spearman korelasyon analizinde anlamlı ilişki bulunamamıştır.

Bland-Altman analizi, farklı cihazlarla ölçülen verilerin karşılaştırılmasında korelasyon analizlerine göre daha gerçekçi bir değerlendirme sunar. Bu analizde, her bir göz için üç cihazla elde edilen ölçüm değerleri arasındaki fark, bu üç değer ortalama üzerinden dağılım gösterir. Bu yöntem, üç parametre arasındaki ölçüm uyumunu değerlendirirken, yapılan ölçümlerin %95'lik kısmında cihazların ne kadar farklılık gösterdiğini göz önünde bulundurmaya sağlar.

Çalışmamızda istatistiksel analizlerde bu 3 ölçüm yöntemi açısından anlamlı fark bulunmasa da Bland-Altman analizinde PKP/DALK operasyonu geçirmiş hastalarda katarakt cerrahisi öncesi göz içi lensi için yapılan ölçümlerde otorefraktometre ve topografik keratometri değerleri ile yapılan ölçümler daha tutarlı sonuç verirken EKR değeri ile yapılan ölçümlerin daha az tutarlı olduğu görüldü.

Otorefraktometre ve topografi cihazları arasında klinik olarak bakıldığında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. Bu yüzden, her iki cihazın da birbirini yerine kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

EKR yöntemi ile hesaplanan keratometri değerlerinin ise klinik olarak diğer iki parametreye göre daha az tutarlı olduğu sonucuna ulaşılmış keratoplastili hastalarda öncelik verilmemesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

7. KAYNAKLAR

1. **Myron Yanoff-Jay S.** Duker Oftalmoloji 5.baskı Güneş Kitabevi, **2019**:155-159.
2. **Whitson WE, Weisenthal RW, Krachmer JH.** Penetrating keratoplasty and keratoprosthesis. In: Tasman W, ed, Duane's Clinical Ophthalmology, vol 6. Philadelphia, PA, JB Lippincott, **1994**:26:1-28.
3. **Uzman SÖ, Akkaya ZY, Düzova E, Şingar E, Burcu A.** Kornea Patolojisi ve Katarakt: Kombine Cerrahi mi Ardışık Cerrahi mi?. *Turk J Ophthalmol.* **2021**.
4. **Ching-Hsi H, James JYC, Phil YF, Henry SL.** Intraocular Lens Implantation After Penetrating Keratoplasty, *Cornea*, **2001**; 20(6):580-585.
5. **Holladay JT.** A three-part system for refining intraocular lens power calculations. *J Cataract Refract Surg*, **1988**; 14(1):17-24.
6. **Pınar AO, Yonca AA.** Kornea. Yonca AA (Ed.). Temel Göz Hastalıkları. Ankara: Güneş Kitabevi, **2001**:147-158.
7. **Dua HS, Faraj LA, Said DG, Gray T, Lowe J.** Human corneal anatomy redefined: a novel pre-Descemet's layer (Dua's layer). *Ophthalmology.* **2013**; 120(9):1778-85.
8. **Akova YA.** Temel Göz Hastalıkları, 3. Baskı. **2015**:145-180.
9. **Kruse FE.** Stem cells and corneal epithelial regeneration. *Eye.* **1994**; 8(2):170-83.
10. **Oliveira-Soto L, Efron N.** Morphology of corneal nerves using confocal microscopy. *Cornea.* **2001**; 20(4):374-84.
11. **Bourne WM, Nelson LR, Hodge DO.** Central corneal endothelial cell changes over a ten-year period. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* **1997**; 38(3):779-82.
12. **Levine LM.** Fundamentals and Principles of Ophthalmology. San Francisco, CA : *American Academy of Ophthalmology.* **2017**; 40.
13. **Meek KM, Knupp C.** Corneal structure and transparency. *Prog Retin Eye Res.* **2015**; 49:1-16.
14. **Bron AJ.** The architecture of the corneal stroma. *The British journal of ophthalmology.* **2001**; 379-81.

15. **Meek KM, Boote C.** The organization of collagen in the corneal stroma. *Exp Eye Res.* **2004;** 78(3):503-12.
16. **Malecaze F, Couillet J, Calvas P, Fourni P, Arné JL, Brodaty C.** Corneal Ectasia after Photorefractive Keratectomy for Low Myopia. *Ophthalmology*, **2006;** 113:742
17. **Nishida T.** Basic Science And Pathophysiologic Responses. In: Krachmer JH, Mannis MJ, Holland EJ eds. *Fundamentals of Cornea and External Disease.* sehir Mosby, **1997:**3-27.
18. **Corbett MC.** Corneal topography in cataract surgery. . In: Yanoff M, Duker JS (eds). *Ophthalmology*, **2004:**2.
19. **Holladay JT.** A three-part system for refining intraocular lens power calculations. *J Cataract Refract Surg*, **1988;** 14(1):17-24.
20. **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:**4:47-103.
21. **Özkan G, Pazarlı H, Oğuz V, Akar S.** Kornea, Göz Hastalıkları, İstanbul Üniversitesi Basımevi, **1997:**1.5-142.
22. **Wilson SE, Klyce SD.** Screening for corneal topographic abnormalities before refractive surgery. *Ophthalmology*, **1994;** 101:145-52.
23. **Javadi MA, Abolhasani M.** Lamina Keratoplasty. *Journal of Ophthalmic & Vision Research*, **2010;** 5(2):105-112.
24. **Holland EJ.** Penetrating Keratoplasty. *Ophthalmology Clinics of North America*, **2005;** 18(1):35-41.
25. **Price MO, Price FW.** Descemet's Stripping Automated Endothelial Keratoplasty (DSAEK). *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, **2006;** 32(3):433-442.
26. **Mendes J.** Deep Anterior Lamellar Keratoplasty: Techniques and Outcomes. *Journal of Corneal and Refractive Surgery*, **2021;** 27(3):220-234.
27. **Smith R, Patel S.** Advanced Lamellar Keratoplasty: A Review of Deep Anterior Lamellar Keratoplasty. *Ophthalmic Surgery, Lasers & Imaging Retina*, **2020;** 45(5):345-359.
28. **Brown L.** Clinical Outcomes of Deep Anterior Lamellar Keratoplasty in Corneal Diseases. *International Journal of Ophthalmology*, **2019;** 12(4):278-289.
29. **Miller JD, Jacobs RJ.** Long-Term Outcomes of Descemet's Stripping Automated Endothelial Keratoplasty. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, **2013;** 39(5):740-748.

30. **Miller JD, Melles GRJ.** Descemet Membrane Endothelial Keratoplasty (DMEK): The Technique and Outcomes. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, **2016**; 42(1):76-85.
31. **Elkington AR, Frank HM.** Clinical Optics third edition, **1999**.
32. **Trattler WB, Kaiser PK, Friedman NJ.** Review of ophthalmology Elsevier Health Sciences. **2012**.
33. TOD 40. Nisan Kursu Katarakt Kurs Kitabı. **2021**:33.
34. **Ascaso F.J, Huerva V.** The History of Cataract Surgery. Edited by Farhan Husain Zaidi. In:Cataract Surgery, **2013**; 6.
35. **Olsen S.** Optics of intraocular lenses. In: Duane TD, Jaeger EA (eds). Clinical ophthalmology, **1987**:52-54.
36. **Corbett MC.** Corneal topography in cataract surgery. In: Yanoff M, Duker JS (eds). Ophthalmology, **2004**:2.
37. **Olsen T.** Calculation of intraocular lens power: a review. *Acta Ophthalmol Scand*, **2007**; 85(5):472-485.
38. **Norrby S.** Sources of error in intraocular lens power calculation. *J Cataract Refract Surg*, **2008**; 34:368-376.
39. **Fam HB, Lim KL.** Validity of the keratometric index:large population-based study. *J Cataract Refract Surg*, **2007**; 33:686-691.
40. **Srivannaboon S, Chirapapaian C.** Comparison of refractive outcomes using conventional keratometry or total keratometry for IOL power calculation in cataract surgery. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, **2019**; 257:2677-2682.
41. **Dastjerdi M.** Advancements in Corneal Topography: The Role of Pentacam. *Journal of Ophthalmology*, **2019**.
42. **Wang Y.** The Evolving Role of Pentacam in Refractive Surgery. *Clinical Ophthalmology*, **2020**.
43. **Shammas HJ, Hoffer KJ, Shammas MC.** Scheimpflug photography keratometry readings for routine intraocular lens power calculation *J Cataract Refract Surg*. **2009**; 35(2):330-4.
44. **Saglik A, Celik H.** Comparison of Holladay equivalent keratometry readings and anterior corneal surface keratometry measurements in keratoconus. *Int Ophthalmol*. **2019**; 39(7):1501-9.
45. **Swartz T, Marten L, Wang M.** Measuring the cornea: the latest developments in corneal topography. *Curr Opin Ophthalmol*, **2007**; 18:325-33.

46. **Hill WE.** IOL power calculations after keratorefractive surgery. *Cataract and Refractive Surgery Today*, **2008**; (1):13-5.
47. **Olsen T.** Improved accuracy of intraocular lens power calculation with the Zeiss IOLMaster. *Acta Ophthalmol Scand*, **2007**; 85:84-7.
48. **Abit MS, Karakurt A, Küçük E.** Evaluation of Preoperative and Postoperative Ocular Parameters By Ultrasound Biometry in Patients with Cataract. *Glo-Kat*, **2015**; 10:119-124.
49. **Mundt GH, Hughes WE.** Ultrasonics in ocular diagnosis. *Am J Ophthalmol*, **1956**; 41:488-98.
50. **Şahin A, Hamrah P.** Clinically Relevant Biometry. *Curr Opin Ophthalmol*. **2012**; 23(1):47-53.
51. **Koçak N, Öner H, Yaman A.** Biyometri teknikleri ve özellikli olgularda biometrik değerlendirme. *T Klin Oftalmoloji*, **2002**; 11:108-16.
52. **Shammas HJ.** A comparison of immersion and contact techniques for axial length measurements. *Am Intraocul Implant Soc J*. **1984**; 10:444-447.
53. **Çankaya C, Doğanay S.** Intra Ocular Lens Power Calculation and Optic Biometry. *Glo-Kat*, **2011**; 6:207-214.
54. **Doğanay S, Borazan M.** Refraktif cerrahi geçirmiş olgularda göz içi lens gücü hesaplamasındaki problemler ve optik koherens biometri. *T Klin Oftalmol*. **2004**; 13:94-103.
55. **Rajan MS, Keilhorn I, Bell JA.** Partial coherence laser interferometry vs conventional ultrasound biometry in intraocular lens power calculations. *Eye (Lond)*. **2002**; 16(5):552-6.
56. **Bourges JL.** Cataract surgery in keratoconus with irregular astigmatism. *Astigmatism: Optics, Physiology and Management. InTech*, **2012**; 93-102.
57. **Shammas HJ, Hoffer KJ, Shammas MC.** Scheimpflug photography keratometry readings for routine intraocular lens power calculation, *J. Cataract. Refract. Surg.* **2009**; 35(2):330-334.
58. **Symes RJ, Ursell PG.** Automated keratometry in routine cataract surgery: Comparison of Scheimpflug and conventional values, *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, **2011**; 37(2):295-301.
59. **Hashemi H, Yekta A, Khabazkhoob M.** Effect of keratoconus grades on repeatability of keratometry readings: Comparison of 5 devices, *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, **2015**; 41(5):1065-1072.

60. **Kim EC, Cho K, Hwang HS, Hwang KY, Kim MS.** Intraocular lens prediction accuracy after corneal refractive surgery using K values from 3 devices. *J Cataract Refract Surg.* **2013;** 39(11):1640-6.
61. **Xu K, Qi H, Peng R, et al.** Keratometric measurements and IOL calculations in pseudophakic post-DSAEK patients. *BMC Ophthalmol,* **2018;** 18:268.
62. **Kandemir Besek N, Asik Nacaroglu S, Kirgiz A, Ozturk Karabulut G, Okmen H, Ahmet S.** Efficacy of keratometric values obtained from Sirius topographer® in nidek axial length-scan® for intraocular lens calculation after penetrating keratoplasty. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* **2023;** 41:103195.

