



T.C SAğLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
ANKARA SAğLIK UYGULAMA VE ARAşTIRMA MERKEZİ
GÖZ HASTALIKLARI KLİNİğİ

DESCEMET MEMBRAN ENDOTELYAL KERATOPLASTİ
SONRASI YÜKSEK SIRALI ABERASYONLAR VE
ASFERİSİTE

Dr. Hakan MERT

TIPTA UZMANLIK TEZİ

ANKARA/2022



T.C SAğLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
ANKARA SAğLIK UYGULAMA VE ARAşTIRMA MERKEZİ
GÖZ HASTALIKLARI KLİNİğİ

DESCEMET MEMBRAN ENDOTELYAL KERATOPLASTİ
SONRASI YÜKSEK SIRALI ABERASYONLAR VE
ASFERİSİTE

Dr. Hakan MERT

Tez Danışmanı:

Prof. Dr. Züleyha YALNIZ AKKAYA

TIPTA UZMANLIK TEZİ

ANKARA/2022

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca önce iyi bir hekim daha sonra iyi bir cerrah olmam için desteğini esirgemeyen, akademik ve mesleki açıdan hayatım boyunca örnek alacağım, engin bilgi ve tecrübelerini hiç yorulmadan sabırla paylaşan, kendisinin öğrencisi olma şansı bulduğum için kendimi çok şanslı hissettiğim, bana güvendiği ve her konuda destek verdiği için müteşekkir olduğum, saygıdeğer hocam, Klinik Eğitim Sorumlumuz Sayın **Prof. Dr. Ayşe BURCU**'ya;

Klinik ve cerrahi tecrübesiyle en iyi eğitimi almam hususunda yardımlarını esirgemeyen, uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve tecrübelerinden çokça yararlandığım, iyi bir cerrah olmam hususunda desteğini hep arkamda hissettiğim, her ihtiyaç duyduğum yanımda olan, saygıdeğer hocam, Klinik İdari Sorumlumuz Sayın **Prof. Dr. Nurten ÜNLÜ**'ye;

Tez yazımım süresince desteğini esirgemeyen, etik ve mesleki yönden örnek aldığım değerli hocam tez danışmanım sayın **Prof. Dr. Züleyha YALNIZ AKKAYA**'ya;

Yakın ilgi ve desteğini her zaman hissettiğim, eğitiminde çok önemli katkıları olduğuna inandığım değerli hocalarım **Prof. Dr. Mehmet Akif ACAR, Prof. Dr. Deniz SOMER, Prof. Dr. Fatma Akbaş KOCAOĞLU, Prof. Dr. Dicle HAZIROLAN, Doç. Dr. Firdevs Örnek, Doç. Dr. Güner ÜNEY, Doç. Dr. Gülizar DEMİROK, Doç. Dr. Selma UZMAN, Doç. Dr. Gülten SUNGUR, Doç. Dr. Yasemin KATIRCIOĞLU, Doç. Dr. Gül Yılmaz ÇINAR, Doç. Dr. Evin ŞİNGAR, Doç. Dr. Tuba ÇELİK, Doç. Dr. Dilek YÜKSEL, Uzm. Dr. Ayşe BALIKÇI, Uzm. Dr. Gözde ORMAN, Uzm. Dr. Özlem CANDAN, Uzm. Dr. Deniz AÇAR, Uzm. Dr. Yasemin TOPALAK, Uzm. Dr. Serkan AKKAYA, Uzm. Dr. Kübra KÜÇÜKİBA, Uzm. Dr. Mehmet Fatih KOCAMAZ**'a;

Uzmanlık eğitimi süresince bir kıdemli asistandan daha çok bir kardeş gibi olduğum, birçok anıyı paylaştığım, birçok konuda akıl danıştığım, kendisini tanıdığım için çok mutlu olduğum kıymetli dostum **Uzm. Dr. Bilal Talha KOÇYİĞİT**'e;

Beraber çalışmaktan mutluluk duyduğum, birçok zorluğu beraber aştığımız, çalışan, kaliteli birer hekim olan sevgili **asistan hekim arkadaşlarıma**;

Birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum **ameliyathane, servis hemşire ve personelimize;**

En çok da bu zorlu süreçte her zaman destekleyen, beni hep anlayışla karşılayan, iyi ve kötü günümde hep yanımda olan, hayatımı aydınlatan, biriciğim **Merve MERT'e,**

Beni bugünlere gelmemde şüphesiz ki en fazla emeği olan, bana daima yürekten inanan, benden maddi ve manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen **canım annem ve babama;**

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Dr. Hakan MERT

ANKARA-2022

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	iii
KISALTMALAR	vi
ŞEKİLLER.....	vii
TABLolar	viii
ÖZET	x
ABSTRACT.....	xii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. KORNEA ANATOMİSİ.....	2
2.2. KORNEA HİSTOLOJİSİ	2
2.2.1. Epitel Tabakası.....	3
2.2.2. Bowman Tabakası.....	3
2.2.3. Stroma Tabakası.....	3
2.2.4. Descemet Membranı	4
2.2.5. Pre-descmetic Tabaka (Dua tabakası)	4
2.2.6. Endotel Tabakası	4
2.3. KORNEANIN ÖZELLİKLERİ	5
2.3.1. Saydamlık.....	5
2.3.2. Mekanik Bariyer.....	6
2.3.3. Yüzey Düzgünlüğü.....	7
2.2.4. Optik Fonksiyon.....	7
2.2.5. Refraktif Fonksiyon.....	7
2.2.6. Korneanın Kırıcılık İndeksi.....	7
2.2.7. Geçirgenlik	8
2.2.8. Dehidratasyon.....	8
2.4. KORNEANIN SİNİRLERİ VE KAN AKIMI.....	8
2.4. BÜLLÖZ KERATOPATİ.....	9
2.5. KERATOPLASTİ.....	10
2.5.1. Penetran Keratoplasti	10

2.5.1.1. Penetran keratoplasti endikasyonları	11
2.5.1.2. Penetran keratoplasti komplikasyonları	12
2.5.1.3. Penetran keratoplasti hastalarında prognoz	13
2.5.2. Derin Anterior Lameller Keratoplasti	15
2.5.3. Descemet Membran Endotelyal Keratoplasti.....	15
2.5.3.1 Cerrahi yöntem	16
2.5.3.2. Komplikasyonlar	17
2.6. KORNEA GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİ.....	18
2.6.1. Topografi ve tomografi sistemleri.....	19
2.6.1.1. Kornea topografi sistemleri	20
2.6.1.2. Kornea Tomografi Sistemleri	22
2.6.2. Pentacamda Bulunan Tomografik Haritalar ve Korneal Parametreler.....	23
2.6.2.1. Korneal parametreler	23
2.6.2.2. Tomografik haritalar.....	25
2.6.3. Korneal Topometri	28
2.7. WAVEFRONT BİLİMİ	29
2.8. ABERASYON TİPLERİ	30
2.8.1. Monokromatik Aberasyonlar	30
2.8.2. Kromatik Aberasyonlar	30
2.9. ZERNİKE POLİNOMLARI	31
2.9.1. Sabit Aberasyonlar (Piston, Vertikal Tilt, Horizontal Tilt).....	32
2.9.2. Düşük Sıralı Aberasyonlar (Vertikal Astigmatizma, Defokus, Horizontal Astigmatizma)	33
2.9.3. Yüksek Sıralı Aberasyonlar	34
2.9.3.1. Üçüncü sıra aberasyonları (vertikal trefoil, vertikal koma, horizontal koma, horizontal trefoil)	34
2.9.3.2. Dördüncü sıra aberasyonları (Vertikal tetrafoil, sekonder vertikal astigmatizma, sferik aberasyon, sekonder horizontal astigmatizma, horizontal tetrafoil)	35

2.9.3.3. Beşinci sıra aberasyonlar (Vertikal pentafoil, sekonder vertikal trefoil, sekonder vertikal koma, sekonder horizontal koma, sekonder horizontal trefoil, horizontal pentafoil).....	36
2.9.3.4. Altıncı sıra aberasyonlar (Vertikal hekzafoil, sekonder vertikal tetrafoil, tersiyer vertikal astigmatizma, sekonder sferik aberasyon, tersiyer horizontal astigmatizma, sekonder horizontal tetrafoil, horizontal hekzafoil)	37
2.10. OKÜLER ABERASYON ÖLÇÜMÜNÜ ETKİLEYEN FAKTÖRLER	37
2.11. ABEROMETRELER	38
2.11.1. Çıkış Wavefrontu Ölçen Cihazlar	38
2.11.2. Retinal Görüntüleme Aberometreleri (Tscherning Prensibi)	38
2.11.3. Oküler Aberasyonu Nötralize Etmek İçin Gerekli Giriş Wavefrontu Ölçen Cihazlar (Scheiner Prensibi)	38
3. GEREÇ VE YÖNTEM	39
3.1. ÇALIŞMAYA DAHİL EDİLME KRİTERLERİ	39
3.2. ÇALIŞMAYA DAHİL EDİLMEME KRİTERLERİ	39
3.3. HASTALARIN İNCELENMESİ	39
3.4. ÇALIŞMAYA DAHİL EDİLEN HASTALARDA BAKILAN PARAMETRELER.....	40
3.5. İSTATİSTİKSEL ANALİZ	43
4. BULGULAR.....	45
5. TARTIŞMA	63
6. SONUÇ	72
7. KAYNAKÇA.....	74
8. EKLER.....	90
EK-1. Etik Kurul Onayı	90
EK-2. Tez Konusu Onayı.....	94
9. ÖZGEÇMİŞ	96

KISALTMALAR

BFE	: En uygun elipsoid
BFS	: En uygun küre
BFTE	: En uygun torik elipsoid
D	: Dioptri
DALK	: Derin anterior lameller keratoplasti
DLEK	: Derin lamellar endotelyal keratoplasti
DMEK	: Descemet Membran Endotelyal Keratoplasti
DSAEK	: Descemet Stripping Otomatize Endotelyal Keratoplasti
DSEK	: Descemet Stripping Endotelyal Keratoplasti
FED	: Fuchs endotelyal distrofi
GK	: Görme keskinliği
MHC	: Major histokompatibilite antijenleri
Na-P ATPaz	: Sodyum- Potasyum ATPaz
OKT	: Optik Kohorens Tomografi
PBK	: Psödofakik Büllöz Keratopati
PK	: Penetran Keratoplasti
RMS	: Root Mean Square
TRAB	: Trabekülektomi

ŞEKİLLER

Şekil 2.1.	Kornea endotel hücrelerinin in vivo speküler biyomikroskop görüntüsü.....	5
Şekil 2.2.	Keratoplasti uygulanmış hastanın biyomikroskop görüntüsü	6
Şekil 2.3.	Normal bir insanın sağ gözünün Pentacam tomografi cihazındaki eğrilik haritası görünümü	26
Şekil 2.4.	Normal bir insanın sağ gözünün Pentacam tomografi cihazında ön yükseklik haritası görünümü	27
Şekil 2.5.	Normal bir insanın sağ gözünün Pentacam tomografi cihazında arka yükseklik haritası görünümü	27
Şekil 2.6.	Normal bir insanın sağ gözünün Pentacam tomografi cihazında kalınlık haritası görünümü	28
Şekil 2.7.	Normal bir hastanın Zernike polinomlarındaki sabit aberasyonların gösterimi.....	33
Şekil 2.8.	Normal bir hastanın Zernike polinomlarındaki düşük sıralı aberasyonların gösterimi	33
Şekil 2.9.	Normal bir hastanın Zernike polinomlarındaki üçüncü sıra aberasyonların gösterimi	34
Şekil 2.10.	Normal bir hastanın Zernike polinomlarındaki dördüncü sıra aberasyonların gösterimi	36
Şekil 2.11.	Normal bir hastanın Zernike polinomlarındaki beşinci sıra aberasyonların gösterimi	36
Şekil 2.12.	Normal bir hastanın Zernike polinomlarındaki altıncı sıra aberasyonların gösterimi	37

TABLÖLAR

Tablo 2.1.	Günümüzde kullanılan topografi yöntemleri.....	19
Tablo 2.2.	Günümüzde kullanılan tomografi yöntemleri.....	20
Tablo 2.3.	Aberasyonların Zernike Tanımı.....	31
Tablo 4.1.	Hastaların demografik özellikleri ve tanıları	45
Tablo 4.2.	Hastaların tüm kategorik özellikleri	46
Tablo 4.3.	Hastaların çeşitli parametreleri	48
Tablo 4.4.	Hasta gözde DMEK öncesi ve sonrası dörtlü refraktif haritada ön yüzey bulgularının karşılaştırılması.....	49
Tablo 4.5.	Hasta gözde DMEK öncesi ve sonrası ön yüzey q değerlerinin karşılaştırılması	50
Tablo 4.6.	Hasta gözde DMEK öncesi ve sonrası topometrik haritada ön yüzey kırıcılıklarının karşılaştırılması.....	50
Tablo 4.7.	Sağlıklı göz ile DMEK’li gözün ameliyat sonrası dörtlü refraktif haritada ön yüzey bulgularının karşılaştırılması	51
Tablo 4.8.	Sağlıklı göz ile DMEK’li gözün ameliyat sonrası dörtlü refraktif haritada arka yüzey bulgularının karşılaştırılması	52
Tablo 4.9.	Sağlıklı göz ile DMEK’li gözün ameliyat sonrası ön yüzey q değerlerinin karşılaştırılması.....	52
Tablo 4.10.	Sağlıklı göz ile DMEK’li gözün ameliyat sonrası arka yüzey q değerlerinin karşılaştırılması.....	53
Tablo 4.11.	Sağlıklı göz ile DMEK’li gözün ameliyat sonrası topometrik haritada ön yüzey K değerlerinin karşılaştırılması	54
Tablo 4.12.	Sağlıklı göz ile DMEK’li gözün ameliyat sonrası Zernike polinomunda 6 mm’de ön yüzey bulgularının karşılaştırılması	55
Tablo 4.13.	Sağlıklı göz ile DMEK’li gözün ameliyat sonrası Zernike polinomunda 6 mm’de arka yüzey bulgularının karşılaştırılması	56
Tablo 4.14.	DMEK’li göz ile sağlıklı gözün ameliyat sonrası Zernike polinomunda 4 mm’de ön yüzey bulgularının karşılaştırılması	57
Tablo 4.15.	DMEK’li göz ile sağlıklı gözün ameliyat sonrası Zernike polinomunda 4 mm de arka yüzey bulgularının karşılaştırılması.....	58

Tablo 4.16. DMEK yapılan gözde ön yüzey 6 mm ile 4 mm'den yapılan ölçümlerin değerlerinin karşılaştırılması	59
Tablo 4.17. DMEK yapılan gözde arka yüzeyde 6 mm ile 4 mm'deki ölçümlerin değerlerinin karşılaştırılması.....	60
Tablo 4.18. Sağlam gözde ön yüzeyde 6 mm ile 4 mm'deki ölçümlerin değerlerinin karşılaştırılması.....	61
Tablo 4.19. Sağlam gözde arka yüzeyde 6 mm ile 4 mm değerlerinin karşılaştırılması	62



ÖZET

Amaç: Descemet membran endotelyal keratoplasti (DMEK) sonrası literatürde pek çok çalışmada görme keskinliklerinin yükseldiği gözlemlenmiştir. Ancak bazı hastalarda görme keskinlikleri, potansiyel görme düzeylerine çıkamamaktadır. Bunun olası nedenleri ara yüzey değişiklikleri ve aberasyonlardır. Bu çalışmada bu aberasyonların varlığı araştırmak amaçlandı.

Gereç ve Yöntem: Ocak 2017'den Aralık 2021'e kadar Sağlık Bilimleri Üniversitesi Ankara Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi Göz Hastalıkları Kliniği'nde bir gözüne DMEK yapılan diğer gözü normal olan 30 hastanın ayrıntılı oftalmolojik muayene bulguları topografi cihazından ve hasta dosyası üzerinden retrospektif olarak incelendi. Analizler SPSS (Statistical Package for Social Sciences; SPSS Inc., Chicago, IL) 22 paket programında değerlendirildi. Tüm istatistiksel araştırmalar %95 güven aralığında ve $p<0.05$ anlamlılık düzeyinde değerlendirildi.

Bulgular: Çalışmaya yaş ortalaması $68,0\pm13,5$ olan 30 hasta dahil edildi ve hastaların 15'i (%50) kadın, 15'i (%50) erkekti. Ameliyat öncesi $1,05\pm,84$ logMAR olan görme keskinlikleri, ameliyat sonrası $0,30\pm0,46$ logMAR olarak bulundu. Preoperatif $673,87\pm141,47$ μ olan kornea kalınlığı, postoperatif $518,23\pm65,61$ μ 'a düşerek istatistiksel olarak anlamlı bulundu. Kornea hacmi $74,96\pm8,27$ mm^3 'ten $64,85\pm10,11$ mm^3 'e düştü. DMEK geçiren gözler, hastanın sağlam gözleriyle karşılaştırıldığında ön ve arka yüzey topografik astigmatizmada, kornea hacminde, ön kamara derinliğinde, ön kamara açısında, istatistiksel olarak daha fazla olduğu, görme keskinlikleri ve ön yüzey K1 değerlerinde de istatistiksel olarak daha az olduğu görüldü. Zernike polinomlarında DMEK'li göz, sağlam göze göre korneanın ön yüzeyinde hem 4 mm hem de 6 mm'lik optik zon içerisinde koma, trefoil, sekonder astigmatizma, kuadrifoil, RMS 3, RMS 4, RMS 5 ve total RMS değerlerinin daha yüksek olduğu tespit edildi. DMEK'li göz ile sağlam göz arasında korneanın arka yüzeyinde 4 ve 6 mm'lik optik zonda sağlam göze göre horizontal koma (Z^1_3), sferik aberasyon (Z^0_4), horizontal tetrafoil (Z^4_4) değerlerinin daha yüksek olduğu görüldü. DMEK yapılan göz ve sağlam gözde korneanın ön ve arka yüzeyinde hem 4 mm hem

de 6 mm'lik optik zon içerisinde karşılaştırıldığında optik çap büyüdükçe aberasyonların arttığı bulundu.

Sonuç: Descemet membran endotelyal keratoplasti geçiren hastalarda korneanın ön ve arka yüzeyinde yüksek sıralı aberasyonlar sağlam göze göre daha fazladır. Bu durum da görme keskinliklerine etki edebilir. Optik çap arttığında hem ön hem de arka kornea yüzeyinde yüksek sıralı aberasyonlar artar.

Anahtar kelimeler: Descemet membran endotelyal keratoplasti, bullöz keratopati, yüksek sıralı aberasyonlar.



ABSTRACT

Introduction and Purpose: In many studies, it has been observed that visual acuity increases after Descemet membrane endothelial keratoplasty. However, in some patients, their visual acuity does not reach their potential visual level. This is due to interface changes and aberrations. In this study, it was aimed to investigate the existence of these aberrations.

Materials and methods: Detailed ophthalmological examination findings of 30 patients who had undergone DMEK surgery in one eye and did not undergo keratoplasty surgery in the other eye were analyzed retrospectively from the topography device and the patient file from January 2017 to December 2021 in Ankara SUAM Ophthalmology Clinic. Analyzes were evaluated in 22 package programs of SPSS (Statistical Package for Social Sciences; SPSS Inc., Chicago, IL). All statistical studies were evaluated at 95% confidence interval and $P < 0.05$ significance level.

Finding: Thirty patients were included. Mean age was 68.0 ± 13.5 years, 15 (50%) of the patients were female and 15 (50%) were male. Preoperative visual acuities were $1.05 \pm .84$ logMAR, and postoperatively 0.30 ± 0.46 logMAR. The corneal thickness, which was 673.87 ± 141.47 μ preoperatively, decreased to 518.23 ± 65.61 μ postoperatively, and was found to be statistically significant. Corneal volume decreased from 74.96 ± 8.27 mm³ to 64.85 ± 10.11 mm³. Anterior and posterior surface topographic astigmatism, corneal volume, anterior chamber depth, anterior chamber angle were found to be statistically higher in DMEK-treated eyes compared to the healthy eyes. Visual acuity and anterior surface K1 values were lower in DMEK-treated eyes. In Zernike polynomials, coma, trefoil, secondary astigmatism, quadrifoil, RMS3, RMS4, RMS5 and total RMS values were found to be higher on the anterior surface of the cornea in both 4 mm and 6 mm optic zones in DMEK-treated eyes compared to the healthy eye. Horizontal coma (Z^1_3), spherical aberration (Z^0_4), horizontal tetrafoil (Z^4_4) values were found to be higher in the optic zone of 4 and 6 mm on the posterior surface of the cornea between the eyes treated with DMEK compared to the healthy eyes. It was found that aberrations increased as the optical

diameter increased in both the 4 mm and 6 mm optical zones of the anterior and posterior corneal surfaces of the DMEK treated and healthy eyes.

Conclusion: High-order aberrations on the anterior and posterior surface of the cornea are more common in patients with DMEK compared to the healthy eyes. This may affect their visual acuity. As the optic diameter increases, high-order aberrations increase on both the anterior and posterior corneal surfaces.

Key Words: Descemet's membrane endothelial keratoplasty, bullous keratopathy, high-order aberrations.



1. GİRİŞ

Psödotakik büllöz keratopati (PBK) genellikle 6. dekatta yapılan katarakt cerrahileri sonucu meydana gelen kornea endotel tabakasının Sodyum- Potasyum ATPaz (Na-P ATPaz) aktivitesinin azalmasına bağlı kornea içerisinde sıvı artışına neden olan bir patolojidir (1,2). (DMEK) 2006'da Melles G ve ark. tarafından tanımlanmış olmasıyla birlikte daha önce endotelyal patolojilere bağlı Penetran Keratoplasti (PK) yapılan hastalara DMEK yapılmaya başlanmıştır(3). Görme prognozunun daha iyi olması, iyileşme sürecinin hızlı olması, küçük bir kesiden cerrahinin yapılması ve buna bağlı olarak astigmatizmanın daha az olması, ret reaksiyonunun daha az olması gibi gerekçeler endotel patolojilerinde DMEK'i PK'nın önüne geçirmiştir (4,5). Endotelyal patolojilerde DMEK'e ek olarak Descemet stripping otomatize endotelyal keratoplasti (DSAEK) ve derin lamellar endotelyal keratoplasti (DLEK) de uygulanmaktadır. Derin lameller endotelyal keratoplasti (DLEK)'te alıcı yatağın ve donör dokunun manuel olarak diseksiyonunun zor olması ve diseke edilirken eşit miktarda olmaması gibi sorunlarla karşılaşılabilir. Ancak DSAEK cerrahisinde diseksiyonu yapan otomatik bir mikrokeratom bulunur (6). DSAEK sırasında eklenen posterior stroma yüksek sıralı aberasyonlara neden olur ve bu aberasyonlar da görme prognozunu kötü etkiler (7). DMEK sonrasında literatürde pek çok çalışmada görme keskinliklerinin yükseldiği gözlemlenmiştir. Ancak bazı hastalarda görme keskinlikleri, potansiyel görme düzeylerine çıkamamaktadır. Bunun nedeni ara yüzey değişiklikleri ve aberasyonlardır. Bu tez çalışmasında bu aberasyonların varlığını araştırmak amaçlandı.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. KORNEA ANATOMİSİ

Kornea gözün dış çevreyle temas halinde olan, kan damarlarından yoksun, epitelinin düzenli olduğu bir dokudur. Korneanın ön yüzeyinin kırıcılığı 48 dioptri (D)'yken arka yüzeyinin kırıcılığı ise -5,8 D'dir. Böylece kornea yaklaşık 43 D'lik net kırıcılığı ile gözün en önemli kırıcı ortamı olduğu söylenebilir (8). Bu 43 D'lik kırıcılığı ile gözün toplam kırıcılığının yaklaşık 2/3'üne denk gelir (9). Korneanın yatay olarak ölçülen çapı yaklaşık 12,6 milimetre (mm) iken dikey olan ölçülen çapı yaklaşık 11,7 mm'dir. Bu yüzden de ön taraftan bakıldığında erişkin korneanın daire şeklinde değil, elips şeklinde olduğu görülür (10). Korneanın ön yüzeyinin eğrilik yarıçapı yaklaşık 7,8 mm, arka yüzeyinin eğrilik yarıçapı 6,5 mm'dir (10). Bunun sonucunda kornea santralde periferiye göre daha ince formasyondadır. Kornea santralde 520-530 mikron (μ) kalınlığındayken periferiye doğru bu kalınlık 570 μ 'a kadar çıkabilir (11). Kornea santralden uzaklaştıkça yassılaşmaya başlar ancak bu yassılaşma her bölgede aynı değildir. Yassılaşma nazalde ve üstte, temporal ve alta göre daha belirgin olma eğilimindedir (8). Korneanın arka ve ön yüzeyinin eğrilik çapları skleranın eğrilik çapından (11,5 mm) daha küçük olduğu için sklera ve korneanın birleştiği noktalarda iç ve dış skleral yüzey olukları bulunur. Bu geçiş zonu mavi-beyaz renk tonuyla fark edilir ve limbus adını alır. Bu anatomik referans noktası ön segment cerrahileri bakımından oldukça önem arz eder. Korneanın santralinin yaklaşık %30'u sferik yapıdadır ve yaklaşık 4 mm çapındadır. Kornea periferi ise daha düzensiz durumdadır ve torik yapıda olduğu için korneanın hiperbolik bir yapıya sahip olmasına neden olur. Santral kornea gereğinden daha az sferik yapıda olursa astigmatizma meydana gelmektedir(10).

2.2. KORNEA HİSTOLOJİSİ

Kornea üstten alta doğru 6 tabakaya ayrılmaktadır: Epitel tabaka, bowman tabakası, stroma, pre-descemetec tabaka, Descemet tabakası ve endotel(12).

2.2.1. Epitel Tabakası

Yaklaşık 50 μ kalınlığında, tüm kornea kalınlığının yaklaşık %10'unu oluşturan, 5-10 hücre katından oluşan çok katlı yassı epitel hücrelerinin yer aldığı bir dokudur (13). Limbusta doğru ilerledikçe kalınlaşır ve konjonktiva epiteliyle birleşir (13). Bu tabaka 3 tip epitel hücresi ihtiva eder: 2-3 sıra yüzeysel hücreler, 2-3 sıra kanat hücreleri ve tek sıra bazal lamina hücreleri. Yüzeysel hücrelerin apikal kısımları birbirleriyle desmosomlar aracılığıyla bağlanır. Bu hücrelerin apikal kısımlarında mikropili ve mikrovilluslar mevcuttur. Bu yapılar kornea yüzeyini düzensizleşmesine neden olurken, gözyaşı film tabakasının sayesinde yüzey pürüzsüzleşir ve berrak bir optik zonun oluşmasına neden olur. Ayrıca mikrovillusların üzerinde bulunan glikokaliks tabakası, gözyaşı film tabakasının kornea üzerinde stabilizasyonu açısından önem arz etmektedir(14,15). Bazal epitel hücreleri epitel bazal membrana hemidesmozomlar aracılığıyla bağlanır (8). Epitel tabakası yaklaşık 7-14 gün içinde kendini rejenere etme kabiliyetine sahiptir. Bu kabiliyet bazal epitel hücrelerinin mitotik aktivitesine bağlıdır. Bu yenilenme bazal hücrelerden yüzeysel hücrelere doğru olurken kök hücrelerin bulunduğu limbustan da santral bölgeye doğru olmaktadır (8).

2.2.2. Bowman Tabakası

Yaklaşık 8-14 μ kalınlığında olup aselüler, düzensiz dağılım gösteren çoğunluğu tip 3 kollajenden oluşan, ön stromanın farklılaşmasıyla meydana gelen ve çoğalma yeteneği olmayan bir tabakadır (8). İçinde ihtiva ettiği kollajenler stroma tabakasının aksine rasgele dizilmişlerdir. Ayrıca bowman tabakasında meydana gelen herhangi bir patolojinin sonucu genellikle korneal skar olarak görülmektedir.

2.2.3. Stroma Tabakası

Kornea kalınlığının büyük bir kısmını oluşturan tabakadır. Bu tabaka kollajenler, keratositler ve özellikle keratan sülfat ve dermatan sülfattan oluşan proteoglikanlar tarafından meydana getirilir. Ön stromada keratan sülfata göre daha fazla bulunan dermatan sülfat, arka stromayı endotel disfonksiyonu olduğu durumlarda ödeme daha müsait hale getirebilir (12). Proteoglikanların temel görevi

kolajen fibrilleri arasındaki boşluğun korunmasını sağlamaktır (8). Kornea stroması en sık tip 1 kolajen olmak üzere birçok kolajen tipi ihtiva eder (16). Tip 1 kolajen; kolajen fibrillerinden oluşmuştur. Bu kolajen fibriller de birleşerek lamellaları; lamellalar da birleşerek kornea stromasını meydana getirir. Kolajen fibrillerinin düzenli dizilimi korneanın saydamlığının en önemli nedenidir. Keratositler ise stromada hücre dışı matriksi düzenlerler (13)

2.2.4. Descemet Membranı

Kornea endotelinin bazal laminası olarak değerlendirilir. Doğumdan önce sentezlenmeye başlar, doğumdan sonra da zamanla kalınlığı artarak yaklaşık 10-12 μ 'a ulaşabilir. Ana yapısı tip 4 kolajen tarafından oluşturulur (17).

2.2.5. Pre-descmetic Tabaka (Dua tabakası)

2013 yılında Dua ve arkadaşları tarafından descemet membranı ile stroma arasında yer alan hücre bakımından fakir, yaklaşık 15 μ kalınlığında bir katmanın daha olduğunu belirtmişlerdir (18).

2.2.6. Endotel Tabakası

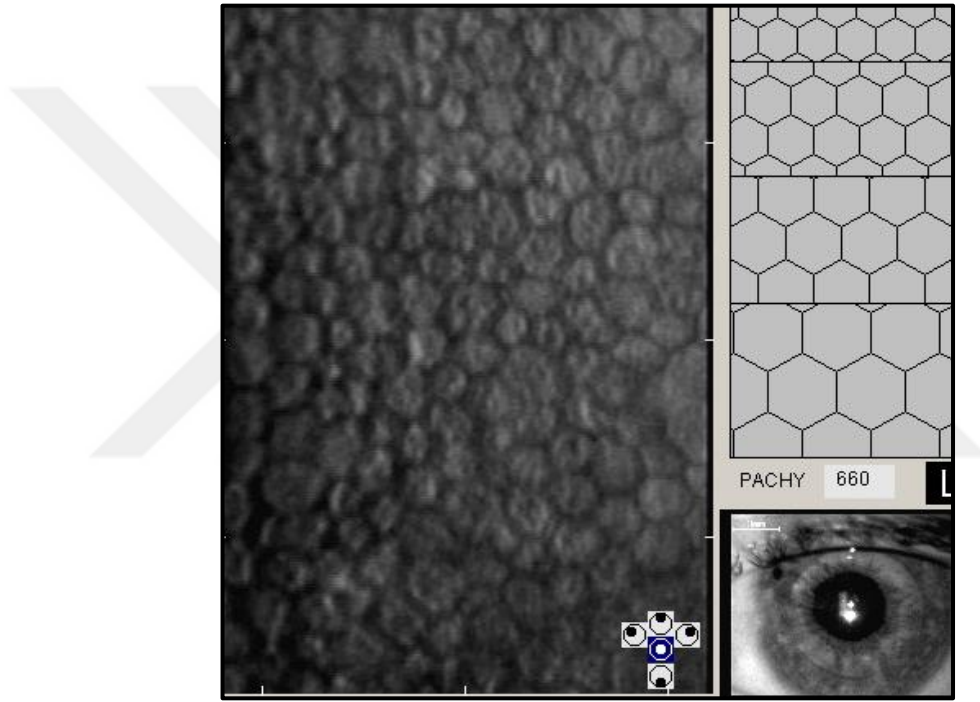
Nöroektodermden gelişen tek sıralı altıgen hücreler tarafından oluşturulan endotel tabakası hücreleri, büyük nükleusları ve fazla miktarda mitokondrileri nedeniyle Na-P ATPaz ve hücre içi karbonik anhidraz aktivitesinin devamını sağlar. Bu aktivite, korneanın saydam olmasının önemli nedenleri arasında sayılır (8,19). Endotel hücrelerinin kendini yenileme özellikleri yoktur(20) .Korneanın avasküler yapıda olması ve buna bağlı olarak difüzyonla beslenme mecburiyetinden dolayı korneanın beslenmesinde ön kamarayla ve ön kamara sıvısıyla direkt bağlantılı olan endotel hücreleri oldukça önemlidir.

Endotel hücreleri speküler mikroskopide altıgen yapılarından dolayı bal peteği görünümüne neden olurlar.

Yetişkinde hücre yoğunluğu yaklaşık olarak 3000 hücre/mm²'dir. Ancak bu hücreler zamanla azalma ve şekillerinde bozulma eğilimine girerler. 400-700 hücre/mm² altına düştüğünde de korneal ödem meydana gelir.

Hücrelerin ön kamaraya doğru olan kısımlarda tight-junctionlar sayesinde büyük moleküller endotel hücreleri arasına giremezler

Endotel hücreleri çeşitli etmenler nedeniyle sayıları azalabilir. Bu etmenler arasında ön segment cerrahisi sırasında yapılan manipülasyonlar, kullanılan farmakolojik ajanlar, hastanın diyabet, glokom gibi hastalıkları sayılabilir (21,22).



Şekil 2.1. Kornea endotel hücrelerinin in vivo speküler biyomikroskop görüntüsü

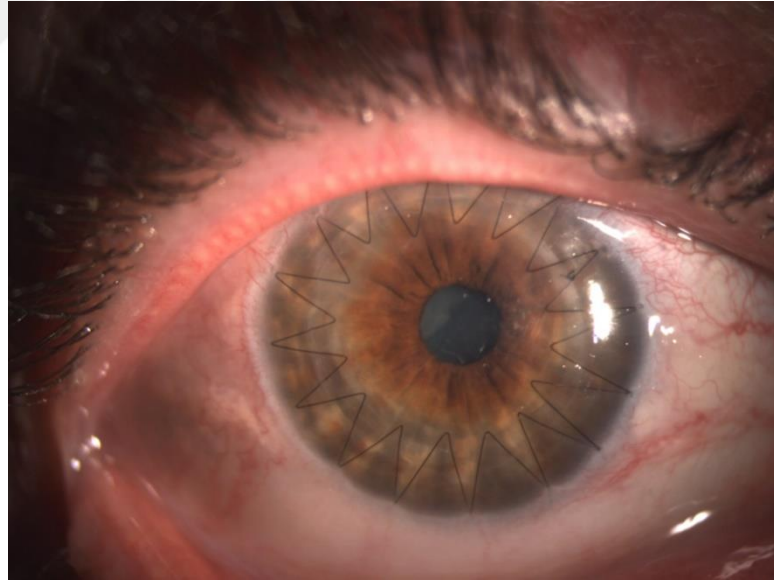
2.3. KORNEANIN ÖZELLİKLERİ

2.3.1. Saydamlık

Normal bir kornea saydam bir görüntüye sahiptir. Bunun için korneanın çeşitli özellikleri mevcuttur. Bunlar;

- Gözyaşı film tabakasının mükemmel bir optik alan oluşturması ve yüzeyi düzgünleştirilmesi

- Epitel tabakasındaki hücrelerin düzenli ve tek sıra şeklinde bulunması ve bu hücrelerin homojen refraktif indeks meydana getirmesi
- Stroma tabakasında yer alan kolajenlerin aynı şekilde ve uzunlukta olması, kolajenlerin aralarındaki boşlukların aynı boyutta olması ve aralıklarının birbirine eşit olması
- Stromada bulunan kolajen fibrillerin aralıklarının ışığın dalga boyundan daha küçük olması
- Stroma tabakasındaki glikozaminoglikanların negatif emme basıncı oluşturması ve bunun sonucunda stromanın dehidrate olması
- Endotel hücrelerinin büyük moleküllerin geçişine izin vermemesi yani mekanik bir bariyer oluşturması
- Endotel hücrelerinin sahip olduğu Na-K ATPaz pompası sayesinde enerji harcayarak kornea içindeki sıvıyı dışarı atması
- Korneanın vasküler yapısının ve lenfatik drenajının olmaması ve yapısında bulunan sinirlerin miyelinsiz olması



Şekil 2.2. Keratoplasti uygulanmış hastanın biyomikroskop görüntüsü

2.3.2. Mekanik Bariyer

Kornea endoteli yukarıda bahsedildiği gibi büyük moleküllerin geçişine izin vermeyerek mekanik bariyer etkinliği gösterir. Buna ilaveten kornea epitel dokusu da

çeşitli mekanizmalar ile korneanın özellikle mikroorganizmalara karşı korunmasını sağlar. Ancak *Corynebacterium diptheria*, *Haemophilus*, *Neisseria gonorrhoeae*, *Listeria* gibi bakteriler sağlam epitel varlığında rağmen enfektif tabloya yol açabilirler (20).

2.3.3. Yüzey Düzgünlüğü

Kornea, epitel yüzeyinde bulunan mikropilli ve mikrovilluslar nedeniyle pürüzlü bir yüzeye sahiptir. Ancak gözyaşı film tabakası korneanın bu pürüzlü yapısını tersine çevirerek optik bir berraklık sağlar. Ancak gözyaşı film tabakasında çeşitli nedenlere bağlı bir hasar olursa yüzey pürüzlenir ve korneanın kırıcılık indekslerinde değişme görülür (23).

2.2.4. Optik Fonksiyon

Korneanın optik fonksiyonunu şekillendiren özellikleri; korneanın şekli, korneanın saydam olup olmaması, yüzey düzgünlüğü ve kırıcılık indeksidir.

2.2.5. Refraktif Fonksiyon

Kornea, optik sistem içerisinde kırıcılığın en fazla olduğu dokudur. Ön yüzeyinin kırıcılığı yaklaşık 48 D iken arka yüzeyinin kırıcılığı yaklaşık 5,6 D'dir. Bunun sonucunda da net 43 D'lik bir kırıcılığa sahip olmuş olur (8). Bu da optik sistem içerisinde toplam kırıcılığın 2/3'üne tekabül eder (9).

2.2.6. Korneanın Kırıcılık İndeksi

Korneanın kırıcılık indeksi hava ve ön kamara sıvısının kırıcılık indekslerinin farkından meydana gelir ve yaklaşık olarak 43 D olarak tespit edilmiştir. Kornea dokusu sadece merkezde yaklaşık 4 mm'lik bölgesi dışında asferik bir yapıya sahiptir; yani kornea santrali periferine göre daha dik formasyondadır. Korneanın eğrilik yarıçapı da ön (6,8-7,8 mm) ve arka (6,5-7mm) yüzeylerde birbirinden farklıdır. Bu eğrilik yarıçapları zamanla değişme özelliğine sahip olmasından ötürü çocuklarda

kurala uygun astigmatizma daha sık görülürken, yaş ilerledikçe kurala uygun olmayan astigmatizma sıklığı artar(24).

2.2.7. Geçirgenlik

Kornea epiteli ve stroma, moleküllerin kornea içine nüfuz etmesinde birbirinden farklı özellik göstermektedir. Kornea epiteli hidrofilik moleküllerin geçişine izin vermezken; stroma ise hidrofobik moleküllerin geçişine izin vermez (25). Bu engeli açmak için ise kullanılan topikal ilaçların hem hidrofilik hem hidrofobik özelliklerinin olması akıllıcadır.

2.2.8. Dehidratasyon

Korneanın saydam olması ve saydam kalabilmesi için olması gerekenden daha fazla sıvıyı ihtiva etmemesi gerekir. Bunun için de korneanın ön yüzeyindeki epitel hücreleri gözyaşı film tabakasına karşı, korneanın arka yüzeyindeki endotel hücreleri de ön kamara sıvısına karşı mekanik bariyer görevi görmektedir. Buna ilaveten entotel hücrelerinde bulunan Na-P ATPaz sistemi sayesinde enerji harcanarak fazla sıvı dışarıya atılır. Epitel veya endotelin bozulmuş olduğu durumlarda kornea içine fazla sıvı geçer, saydamlık bozulur ve korneal ödemle sonuçlanır.

2.4. KORNEANIN SİNİRLERİ VE KAN AKIMI

Korneal epitel hücreleri en fazla sinir hücrelerine sahip dokulardandır. Deri ile kıyaslandığında duyarlılığı yaklaşık 300-600 kat daha güçlüdür (13). Korneanın duyu inervasyonu, beşinci kraniyal sinirin ilk dalı ile olur. Genellikle uzun siliyer sinirlerle ve siliyer gangliondan çıkan kısa siliyer sinirlerle kornea inerve edilir. Bu iki sinir ora serrata civarında anastomozları mevcuttur ve burada annüler ağları oluşturur ve bu lifler miyelinlerini yitirirerek kornea stromasına dağılırlar ardından bu sinirler epitel içi ve altı sinirleri oluştururlar (13).

Ancak Descemet ve endotel tabakaları seviyesinde sinir uçları mevcut değildir (26).

Kornea asvasküler bir yapıya sahip olduğu için konjonktivanın ve skleranın ön siliyer arterlerinden difüzyonla kan akımı sağlanır (13).

2.4. BÜLLÖZ KERATOPATİ

PBK genellikle 6. dekatta yapılan katarakt cerrahileri sonucu meydana gelen kornea endotel tabakasının Na-P ATPaz aktivitesinin azalmasına bağlı kornea içerisinde sıvı artışına neden olan bir patolojidir (1,2). Fakoemülsifikasyon sırasında meydana gelen bölgesel ısı artışları, uygulanan yüksek irigasyon ve aspirasyon ile lens partikülleri tirbülans akımına neden olarak endotel disfonksiyonuna neden olabilir (27). Aynı zamanda fakoemülsifikasyon sırasında ortaya çıkan ultrasonik enerjinin oluşturduğu serbest radikaller de endotel disfonksiyonuna neden olabilir(1,27). Yapılan çeşitli çalışmalar sonucu göstermiştir ki; IL-2, IL-8, IGF-1, TGF-B, BBP-4 (kemik iliği olgunlaşma faktörü) PBK'lı hastalarda normal hastalara göre anlamlı olarak daha yüksek seviyededir. Bununla beraber büyüme faktörleri ile extrasellüler matriks degrading metalloproteinler arasındaki dengenin bozulması, korneanın büllöz yapıya dönüşmesine neden olabileceğini düşündürmüştür (1,2,12). Yapılan bir başka araştırma sonucunda sistemik L-sistein kullanımı ile PBK'lı hastaların remisyona girdiği ve iyileşme gösterdiği görülmüştür (1). Büllöz keratopatiye neden olan direk etyolojik faktörler arasında Fuchs endotelyal distofisi (FED), miksoma gibi ön kamara tümörleri, mikrokornea gibi kornea anomalileri, neovasküler ve akut glokom, trabekülektomi (TRAB), skleral fiksasyon, ön kamara lensi yerleştirilmesi gibi cerrahi işlemler, argon laser kullanımı gibi çeşitli nedenler sayılabilir (1,2). Yapılan çeşitli çalışmalarda dünyada yapılan 2-4 milyon katarakt cerrahisinden yaklaşık %2'sinde büllöz keratopati meydana geldiği görülmüştür (1,2). Büllöz keratopatinin tedavi seçenekleri arasında %5'lik Sodyum Klorür içeren hipertonic solüsyonlar, sunni gözyaşları, kalan endoteli korumak amacıyla göz tansiyonunu kontrol etmek için anti-glokomatöz ilaçlar, anti-inflamatuar ilaçlar, steroidler ve hastanın ağrısını azaltmak maksadıyla terapötik kontakt lensler bulunur (1,27). Kornea nakli semptomatik ve görsel iyileşmeyle sonuçlandığı için hala günümüzde büllöz keratopatide altın standart tedavi şeklidir (28). PBK'nın cerrahi tedavisinde korneal kolajen çapraz bağlama, PK, fototerapötik keratektomi, amniyotik membran transplantasyonu, DSAEK ve DMEK

gibi seçenekler de bulunmaktadır (1). Yüksek astigmatizma ve greft reddi riski olmasına rağmen insanda en çok nakil yapılan dokuların başındadır. (2,27).

2.5. KERATOPLASTİ

Sağlıklı olmayan korneanın sağlıklı olan kornea ile değiştirilme işlemine verilen isimdir. Eğer değişim tam kat olarak yapılacaksa PK ismini alırken kısmi kat uygulanan işlemler de lameller keratoplasti şeklinde isimlendirilir. Lameller keratoplasti şeklinde uygulanacak birçok yöntem vardır. Bunlar arasında;

- Derin anterior lameller keratoplasti (DALK),
- Descemet membran endotelyal keratoplasti (DMEK),
- Descemet soymalı otomatize endotelyal keratoplasti (DSAEK),
- Descemet soymalı endotelyal keratoplasti (DSEK),
- Plano epikeratoplasti,
- Kombine amnion membran transplantasyonu ve limbal kök hücre transplantasyonu,
- Maksimum derinlikli lameller keratoplasti,
- Lameller keratektomi
- Derin lamellar endotelyal keratoplasti (DLEK) gibi posterior lameller keratoplasti sayılabilir (29,30).

2.5.1. Penetran Keratoplasti

1803 yılında Karl Gustav Himly hayvandan hayvana kornea transplantasyonu yaparak keratoplasti fikrini ilk ortaya atan kişidir. Daha sonraki yıllarda hayvandan insana, insandan insana çeşitli araştırmalar sonucu nakiller yapılmıştır. Dünyada ilk defa Eduard Konrad Zirm 1905'te insan korneasını kullanarak ilk başarılı keratoplastiyi gerçekleştirmiştir (31). Ancak bundan yaklaşık 30 yıl önce, 1886'da ilk lameller keratoplasti Arthur von Hippel tarafından yapılmıştır (32–35). Kornea dokusu avasküler yapıda olması nedeniyle ilk defa başarıyla nakledilen solid dokudur (36). Türkiye'de ise ilk defa 1937'de Dr. Igersheimer tarafından ilk kornea nakli gerçekleştirilmiştir (37). Kornea nakilleri 20. yüzyılın ortalarından itibaren yükselişe

geçmiştir ve son 30 -40 yılda daha sık yapılmaktadır (38). Melles GR ve ark. 2006’da DMEK’i literatüre kazandırmışlardır (3).

2.5.1.1. Penetran keratoplasti endikasyonları

2.5.1.1.1. Optik nedenler

Görsel rehabilitasyon seviyesini arttırmak için uygulanır. En önemli endikasyonları PBK, keratokonus, kornea distrofileri ve kornea dejenerasyonlarıdır.

2.5.1.1.2. Tektonik nedenler

Korneanın bütünlüğünün bozulduğu desmatosel veya korneanın delinmesi gibi çeşitli patolojilerde uygulanır. Amaç gözün yapısal bütünlüğünü mümkün olduğu kadarıyla koruyabilmektir (39–41).

2.5.1.1.3. Terapotik nedenler

Yapılan tüm medikal ve cerrahi işlemlere rağmen iyileşmeyen enfektif kornea dokusunun uzaklaştırılması için kullanılır. En fazla bakteriyel ve mantar keratitlerinde uygulanır (39,42).

2.5.1.1.4. Kozmetik nedenler

Gözün görüntüsünün iyileştirilmesi için uygulanır (20).

En iyi bilinen ve en çok tecrübeye sahip olunan cerrahi yöntem olmasına rağmen açık bir cerrahi olmasına bağlı olarak ameliyat sırasında ekspulsif hemoraji ve ameliyat sonrasında da endoftalmi gibi yıkıcı komplikasyonlara neden olması en önemli dezavantajlarından. Ayrıca postoperatif meydana gelen yüksek astigmatizma greftin saydam olmasına rağmen görme keskinliğinin düşük olmasının en önemli nedenidir. İlave olarak ret reaksiyonu ihtimalinin lameller cerrahilere göre daha fazla olması lameller cerrahilerin ön plana geçmesine neden olmaktadır. Ayrıca lameller cerrahilerin daha süratli görsel prognozunun iyileşmesi, travmalara karşı açık

bir cerrahi olmamasına bağlı olarak daha dayanıklı olması ve endotel hücre kaybının PK'ya göre daha az olması gibi avantajları da mevcuttur (39,42).

2.5.1.2. Penetran keratoplasti komplikasyonları

PK sonrasında gelişen komplikasyonlar oluştuğu zamana göre ikiye ayrılabilir.

2.5.1.2.1. Erken dönem komplikasyonlar

- Yara sızıntısı (Bazı durumlarda yara sızıntısına bağlı olarak ön kamaranın sığlaşması sonucu o açıklıktan iris prolabe olabilir.)
- Epitel defektleri (Özellikle göz kuruluğuna sahip olan hastalarda epitel defektleri kalıcı hale gelebilir.)
- Sütürlerin gevşemesi ve sütür uçlarının korneaya ya da konjonktivaya temas etmesi neticesinde enfektif olmayan reaksiyon ve papiller hipertrofi
- Üveit
- Göz içi basınç artışı
- Kistoid makula ödemi
- Mikrobiyal keratit
- Endoftalmi
- Erken dönem greft reddi (20).

2.5.1.2.2. Geç dönem komplikasyonlar

- Ret reaksiyonu
- Sütürlerin meydana getirdiği astigmatizma
- Özellikle kornea distrofilerinde ve keratitlerde görülen, keratoplasti olma nedeni olan hastalığın nüksü
- Glokom
- Retro-korneal membran oluşumu
- Geç dönem greft reddi (20).

2.5.1.3. Penetran keratoplasti hastalarında prognoz

PK'li hastalarda yeni teknolojilerin gelişmiş, sütür tekniklerinin ilerlemiş ayrıca steroidlerin hem oral hem de topikal olarak kullanımının artmış olmasına rağmen günümüzde en korkulan komplikasyon greft reddi olduğu görülmektedir. Greft reddi diğer solid organlar kadar çok olmamasının nedeni korneanın avasküler olması ve lenfatik drenajın olmaması olarak düşünülmüştür. Greft çapının büyük olması, greftin desantralize olması, önceden geçirilmiş keratoplasti varlığı, özellikle herpes simplex virüsü ile enfekte korneal dokuya keratoplasti yapılması, glokom gibi nedenler greft reddine zemin hazırlayan faktörlerdir (20). Günümüzde araştırmalar devam etmesiyle birlikte greft reddine humoral ve hücrel bağışıklık sistemlerinin iş birliği neden olduğu sanılmaktadır (43). Endojen antijenler, alıcının antijenleri anlamına gelmektedir. Bu antijenlerin en önemlisi de homolog antijenlerdir. Major histokompatibilite antijenleri (MHC) de homojen antijenlerin en önemlilerindendir ve birçok hücrede bulunur. MHC insanlarda insan lökosit antijen ismiyle adlandırılır. İnsan lökosit antijen olarak bilinen HLA, 6. kromozomda yer alır ve bütün çekirdekli hücrelerin yapısında bulunur. Yapılan çalışmalarda HLA antijenleri greft reddinin temel sebebi olduğu düşünülmektedir. Ancak alıcı ve verici doku arasında HLA uyumu olmasına rağmen bazen greft reddi kaçınılmaz olabilmektedir. Bunun nedeni ABO ve Lewis antijenleri gibi antijenler olduğu düşünülmektedir. Greft yetmezlikleri meydana geldiği süreye göre iki ana gruba ayrılabilir: Erken greft yetmezliği ve geç greft yetmezliği.

2.5.1.3.1. Erken dönem greft yetmezliği

Erken greft yetmezliğinde postoperatif ilk günden itibaren korneada bulanıklık görülmesiyle tanı konulabilmektedir. Çoğunlukla donör korneanın daha önce yapılan incelemelerde görülmemiş bir patolojisi sonucu ya da yapılan cerrahi işlem sonucunda korneal endotel hücrelerinin zarar görmesi sonucu oluşmaktadır.

2.5.1.3.2. Geç dönem greft yetmezliği

Geç dönem greft yetmezlikleri ret reaksiyonlarına bağlı olarak gelişebilmektedir. Ret reaksiyonları epitelyal, stromal, endotelyal veya bunların kombinasyonları şeklinde ortaya çıkabilir. Geç dönem greft yetmezliği, reddin korneanın hangi tabakasında olduğuna göre temel olarak 3 gruba ayrılabilir

2.5.1.3.2.1. Epitelyal geç dönem greft reddi

Keratoplastiden sonra yaklaşık 3 ay içinde ortaya çıkan genellikle alıcı korneaya ulaşmayan alıcı kornea-donör kornea arasında korneada lineer opasite şeklinde karşımıza çıkan daha iyi prognozlu ve topikal kortikosteroidlere iyi yanıt veren geç dönem greft reddidir. Bu lineer opasiteler, üst üste binmiş epitel hattını göstermektedir. Hastanın gözü sakindir, siliyer enjeksiyon gibi bulgulara rastlanmaz.

2.5.1.3.2.2. Subepitelyal-stromal geç dönem greft reddi

Cerrahiden yaklaşık 1 yıl içinde meydana gelen bowman tabakasının altında yaklaşık 0.3 mm'lik beyaz birikintiler şeklinde kendini gösteren geç dönem greft reddidir. Beyaz birikintiler geçirilmiş bir adenovirüs enfeksiyonu anımsatır ve Krachmer lekeleri olarak adlandırılır. Bu durumda hastanın takip edilmesi önemlidir, aksi takdirde endotelyal greft yetmezliğine dönebilme ihtimali mevcuttur.

2.5.1.3.2.3. Endotelyal geç dönem greft reddi

Endotelyal ret olması nedeniyle endotel fonksiyon göremez ve böylece mutlaka kornea ödemi ile sonuçlanır. Siliyer enjeksiyon, iritis, kornea alıcı ve donör sınırında inflamasyon bulguları, bu sınırda Khodadoust çizgisi olarak isimlendirilen keratit presipitatlar yer alır. Tedavisi acil olarak yapılmalıdır. Tedavisinde kortikosteroidler reddin şiddetine göre topikal, periokuler, sistemik olacak şekilde uygulanır. Tedaviye rağmen greft reddi devam ediyorsa immünsüpresif ilaçlar kullanılır (43). PK, günümüzde altın standart tedavi şekli olma özelliğini kaybetmiş, endotelyal hastalıklarda DMEK, stromal hastalıklarda da DALK ön plana çıkmıştır (5,30).

2.5.2. Derin Anterior Lameller Keratoplasti

1830'da Von Walther tarafından ilk defa lameller keratoplasti fikri ortaya atılmıştır. Ancak arayüz problemlerinin görsel prognozu kötü etkilemesi nedeniyle popülerite kazanamamıştır. 2002 yılına gelene kadar çeşitli araştırmalar yapılmış, teknik geliştirilmeye çalışılmıştır (5,44,45). 2002'de Anwar ve ark. tarafından yapılan çalışmada "büyük hava kabarcığı" tekniği literatüre kazandırılmış ve bu çalışma sonucunda arayüz problemlerinin minimuma indiği gösterildikten sonra popüleritesi hızla yükselmiştir (46). DALK endikasyonları; keratokonus/pellucid marjinal dejenarasyon gibi kornea ektazileri, stromal korneal distrofiler (Granüler, Lattice gibi), stromal skarlar, endoteli sağlıklı oküler yüzey problemleri, desmatosel, endoteli sağlıklı stromal enfeksiyonlar ve pediatrik vakalardır (46–49). DALK avantajları ise; endotel tabakasının sabit kalması ve buna bağlı olarak T hücre reaksiyonunun önemli ölçüde azalması, kapalı cerrahi olmasına bağlı olarak gözü özellikle subkoroidal hemorajiden koruması, sütürlerin daha erken alınabilme şansı olmasına bağlı olarak sütür komplikasyonlarının minimal olması, steroidli damlaların kullanma süresinin PK'ya göre daha az olmasına bağlı olarak steroidin komplikasyonlarından koruması, travmalara karşı daha dirençli olmasıdır (Donör dokunun geri kalan kısmı posterior lameller keratoplasti için kullanılabilir, bu durum da maliyet açısından önemlidir) (5,46,47). Cerrahinin öğrenilmesinin zor olması, arayüzey problemlerinin olması, postoperatif miyopinin PK'ya kıyasla daha fazla olması, yüksek sıralı ve tilt aberasyonların fazla olması gibi dezavantajları mevcuttur (5,46,47,50).

2.5.3. Descemet Membran Endotelyal Keratoplasti

Melles 2006'da DMEK'i literatüre kazandırmasıyla birlikte yapılan birçok çalışma, göz hekimleri tarafından bu cerrahinin popüleritesi gittikçe arttığını göstermektedir (51). DMEK'te hastanın kornea endoteli ve descemet membranı çıkartılarak donörün endoteli ve descemet membranı transplante edildiği için DSAEK'e kıyasla farklılıklar arz etmektedir DSAEK yönteminde hastadan çıkarılan Descemet membran ve endotel yerine donörün Descemet membran, endotel ve bir miktar posterior stroması da nakledilmektedir. Ancak bu fazladan nakledilen stroma yapılan çalışmalarda bazı hastalarda hipermetropik kaymaya neden olmakta ve olması

gerektiğinden daha az görme keskinlikleri ile sonuçlanabilmektedir (52,53). Ancak bunun yanında DMEK fizyolojik olarak daha uygun, daha süratle ve refraktif olarak daha az değişikliğe neden olan bir cerrahi tipi olarak karşımıza çıkmaktadır (54,55). Amerika Göz Birliği'nin 2013 bildirdiği çalışmalara bakılınca halen PK'nın gözde keratoplasti seçeneği (42,8-48,7) olduğu görülürken ona oranla çok daha düşük yüzdeye sahip olan DMEK'in (%3,2) de hızlı bir şekilde yükseldiği görülmektedir (56). 2016'da yapılan çalışmada da DMEK'in yükseliş trendi devam etmektedir (57). DMEK'in PK'ya göre çeşitli avantajları vardır. DMEK kapalı sistem bir cerrahi olduğundan ekspulsif hemoraji ve endoftalmi gibi ciddi komplikasyonların görülme ihtimali azalmaktadır, sütürsüz veya tek sütürle tamamlanabildiğinden postoperatif astigmatizma minimaldir, sütüre bağlı enfeksiyon ihtimali ortadan kalkmıştır, potansiyel görme keskinliğine ulaşma süresi kısadır, ret reaksiyonu ihtimali %1 gibi çok düşüktür. Ayrıca verici korneanın stroması başka bir hasta için kullanmak mümkündür. DMEK endikasyonları; FED başta olmak üzere endotelial distrofiler, PBK, iridokorneal endotelial sendrom, travma ya da PK sonrası gelişen endotelial yetmezliktir. PBK ve FED; endikasyonlar arasında en sık DMEK uygulanan iki patolojidir(58–61).

2.5.3.1 Cerrahi yöntem

Ameliyat başlamadan önce donör korneadan Descemet membran ayrılması gerekir. Donörden alınmış olan kornea vakum punch üzerine epitel kısmı aşağı, endotel kısmı yukarı bakacak şekilde yerleştirilir. %0,006'lık tripan mavisıyla Schwalbe hattı görünür hale getirilir. Descemet membranı dengeli tuz solüsyonu içerisinde bağlama ve kresent bıçak yardımıyla yaklaşık 180 derece soyulur ve daha sonra stromanın boyanması için tripan mavisini gerekli hallerde kullanır. Trepanizasyon sınırlarının içerisinde kalacak şekilde soyulduktan sonra istenilen çapta trepanize edilir ve Descemet membranı ve endotel tabakası stromadan tamamen serbestleştirilir. Descemet rulosu stroması trepan mavisine temas edecek şekilde gerektiğinde 2 dakikaya kadar beklenir. Greftin yeteri kadar boyandığına kanaat getirildikten sonra cam aplikatörün, (D.O.R.C. Dutch Ophthalmic Research Center, Zuidland, The Netherlands) içerisine aspire edilir.

Antisepsi için göz çevresi ve oküler yüzeye %5 povidon iodin uygulandıktan sonra 3 dakika beklenir. Göz içi cerrahiler için özel olarak üretilmiş göz drape hastanın gözüne yerleştirilip blefarosta takılır. Daha sonra oküler yüzeye tekrar %5 povidon iodin uygulanır ve 3 dakika tekrar beklenir. Kornea santrali işaretlenir. Bu işaretlenen nokta merkez olmak üzere korneanın limbustan limbusa ölçülmesi sonucu belirlenen çapta olacak şekilde (genellikle 7.75 mm) daire işaretlenir. Kornea epiteli crescent bıçak yardımıyla uzaklaştırılır. Yan girişler açılır ve ön kamaraya hava verilir. Havanın altında descemetoreksis işlemi yapılır. 2.4 mm'lik ana insizyon açılır ve descemetoreksis yapılan Descemet membranı göz dışına alınır. Ön kamarada bulunan hava, sıvı ile değiştirilir. Ana insizyona portegü ve bağlama yardımıyla 10.0 naylon tek sütür konulur ancak bağlanmaz. Daha önce hazırlanmış ve tripan mavisıyla boyanmış olan donör korneadan alınmış çeşitli büyüklüklerde (genellikle 7.25 veya 7.50 mm) hazırlanmış olan Descemet membran grefti cam aplikatör yardımıyla ön kamaraya, ön kamaradaki basıncı arttırmayacak şekilde enjekte edilir. Ana insizyondaki bağlanmamış olan 10.0 naylon sütür bağlanır. Descemet membran grefti uygun manevralarla endotel kısmı aşağıda kalması sağlanarak çıplak stromanın altına açılır. Greftin altına hava verilerek stromaya teması sağlanır. Ardından yaklaşık 20 dakika beklenir. Daha sonra bir miktar hava boşaltılır. Ön kamara oluşturulur. Pupiller blok olup olmadığı kontrol edilir. Pupiller blok olmadığı görüldükten sonra subkonjonktival deksametazon ve gentamisin yapılır. Terapotik kontakt lens uygulanarak işleme son verilir.

2.5.3.2. Komplikasyonlar

DMEK'te en sık görülen komplikasyonlar; greft ayrılması, cerrahi sırasında greftte meydana gelen yırtılmalar, Descemet membranda oluşan ve görmeyi engelleyen kırışıklıklar, ters açılmış greft, bazı hastalarda meydana gelen göz içi basınç artışı, korneada epitel defekti gelişimi ve kistoid maküla ödemi şeklinde sıralanabilir (61). DMEK'in en sık görülen komplikasyonu greft ayrılmasıdır. Özellikle cerrahinin henüz yeni yapılmaya başlandığı dönemlerde tam greft ayrılmaları %30 civarında iken kısmi greft ayrılması %62 civarında olduğu gözlemlenmektedir (62). Küçük, santralden uzak greft ayrılmaları kendiliğinden yapışabilmekte ve görsel prognozu etkilememektedir (63). Cerrahi tecrübenin giderek

artması, bunun yanında tekniklerin de gelişmesiyle birlikte bu oran hızla düşme eğilimi göstermiştir (61,64). Yapılan bazı araştırmalarda ön kamaraya gaz verme oranları karşılaştırıldığında; bazı serilerde %73 kadar yüksek oranlar (65) gözlemlenirken bazı serilerde %4 gibi daha az oranlar görülmektedir (65,66). Bu oranların birbirinden bu kadar farklı olmasının nedenin cerrahların kişisel inisiyatiflerine bağlamak doğru olabilir. Bazı cerrahlar bu durumlarda hastayı takip etmeyi seçerken bazı cerrahlar ise gaz enjeksiyonu düşünmektedir (67–69). Ancak unutulmaması gereken önemli bir konu şu ki geç müdahale; iyileşmenin gecikmesi, korneanın skarlaşması, endotel hücre sayısının azalması ve görsel iyileşmenin beklenenden daha az olma ihtimalini doğurur (70). DMEK ve DSAEK arasında endotel kaybı karşılaştırıldığında Bhandari ve ark. ile Guerra ve ark. tarafından yapılan çalışmada DSEK’te endotel kaybının daha az olduğu görülürken Maier ve ark. yaptığı çalışmada DMEK’te endotel kaybının daha az olduğu gözlemlenmiştir. Ancak bu araştırmalarda tutarsızlıklar mevcuttur (71–75). Yapılan birçok çalışmada DMEK ve DSAEK karşılaştırıldığında DMEK’in görsel prognozunun ve görme keskinliklerinin daha iyi olduğu belirtilmiştir(73,75,76).Yapılan başka bir çalışmada DSAEK ve DMEK karşılaştırıldığında postoperatif erken dönemde DMEK’in DSAEK’e göre daha iyi görme keskinliklerine sahip olduğu belirtilirken, postoperatif 1. yıldan sonra DSAEK’in daha iyi görme keskinliğine sahip olduğu belirtilmiştir (77).

2.6. KORNEA GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİ

Korneanın görüntülenmesi ve değerlendirilebilmesi için genellikle biyomikroskop muayenesi yeterlidir. Ancak hem tanı konulmasının zorlandığı durumlarda hem de hastalığın takibi amacıyla kornea görüntüme yöntemlerine başvurulması gerekmektedir. Özellikle kornea patolojisini ortaya koymak amacıyla sıklıkla başvurulmuş bu tetkiklerin başında kornea topografisi ve tomografisi gelmektedir. İlerleyen dönemlerde özellikle refraktif cerrahinin ön plana çıkması ile kornea tomografisinin önemi daha iyi anlaşılmıştır. Diğer seçenekler arasında ise ultason biyomikroskopisi, konfokal mikroskopi, speküler mikroskopi bulunmaktadır (78).

2.6.1. Topografi ve tomografi sistemleri

Topografi kelimesi Yunan dilinde ‘‘topo’’ ve ‘‘graphien’’ kelimelerinden türetilmiş bir sözcüktür. ‘‘Topo’’ kelimesinin anlamı yerleştirmek iken ‘‘graphien’’ kelimesinin anlamı yazmaktır. Tomografi kelimesi de yine aynı şekilde Yunan dilinde ‘‘tomo’’ ve ‘‘graphien’’ kelimelerinden türemiştir ve ‘‘tomos’’ kelimesinin anlamı kesmektir. Kornea topografisi korneanın ön yüzeyinin haritalanmasında ve patolojik özelliklerinin gösterilmesinde kullanılır ancak bazı hastalıklarda arka yüzeyinin de değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda kornea tomografileri tasarlanmıştır. Bu tomografiler yardımıyla korneanın hem arka hem de ön yüzeyinin değerlendirilmesi ve korneanın üç boyutlu yapısının gösterilmesi sağlanmıştır (79).

Tablo 2.1. Günümüzde kullanılan topografi yöntemleri

GÜNÜMÜZDE KULLANILAN TOPOGRAFI YÖNTEMLERİ		
TEKNOLOJİ	PRENSİP	ÖRNEK TOPOGRAFLAR
Placido halka	Geniş konlu cihazlar	CSO Sirius+* Oculus Keratograph 5M Topcon KR-1W Zeiss Atlas Ziemer Galilei*
	Küçük konlu cihazlar	Medmont E300 Optikon Keratron
Renkli ışık yayan diod	Speküler yansımaların rekonstrüksiyonu	İ-Optics Cassini i-Optics Cassini Ambient

*Hem topografi hem tomografi özelliği gösteren cihazlar (80).

Tablo 2.2. Günümüzde kullanılan tomografi yöntemleri

GÜNÜMÜZDE KULLANILAN TOMOGRAFİ YÖNTEMLERİ		
TEKNOLOJİ	IŞIK KAYNAĞI	ÖRNEK TOMOGRAFİ CİHAZLARI
Tarayıcı slit	Beyaz ışık	Orbscan II
Scheimpflug görüntüleme	Mavi ışık yayan diod (470-475 nm)	CSO Sirius+* Oculus Pentacam Zierner Galilei*
OKT	Süper lüminisan diyot lazer (830-845 nm)	CSO MS-39* Optopol Revo
Swept source OKT	Uzun dalga boyuna sahip hızlı ayarlı lazer (1310 nm)	Heidelberg Engineering Anterior Tomey Casia SS- 1000/Casia2 Zeiss Visante OMNI*

*Hem topografi hem tomografi özelliği gösteren cihazlar (80)

2.6.1.1. Kornea topografi sistemleri

2.6.1.1.1. Placido disk tabanlı kornea topografileri

Placido diski değişen, eş merkezli koyu ve açık renkli dairelerden oluşan santalde açıklığı bulunan ve bu açıklıkta video kamerası mevcut olan bir sistemden oluşmaktadır (79). Placido, ismini 1880’de Portekizli Antonio Placido da Costa’dan almıştır. Göz doktoru aynı zamanda mikrobiyolog olan Antonio Placido da Costa korneanın şeklini detaylı bir şekilde değerlendirmek maksadıyla hareketli bir Placido cihazını bulmuştur (81). Günümüzde halen topografi cihazlarında aynı merkeze ait siyah ve beyaz halkaların korneanın ön tarafından yansmasıyla korneanın yüzeyinin ölçülmesi sağlanmıştır. Zaman içerisinde gelişen teknolojiyle birlikte haritalandırma ve renklendirme yöntemleriyle birçok kornea hastalıklarının tanısı konulmuştur. Bu sistemde halkaların görüntüleri kornea verteksinin 4 mm gerisinde sanal bir görüntü oluşturur (82). Bu oluşan görüntüden elde edilen eğriliği kullanan Placido sistemi

yükseklik haritasını meydana getirebilmektedir. Bilgisayar ortamında oluşan halkalar birbirine yaklaştığında aksın dikleştiği, uzaklaştığında aksın düzleştiği anlamı çıkar. Kornea kurvatürü bu yöntem sayesinde ilk defa bilgisayar ortamında incelenmiştir (82). Bu sistemlerin iki çeşit tipinden bahsetmek mümkündür: Geniş konlu ve küçük konlu cihazlar. Küçük konlu cihazlar daha fazla ayrıntıyı gösterebilirken daha yakın mesafeden ölçüm yapmak zorundadır. Büyük konlu cihazlar daha az ayrıntıyı gösterebilirken daha uzak mesafelerden de ölçüm alabilirler. Placido diski Scheimpflug sistemi ile birleştirilerek çok daha gelişmiş teknolojilerde görüntü elde etmek mümkün olmaktadır (79). Ancak Placido disk tabanlı kornea topografisi arka yüzey hakkında bilgi vermemekte ve korneanın ön yüzeyinin yaklaşık 2/3'ünü görüntüleyebilmektedir (78). Bu sistem sağlıklı kornealarda kullanımı mantıklıyken anormal kornealarda çeşitli yanlışlıklara neden olabilmektedir (83). Kornea topografileri, gözyaşı film tabakasının durumu hakkında da ayrıntılı bilgi verme özelliğine sahiptir. Oculus Keratograph 5M cihazı bunun için en çok kullanılan cihazken (84) Sirius cihazında da gözyaşı film tabakasının durumu, gözyaşı kırılma zamanı hakkında bilgi edinilebilir.

2.6.1.1.2. PAR kornea topografi sistemleri

Belin ve ark. tarafından bulunan bu sistemde korneanın ön yüzeyine yansıtılan ızgaranın çözümlenmesi ile topografik harita meydana getirilmiştir (85). Ayrıca bu sistem, elevasyon haritasının oluşturulmasına öncülük etmiştir (80). Placido sistemlerinde olduğu gibi kornea yansıtıcılığına bağlı olarak çalışmaz, bu yüzden kornea dışında limbus, konjonktiva hakkında da geniş bilgiler verir (86). Ancak bu sistemin çalışabilmesi için gözyaşında florosein bulunma zorunluluğu mevcuttur. Placido sistemler gibi korneanın düzgün olma şartı aranmaz yüzey düzensizliği olan kornealarda da mükemmel yakın görüntü elde edilir.

2.6.1.2. Kornea Tomografi Sistemleri

2.6.1.2.1. Slit-Tarayıcı tomografiler (Orbscan)

Biyomikroskopa benzer şekilde çalışmakta olan Orbscan cihazında ‘‘Stereo-Üçgenleme’’ yöntemi kullanılarak video aksının 45 derece temporalinden ve nazalinden 20’şer slit ışığı olmak üzere toplamda 40 slit ışığı yansıtılarak korneanın hem ön hem de arka yüzeyinin ölçümlerini alınması mümkün olmaktadır ve bunu yapan ilk cihaz olarak tarihe geçmiştir (78). Aynı zamanda bu cihaz optik kesit alma işlemini yapan ilk cihaz olması da tarihsel açıdan önemlidir (87). Bu sistemle ön ve arka yükseklik haritaları, eğrilik haritası ve pakimetri haritasının da görüntülenmesi mümkündür. Ayrıca pakimetri haritasını gösteren ilk sistem olması da önemlidir (88). Ancak yapılan bazı çalışmalarda pakimetri değerlerinin doğruluğu konusunda çelişkiler mevcuttur. Buna ilave bu sistem periferdeki ölçümleri tekrar edilebilme özelliği olmadığı için sadece santral kornea kalınlıkları için uygulanması önerilir (82).

2.6.1.2.2. Scheimpflug görüntüleme yöntemleri

Bu sistem Avusturyalı asker Theodor Scheimpflug tarafından askeri amaçlı kullanılmak üzere 20. yüzyılda tanımlanmıştır (89). Konvansiyonel sistemlerde görüntülenen nesne, mercek ve görüntü düzlemleri birbirine paralel iken bu sistemde odak derinliğini arttırmak amacıyla nesne düzlemi ile mercek düzlemi birbirine paralel değildir. Dews bu sistemi gözün ön segment muayanesi amacıyla tanımlamasının ardından (90) 2000’li yıllarda bu sistemle ilk defa kornea yarıçapı değerlendirilmiştir (91). Daha sonraki yıllarda bu cihaz sayesinde kornea kalınlık haritaları, arka yükseklik ölçümleri yapılmaya başlanmış, OCT tabanlı tomografiler ve Placido ile kombine edilerek uygulanmaya başlayan birçok araştırmalar elde edilmiştir (92–95). Bu cihazlarda bulunan slit ışıktan gelen ışık, korneanın ön yüzeyinde dağılarak kornea ön ve arka yüzeyinin hesaplanmasını sağlar. Soğuk renkler en uygun küreye (BFS) yakın noktaları temsil ederken, sıcak renkler de BFS’den uzak noktaları temsil ederler ve bu yönüyle Orbscan’a benzemesi dikkat çekicidir. Pakimetri haritasında da ince bölgeler mavi-yeşil gibi soğuk renklerle tarif edilirken, daha kalın bölgeler kırmızı sarı gibi renklerle tarif edilmektedir. Buna ilaveten ön ve arka korneal yüzeyin topografik

haritası, eğrilik yarıçapı, pakimetri verileri, en ince kornea kalınlığı, astigmatizma değerleri, pupil çapı gibi birçok bulguya ulaşmak mümkün olmaktadır (96). İki farklı Scheimpflug görüntüleme tabanlı sistem mevcuttur: Pentacam ve Galilei dual Scheimpflug. Pentacam; 180 derece dönen ve 50'ye yakın slit görüntü elde ederek korneanın 3 boyutlu yapısının gösterilmesini mümkün kılan tek Scheimpflug kameradan oluşan bir sistemken (97,98), Galilei dual Scheimpflug ise optik olarak aynı fakat zıt konumlarda yerleştirilmiş iki Scheimpflug kameradan ve bir adet Placido diskten oluşturulmuş bir sistemdir (99). Galilei, Orbscan II ve Pentacam cihazları dörtlü refraktif haritaların görüntülenmesine olanak sağlarlar. Bu cihazların hepsi tekrarlanabilirlik açısından güzel sonuçlar vermesine rağmen Scheimpflug temelli cihazların tekrarlanabilirliğinin daha iyi olduğu gösterilmiştir (100,101).

2.6.1.2.3. Optik kohorens tomografi

Düşük kohorens interferometri ilkesine dayanan bu sistemde ön segment dokularından yansıyan kızılötesi ışınları, referans yansımayla karşılaştırarak çeşitli görüntüler elde edilmesini sağlar.

1995'te Optik Kohorens Tomografi (OKT) retina hastalıklarında kullanılmaya başlanmasından sonra daha fazla dalga boyuna sahip (820 nanometre (nm)-1310 nm) ön segment OKT sayesinde korneaya ek olarak iris, sklera gibi dokuların, aynı zamanda iridokorneal açının da görülmesi sağlanmıştır (102,103).

2.6.2. Pentacamda Bulunan Tomografik Haritalar ve Korneal Parametreler

2.6.2.1. Korneal parametreler

Qs: Çekilen tomografinin kaliteli olup olmadığı hakkında bilgi verir. Çekilen görüntü kaliteli olmalıdır yoksa çekim tekrarı önerilir.

Q-val: Kornea asferisitesini belirtmede kullanılır.

K1: Korneanın ön veya arka yüzeyinin dik olmayan meridyeninin merkezi 3 mm'de eğriliğinin hesaplanmasıyla bulunur ve birimi D cinsinden alınır. Ön yüzey K1 değerinin 34 D'den fazla olması normal olarak değerlendirilmektedir.

K2: Korneanın ön veya arka yüzeyinin dik meridyeninin merkezi 3 mm'lik alandaki eğriliğinin hesaplanmasıyla bulunur ve birimi D cinsinden alınır. Ön yüzey K2 değerinin 47 D'den daha az olması normal olarak değerlendirilir.

Km: Kornea ön veya arka yüzeyinin merkezi 3 mm'lik alanda eğriliğinin ortalamasının hesaplanmasıyla bulunur ve birimi D cinsinden yazılır.

Kmax: Korneanın ön yüzeyindeki en büyük değerdeki eğriliğin hesaplanmasıyla bulunur ve birimi D'dir. 48 D'nin altında olması bu değer normal olduğunu gösterir.

Astigmatizma: Normal değeri 6 D'den daha az olması gereken ve kornea ön yüzeyinin merkezi 3 mm'lik alanda K1 ve K2 değerleri arasındaki farkıdır.

Aks: Bulunan astigmatizmanın aksıdır.

Apex kalınlığı: Korneanın apexinin kalınlığını ifade eder.

Pupil merkezi: Pupil merkezinde bulunan korneanın kalınlığını ifade eder. Ayrıca bu parametre pupil santralinin de koordinatlarını vermektedir. Bu koordinatlardan x koordinatı 200 μ 'nın altında olması gerekmektedir. Şayet daha farklı olması durumunda pupil merkezinin santralde olmadığı düşüncesi oluşur.

En ince kalınlık: Korneanın en ince olduğu noktanın lokalizasyonu ve kalınlık miktarını ifade eder.

Ön kamara hacmi: Ön kamaranın hacmini gösterir. 100 mm³'ün üstünde olması normal olarak değerlendirilir.

Ön kamara açısı: Normal değeri 24 dereceden daha fazla olmalıdır.

Ön kamara derinliği: 2.1 mm'den daha fazla bir derinliğin olması normal olarak değerlendirilir.

Ön kamara hacminin, ön kamara açısının ve ön kamara derinliğinin normalden daha düşük olması durumlarında aç kapanması glokomu riski artmaktadır (99).

2.6.2.2. Tomografik haritalar

Renk Skalaları: Kornea 3 boyutlu yapısının mevcut olması nedeniyle 2 boyutlu topografi çıktılarında ve görüntülerinde korneanın yapısını anlamlandırmanın zor olmasından dolayı çeşitli renklerle simgelendirilme zorunluluğu getirilmiştir.

Bu renkler sıcak ve soğuk renkler olmak üzere iki temel gruba ayrılabilir; sıcak renkler daha dik, daha yüksek, daha ince noktaları ifade ederken; soğuk renkler daha düz, daha alçak, daha kalın noktaları temsil etmektedir.

2.6.2.2.1. Eğrilik (kurvatür) haritası

Bu haritada genellikle 7 mm çapında korneanın ön yüzeyindeki her bir noktanın eğimini göstermektedir. Eğrilik yarıçapı R ile ifade edilir ve birimi mm'dir. Eğrilik ise $1/R$ formülünden hesaplanır ve birimi D'dir. Bu formülden yola çıkılınca bir noktanın eğrilik yarıçapı ne kadar küçükse o noktanın o kadar fazla dik olduğu anlamı çıkar. Bu haritada daha dik olan noktalar daha sıcak renklerle (örneğin kırmızı, sarı gibi), daha az dik noktalar ise daha soğuk renklerle (örneğin mavi, yeşil gibi) gösterilir (82). Korneanın ön yüzeyindeki bir noktanın eğriliğini hesap edilebilmesi için referans noktasına ihtiyaç duyulur. Bunun için iki yöntem belirlenmiştir. Bu iki yöntemi kullanarak aksiyel ve tanjansiyel (lokal) eğim haritaları oluşturulabilir.

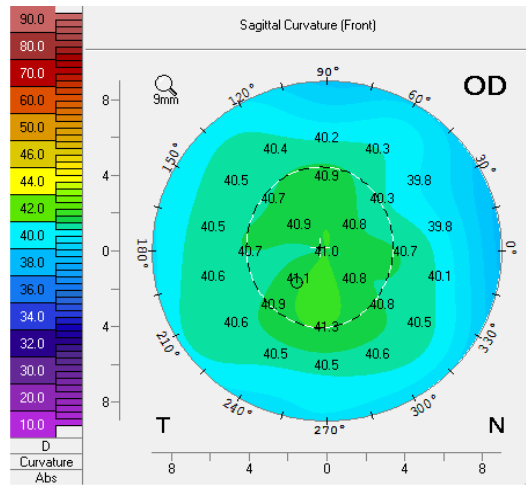
Korneanın ön yüzeyindeki bir noktasının görme aksına göre eğimini ölçerek ortaya çıkan harita aksiyel eğrilik haritasıdır. Bu haritada tüm korneanın yüzeyindeki noktaların merkezlerinin görme aksının üzerinde olduğu varsayılmıştır. Ancak kornea dokusu sferik bir yapıya sahip olmaması nedeniyle özellikle periferde doğru gidildikçe haritanın güvenilirliği azalır. Ayrıca tanjansiyel haritayla kıyaslandığı zaman ayrıntı gösterme açısından daha zayıf olduğu görülmektedir.

Korneanın ön yüzeyindeki bir noktanın eğrilik yarıçapı ile o nokta üzerinden geçen hayali halkanın üzerindeki diğer noktaların eğrilik yarıçaplarının kıyaslanmasıyla oluşan haritaya tanjansiyel harita ismi verilir. Bu haritanın en önemli avantajı, aksiyel haritalara göre daha fazla ayrıntı göstermesidir. Ayrıca bu harita aksiyel harita gibi korneanın küresel (sferik) olduğu varsayımı kullanılmamıştır. Daha fazla ayrıntı göstermesinin temel sebebi budur. Ayrıca aksiyel eğrilik haritasının en

büyük dezavantajlarından olan perifere gidildikçe güvenilirliğinin azalması bu haritayla kompanse edilir (82).

Eğrilik haritaları ile yükseklik haritalarını karıştırmamak önemlidir. Eğrilik haritasında dik olan yani sıcak renklerle gösterilen alanlar kornea şeklinin değiştiği noktaları gösterirken, hangi yönde değiştiği anlaşılamaz. Ancak yükseklik haritasında o nokta sıcak renklerle gösterildiğinde o noktanın referans noktadan daha yüksekteki bölgeleri temsil ettiği, soğuk renklerle gösterildiğinde ise o noktanın referans noktadan daha alçaktaki noktaları gösterdiği anlaşılır.

Bir korneada kurvatür harita görüntüsünden ve değerlerinden korneanın patolojik ya da normal olduğu yorumu yapılabilmektedir.

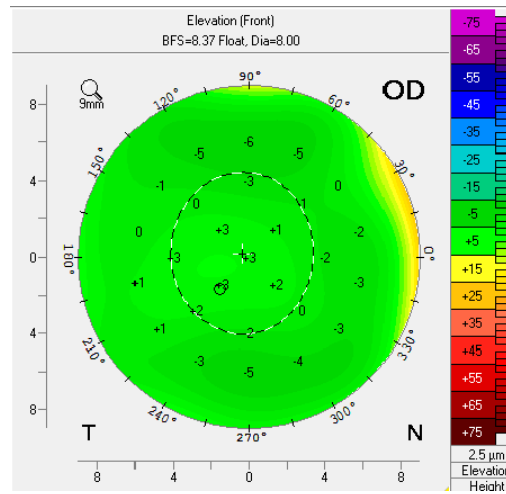


Şekil 2.3. Normal bir insanın sağ gözünün Pentacam tomografi cihazındaki eğrilik haritası görünümü

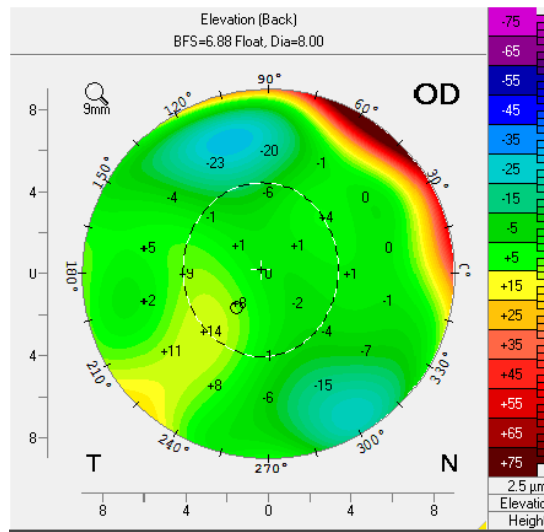
2.6.2.2.2. Yükseklik (elevasyon) haritası

Bu harita, korneanın ön veya arka yüzeylerinin deniz seviyesine göre durumuna göre çeşitli renk skalalarıyla gösterilmesine dayanır. Bu yönüyle coğrafya atlaslarına benzetilmesi daha kolay anlaşılması açısından önemlidir. Eğrilik haritasında olduğu gibi bu haritada da bir referans düzlemin olması mecburidir. Topografi cihazı korneanın yüzeyindeki her bir nokta için referans düzlem oluşturur. Bu referans düzlem o korneanın eğrilik yarıçapına benzeyen sferik bir yapıdır. Daha önce bahsedildiği gibi yükseklik haritalarında sıcak renkler yüksekteki noktaları, soğuk renkler ise alçaktaki noktaları temsil etmektedir. Kornea ile referans sferik

yapının kesiştikleri nokta ise yeşil ile simgelenmiştir. Rakamlarla ifade edilmesi gerektiğinde de referans korneanın üzerinde kalan alanlar pozitif (+) sayılarla, altında kalan alanlar ise negatif (-) sayılarla gösterilir (104). Elevasyon haritalarında 8 mm BFS tipinde ve yüzey hizalama modunda en iyi ve objektif değerler elde edilir (105). Refraktif cerrahi uygulamalarında da kornea dokusunun bir kısmı uzaklaştırıldığı için özellikle ön elevasyon haritalarında değişiklik olur. Bu yüzden hastanın cerrahiye uygunluğunu anlayabilmek ve cerrahi sonrası takip ve komplikasyonları değerlendirebilmek için bu haritaları öğrenmek refraktif cerrahlar için oldukça önem arz etmektedir (106).



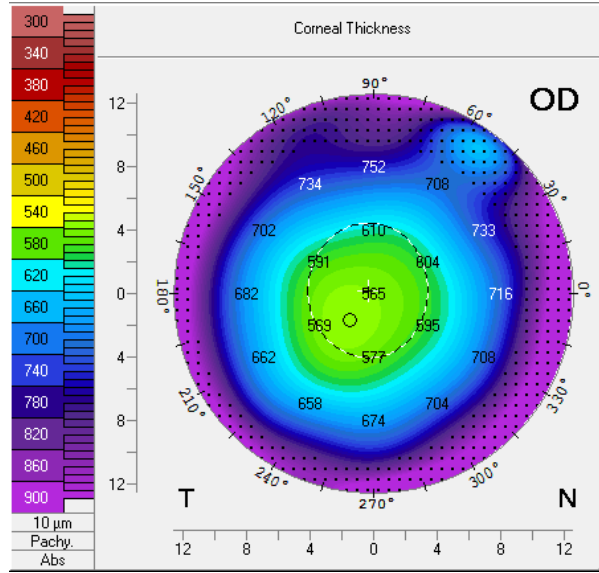
Şekil 2.4. Normal bir insanın sağ gözünün Pentacam tomografi cihazında ön yükseklik haritası görünümü



Şekil 2.5. Normal bir insanın sağ gözünün Pentacam tomografi cihazında arka yükseklik haritası görünümü

2.6.2.2.3. Kalınlık (pakimetri) haritası

Normal kornea yaklaşık 520-540 μ kalınlığındadır. Korneanın genellikle en ince noktası santral 5 derecelik bir alandır ancak bu her zaman geçerli değildir. Bazı gözlerde en ince kalınlık santralde olmayabilir (107). Normal kornea periferde doğru kalınlığı artma eğilimindedir ancak bu artış her noktada eşit değildir. Korneanın nazal ve süperior alanlarında kalınlık artışı daha fazladır (107–109). Korneal skarlar kornea kalınlığının ölçülmesinde yanlışlıklara neden olabilir. Skar alanı topografi cihazlarında daha ince ve daha düz bir şekilde görüntülenir ki böyle durumlarda topografi kullanmak doğru bir seçim olmayabilir, bunun yerine ön segment OKT kullanmak mantıklıdır (110).



Şekil 2.6. Normal bir insanın sağ gözünün Pentacam tomografi cihazında kalınlık haritası görünümü

2.6.3. Korneal Topometri

Korneanın eğiminin ölçülmesine korneal topometri ismi verilmektedir. “Q” değeri ile gösterilmektedir. Normal “Q” değeri -1 ile 0 değerleri arasındadır. Keratokonus ciddiyetine bağlı olarak Q değeri negatifleşir. Miyopik refraktif cerrahi sonrası pozitifleşirken, hipermetropik refraktif cerrahi sonrası negatifleşmektedir.

Kornea yüzeyi 4 ana şekilden biriyle tanımlanır. Bunlar sferik, asferik oblat, asferik prolat ve asferik hiperpolat'tır

Sferik korneal yüzeyde santraldeki ışınlar, çevreden gelen ışınların açılarından daha küçük ve farklı olduğu için ışık ışınları bir noktada toplamaz. Yani kornea yüzeyi sanki multifokal göz içi mercek gibi davranır. Bu duruma ekzantrisite ismi verilir. Sferik yüzeylerin "Q" değeri 0 dır (99). Asferik oblat korneal yüzeyde ise santral kornea periferik korneaya göre daha düz olduğu için periferden gelen ışık ışınlarının açıları daha da büyür ve dolayısıyla ekzantrisite artar. Asferik oblat korneal yüzeylerin "Q" değeri sıfırdan büyüktür, yani pozitif değer alır (99). Asferik prolat yüzeyde ise periferik yüzey santral yüzeye göre daha düz olduğu için periferden gelen ışık ışınlarının açıları küçülür ve santraldeki ışık ışınlarının açılara yaklaşır. Bu şekilde ışınlar bir noktada toplanabilir. Asferik prolat korneal yüzeylerin "Q" değeri sıfırdan küçüktür, yani negatif değer alır (99). Asferik hiperpolat korneal yüzeyde fokus derinliği isminde bir ekzantrisite meydana gelir. Santralden gelen ışınlar periferden gelen ışınların önünde toplanır ve bu durum negatif sferik aberasyona neden olur (99).

2.7. WAVEFRONT BİLİMİ

Sonsuzdaki Işık ışınları birbirine sinüzoidal ve paralel olacak şekilde gelir ve bu ışınların yönüne dik olacak şekilde düzlemsel bir wavefront meydana getirirler. Eğer bu ışınlar mükemmel bir optik sistemden geçerlerse bir noktada toplanma ve sferik bir yapı oluşturma eğilimdedirler (111). Wavefront dalgayı daha kolay tanımlamak gerekirse; bir taş parçası durgun bir suya atıldığında merkezden perifer doğru etrafında her yöne eşit hızda olacak şekilde dalgalar oluşturur. Aynı şekilde monokromatik ışık da homojen bir ortamda bu şekilde dalgalar üretmektedir. İşte bu dalgaların birleşimine de wavefront dalga adı verilmektedir (111). Ancak optik sistem kusurlu ise ışık ışınları dağılır ve buna wavefront aberasyon ismi verilir ve bunun sonucunda ışık ışınları retinada bir noktada toplanamazlar ve cismin netliği bozulmuş olur (80,112).

Root Mean Square (RMS): Wavefrontun şekille ifadesi olarak değerlendirilebilir. Referans noktası olarak mükemmel bir wavefront alındığında bu wavefront üzerindeki ortalama sapmayı gösterir. Farklı hastalar ve farklı gözlerin

nesnel karşılaştırılması RMS ile yapılabilir. Her bir aberasyon tipinin RMS değerini ölçmenin yolu, ölçmek istenen aberasyon ile ortalama değer arasındaki farkın karesinin alınarak pupil alanı üzerinden ortalaması sonucu elde edilir. Normal değeri 0.3μ 'dan azdır. Birbinden farklı aberasyonlar pupil üzerinden birbirine eşit RMS değerlerine sahip olabilirler ancak görmeye etkileri farklıdır. Bundan ötürü RMS hatasının görsel prognoza etkisi olmaz.

Yapılan wavefront analizinde RMS değeri iki şekilde gösterilir. Birincisi düşük ve yüksek dereceli aberasyonların toplam RMS değeri iken diğeri ise yüksek dereceli aberasyonların neden olduğu RMS değeridir. İlk değer her zaman ikinci değerden daha büyüktür, çünkü kırma kusurlarıyla ilişkilidir (99). Gözdeki optik sistemde bulunan aberasyonların tümü oküler aberasyon ismiyle anılır. Oküler aberasyon kornea ve kornea dışı yani internal aberasyonlardan oluşmaktadır.

Hollandalı Fritz Zernike bu aberasyonları matematiksel olarak göstermiştir ve bir Zernike polinomu geliştirmiştir (111).

2.8. ABERASYON TİPLERİ

Aberasyonlar iki tipe ayrılmaktadırlar. Bunlardan biri kromatik, diğeri ise monokromatik aberasyonlardır (111).

2.8.1. Monokromatik Aberasyonlar

Yüksek sıralı aberasyonlar ve düşük sıralı aberasyonlar olmak üzere iki gruba ayrılabilir. Monokromatik aberasyonların düzeltilmesiyle birlikte kromatik aberasyonlar düzeltilmese bile görme kalitesinde ciddi düzeltilmeler olabilmektedir (111).

2.8.2. Kromatik Aberasyonlar

Bu aberasyonlara en güzel örnek cam prizmalardır. Cam prizmalar beyaz ışığı eşit açılarda birbirinden ayrılmış ışık demetlerine kırılmasını sağlar. Bu farklı renkli ışık demetlerinin birbirinden farklı dalga boyutlarına sahip olmasından ötürü farklı

odak noktalarına sahiptir. Örneğin mavi ışığın dalga boyu 490-450 nm (nanometre), yeşil ışığın dalga boyu 560-490 nm iken kırmızı ışığın dalga boyu 700-635 nm'dir. Bundan dolayı mavi ışık kırmızı ışığa göre retinanın daha önünde odaklanır.

Kromatik aberasyonlar retinal kontrastta azalmaya neden olurlar. Ancak refraktif cerrahi gibi çeşitli cerrahilerle kromatik aberasyonlar düzeltilemez. Bunun sebebi ise kromatik aberasyonların gözün optik sisteminin şekliyle değil, korneal dokunun içerdiği materyallerden kaynaklanmasıdır (113). Oküler aberasyonların %70'i korneaya aittir. Ancak bu oran yaşla birlikte azalma eğilimi göstermektedir. Korneal aberasyonlar Scheimpflug kamera veya Placido temelli topografilerle ölçülürken oküler aberasyonların ölçümü için farklılaşmış cihazların olması gerekmektedir.

2.9. ZERNİKE POLİNOMLARI

Tablo 2.3. Aberasyonların Zernike Tanımı

ABERASYONLARIN ZERNİKE TANIMI			
Katsayı	İndeks Z(n,m)	Sıra	Tanım
0	Z(0,0)	Sıfır	Piston
1	Z(1,-1)	Birinci	Vertikal tilt
2	Z(1,1)	Birinci	Horizontal tilt
3	Z(2,-2)	İkinci	Vertikal astigmatizma
4	Z(2,0)	İkinci	Dekofus
5	Z(2,2)	İkinci	Horizontal astigmatizma
6	Z(3,-3)	Üçüncü	Vertikal trefoil
7	Z(3,-1)	Üçüncü	Vertikal koma
8	Z(3,1)	Üçüncü	Horizontal koma
9	Z(3,3)	Üçüncü	Horizontal trefoil
10	Z(4,-4)	Dördüncü	Vertikal tetrafoil
11	Z(4,-2)	Dördüncü	Sekonder vertikal astigmatizma
12	Z(4,0)	Dördüncü	Sferik aberasyon
13	Z(4,2)	Dördüncü	Sekonder horizontal astigmatizma
14	Z(4,4)	Dördüncü	Horizontal tetrafoil
15	Z(5,-5)	Beşinci	Vertikal pentafoil
16	Z(5,-3)	Beşinci	Sekonder vertikal trefoil
17	Z(5,-1)	Beşinci	Sekonder vertikal koma
18	Z(5,1)	Beşinci	Sekonder horizontal koma

Tablo 2.3. (Devamı)

19	Z(5,3)	Beşinci	Sekonder horizontal trefoil
20	Z(5,5)	Beşinci	Horizontal pentafoil
21	Z(6,-6)	Altıncı	Vertikal hekzafoil
22	Z(6,-4)	Altıncı	Sekonder vertikal tetrafoil
23	Z(6,-2)	Altıncı	Tersiyer vertikal astigmatizma
24	Z(6,0)	Altıncı	Sekonder sferik aberasyon
25	Z(6,2)	Altıncı	Tersiyer horizontal astigmatizma
26	Z(6,4)	Altıncı	Sekonder horizontal tetrafoil
27	Z(6,6)	Altıncı	Horizontal hekzafoil

(80)

Zernike polinomları sayesinde wavefront analizi yapılmış, radyal ve açısal yönlerde belirlenmiş semboller ile ifade edilmiştir.

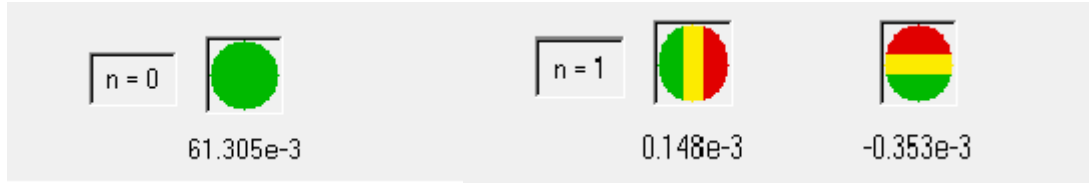
Aberasyonların ifadesi $Z(n, m)$ şeklindedir. ‘n’ harfi asimetric meridyen sayısını ifade ederken, ‘m’ harfi ise bu meridyenlerin etrafındaki eğimlerin sayısını gösterir (114,115). Bu sayıların önünde (+) işareti varsa eğimin yatay, (-) işareti varsa eğimin dikey olduğu anlaşılır.

Zernike polinomlarında bulunan 8 adet basamak asimetric meridyen yani n sayısına göre sıralanmıştır. Bu basamaklar 3 ana gruba ayrılır: Sabit aberasyonlar, düşük sıralı aberasyonlar, yüksek sıralı aberasyonlar. Piramidin tepesinde düşük sıralı aberasyonlar mevcutken, aşağılarda yüksek sıralı aberasyonlar mevcuttur (111). Bu piramidin iç kısmında bulunan aberasyonlar dış kısmında bulunan aberasyonlara göre görme keskinliğine etkisi daha fazla olduğu görülmüştür. Bunun sebebi iç kısmında bulunan aberasyonların dış kısmına göre daha santralde bulunmasıdır (99).

2.9.1. Sabit Aberasyonlar (Piston, Vertikal Tilt, Horizontal Tilt)

Sıfır sıralı aberasyon ve birinci sıralı aberasyonlar bu gruba dahildir. Sıfır sıralı aberasyonlar $Z(0, 0)$ şeklinde ifade edilir ve ‘referans noktası’ ismiyle nitelendirilir. Diğer bir ismi de ‘piston’dur. Birinci sıralı aberasyon sırasında horizontal ve vertikal tilt aberasyonlar bulunur. Bu aberasyonlar optik sistemin desantralize olduğunu gösterir. Birinci sıra aberasyonların varlığında görüntü kalitesinde bir değişiklik görülmezken görüntünün pozisyonunda değişiklik meydana gelir. Sabit aberasyonlar

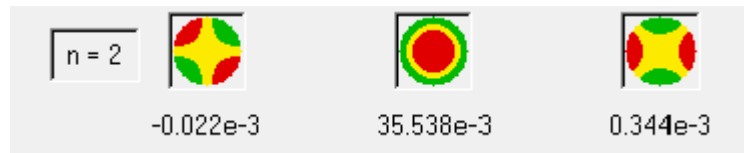
görüntü kalitesinde herhangi bir değişiklik yapmadığı için monokromatik aberasyon ölçümünde de değerlendirmeye alınmazlar (111).



Şekil 2.7. Normal bir hastanın Zernike polinomlarındaki sabit aberasyonların gösterimi

2.9.2. Düşük Sıralı Aberasyonlar (Vertikal Astigmatizma, Defokus, Horizontal Astigmatizma)

İkinci sıradaki aberasyonların dahil olduğu bu grupta kırma kusurları ile ilgilidir ve gözlük yardımıyla düzeltilebilme olanağı mevcuttur. Oküler aberasyonların % 85'i bu gruba dahildir (116). Defokus ve regüler astigmatizma bu grupta yer almaktadır. Defokus bir imajın optik merkezde değil de önünde veya arkasında olduğu durumdur. Bu görüntü netliğini ve kalitesinin değişmesine neden olur. Miyopi ve hipermetropi durumlarında defokus görülmektedir. Miyopi pozitif (+) defokusa neden olurken hipermetropi negatif (-) defokusa sebebiyet vermektedir. Pupil çapının artması defokusun artmasına neden olur. Defokus Z (2, 0) ile gösterilir. Bu grupta yer alan diğer bir aberasyon ise regüler astigmatizmadır. Regüler astigmatizma varlığında 2 ışın birbirine dik olacak şekilde kırılım gösterirler. Bunun sonucunda ise iki ayrı odak oluşur. Vertikal astigmatizma Z(2, -2) ile gösterilirken, horizontal astigmatizma Z(2, 2) ile belirtilir.



Şekil 2.8. Normal bir hastanın Zernike polinomlarındaki düşük sıralı aberasyonların gösterimi

2.9.3. Yüksek Sıralı Aberasyonlar

Üçüncü sıradan itibaren görülen bu aberasyonlar oküler aberasyonların %15'ini karşılar. Geometrilere düşük sıralı aberasyonlardan çok daha farklıdır. Basamak sayıları arttıkça da geometrilere karmaşıklaşır (111). Bu aberasyonlar gözlükle düzeltilme şansına sahip değildir ancak kişiye özel üretilmiş kontakt lens, intraoküler göz içi lensleri, PRK gibi yöntemlerle düzeltililebilir. Görme düzleminin herhangi bir yerindeki patoloji sonucu yüksek sıralı aberasyonlar meydana gelebilir (117). Glare, halo, gece araba kullanırken net görememe gibi şikayetlerin sorumlusu olarak yüksek sıralı aberasyonlar gösterilebilir.

2.9.3.1. Üçüncü sıra aberasyonları (vertikal trefoil, vertikal koma, horizontal koma, horizontal trefoil)

Bu sıradaki aberasyonlar koma ve trefoil aberasyonlardan meydana gelmektedir.

2.9.3.1.1. Koma aberasyon

Merkezi görmeyi etkileyip görme keskinliğinin değişmesine neden olan sferik aberasyonla birlikte en mühim aberasyondur. Pupil içinde görme aksının üzerinde meydana gelen herhangi bir patoloji (korneal ektazi, santral korneal skar, refraktif cerrahide santral alandan geçirilmiş ablasyon, santralden kaymış göz içi lensi gibi) bu aberasyona neden olabilir (118).

Koma aberasyon nokta şeklindeki ışığı kuyruklu yıldız ya da virgül şeklinde görülmesine sebebiyet verir. Yatay ve dikey tipleri vardır. Bir hastanın özellikle horizontal koma aberasyonu mevcut ise diplopi şikayetleri olabilir. Koma aberasyonlar Zernike polinomunda tek sayılarla gösterilmişlerdir.



Şekil 2.9. Normal bir hastanın Zernike polinomlarındaki üçüncü sıra aberasyonların gösterimi

2.9.3.1.2. Trefoil aberasyon

Periferik korneadan dolayı meydana gelen aberasyonlardır. Görüntüsü üç yapraklı yoncaya benzetilmiştir. Bu yüzden nokta şeklindeki ışık kaynakları 3 kollu bir rüzgâr santrali şeklinde görülmesine neden olur. Görme keskinliğine olan etkisi koma aberasyon kadar fazla değildir.

2.9.3.2. Dördüncü sıra aberasyonları (Vertikal tetrafoil, sekonder vertikal astigmatizma, sferik aberasyon, sekonder horizontal astigmatizma, horizontal tetrafoil)

Sferik ve tetrafoil aberasyonlar bu grupta değerlendirilir.

2.9.3.2.1. Sferik aberasyonlar

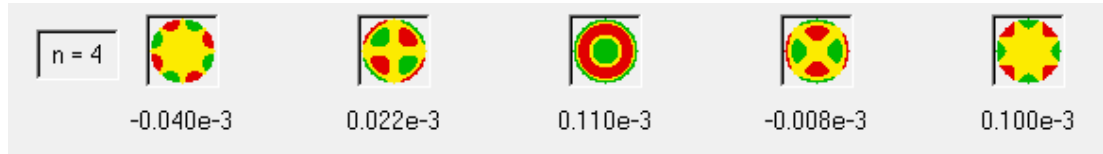
Kornea ve lens tarafından meydana getirilen aberasyonlardır. Kornea dokusu temel anlamında küreye benzetilir ancak tam olarak küre yapısında olduğu söylenemez. Eğer küre yapısında olmuş olsaydı sonsuzdaki ışınlar tek bir merkezde toplanabilirdi, ancak korneanın periferine doğru gidildikçe düzleşme özelliğinden dolayı periferden gelen ışınlar santrale gelen ışınlardan daha fazla kırılır ve bunun sonucu olarak ışınlar tek bir noktada toplanamaz. Böylece sferik aberasyonlar ortaya çıkar. Ancak normal gözlerde sferik aberasyonların azalmasına neden olan faktörler de mevcuttur; lensin santrali periferine göre daha fazla ışının kırılmasına neden olarak korneanın yukarıda anlatılan etkisinin azalmasına, böylece sferik aberasyonların azalmasına neden olur (119). Korneanın periferdeki düzleşmesi nedeniyle merkez ve periferin kırıcılıkları birbirine neredeyse eşitlenir ve bu özellik asferisite olarak isimlendirilir (120). Sferik aberasyonlar, kornea santralde periferine göre daha fazla kırıcılığa sahipse negatif; kornea periferi santrale göre daha fazla kırıcılığı var ise pozitif değer alır. Normal gözlerde kornea sferik aberasyon (+) değerdedir. Değeri de $+0.23 \pm 10 \text{ nm}$ 'dir. Ancak lensin negatif sferik aberasyonu nedeniyle sferik aberasyonlar tolere edilebilmektedir. Lenste meydana gelen katarakt gibi değişiklikler nedeniyle negatif etki azalır ve pozitifleşme artar (121). Sferik aberasyonlar en fazla karşılaşılan yüksek sıralı aberasyonlardır ve çift sayılarla ifade edilirler. Özellikle

sferik aberasyonlar cisimlerin veya ışık kaynaklarının çevresinde halo görülmesi ile tanımlanabilir (113). Görme keskinliklerine en fazla etki eden aberasyonların sferik ve koma olduğu görülmüştür. Çünkü bu aberasyonlar diğer aberasyon tiplerine göre daha kornea santralinde meydana gelmektedir (113).

2.9.3.2.2. Tetrafoil aberasyonlar

Trefoil aberasyonlarla ortak olarak santral olmayan görme üzerine etkileri vardır. Görme üzerine olan etkileri trefoil aberasyonlara benzer şekilde sınırlıdır. Z (4, 4) ve Z (4, -4) ile ifade edilirler.

Trefoil aberasyonlardan farkı yonca yaprağının sayısı dörttür.



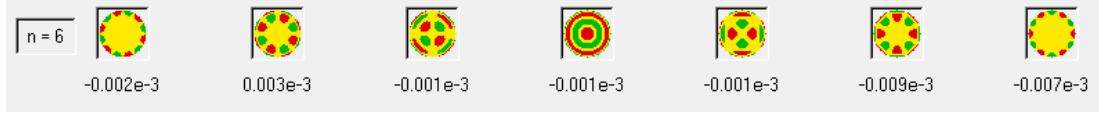
Şekil 2.10. Normal bir hastanın Zernike polinomlarındaki dördüncü sıra aberasyonların gösterimi

2.9.3.3. Beşinci sıra aberasyonlar (Vertikal pentafoil, sekonder vertikal trefoil, sekonder vertikal koma, sekonder horizontal koma, sekonder horizontal trefoil, horizontal pentafoil)



Şekil 2.11. Normal bir hastanın Zernike polinomlarındaki beşinci sıra aberasyonların gösterimi

2.9.3.4. Altıncı sıra aberasyonlar (Vertikal hekzafoil, sekonder vertikal tetrafoil, tersiyer vertikal astigmatizma, sekonder sferik aberasyon, tersiyer horizontal astigmatizma, sekonder horizontal tetrafoil, horizontal hekzafoil)



Şekil 2.12. Normal bir hastanın Zernike polinomlarındaki altıncı sıra aberasyonların gösterimi

5 ve üzerindeki aberasyonların görme üzerine etkileri oldukça minimaldir.

Yüksek sıralı aberasyonlarda basamak sayısı arttıkça görme üzerine etkileri de azalma eğilimine girer. Bunun istisnası dördüncü sıra aberasyonlardır. Dördüncü sıra aberasyonlar özellikle santral görme üzerine etkisi fazladır.

Bazı yüksek sıralı aberasyonların birlikteliği durumunda görmeye üzerine olan negatif etkileri azalabilir (122).

2.10. OKÜLER ABERASYON ÖLÇÜMÜNÜ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

- **Yaş:** Erişkin korneada, kornea ve kornea dışı yani internal aberasyonlar arasında bir denge bunur. Yaş ilerledikçe özellikle lensteki değişiklikler temelde koma ve sferik aberasyonlarda artışa neden olduğu için aberasyonlarda artışa neden olmakta, bu da hem görme keskinliğinde hem de kontrast duyarlılığında azalmayla sonuçlanmaktadır (123).
- **Pupil boyutu:** Normal pupil çapının (yaklaşık 3 mm) daha küçük ya da daha büyük olması durumunda aberasyonlarda değişiklikler izlenmektedir (124).
- **Akomodasyon:** Akomodasyonla birlikte aberasyonlarda değişiklik meydana gelir ancak görme kalitesini azaltacak seviyede değildir (125).
- **Oküler patolojiler:** Optik düzlemdeki kornea, lens, iris, vitreus gibi dokularda meydana gelen herhangi bir patoloji yüksek sıralı aberasyonların artmasına neden olur.

- **Daha önceden geçirilmiş oküler cerrahiler:** Özellikle kornea ve lens ile ilgili cerrahiler aberasyonların değişmesine neden olmaktadır.

2.11. ABEROMETRELER

Wavefront analizi yapan cihazlara **aberometre** ismi verilir. Bu cihazlar aberasyonları ölçmede uyguladıkları metodlara göre sınıflandırılır.

2.11.1. Çıkış Wavefrontu Ölçen Cihazlar

- Alcon Summit wavefront algılayıcısı
- Visx 20/10 Perfect Vision WaveScan wavefront Analyzer - Baush&lomb Zyoptic System
- Aesculap meditec WASCA

2.11.2. Retinal Görüntüleme Aberometreleri (Tscherning Prensibi)

- Wavelight wavefront analyzer
- Tracy Retinal Ray Tracing
- ORK Wavefront (SCHWİND eye-tech-solutions)

2.11.3. Oküler Aberasyonu Nötralize Etmek İçin Gerekli Giriş Wavefrontu Ölçen Cihazlar (Scheiner Prensibi)

- Emory Vision Spatially Resolved Refractometry
- Nidek Slit Sciascope (OPD-SCAN)

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Ocak 2017 yılından Aralık 2021 yılına kadar Sağlık Bilimleri Üniversitesi Ankara Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi Göz Hastalıkları Kliniği'nde bir gözüne DMEK olmuş diğer gözüne keratoplasti geçirmemiş 30 hastanın muayene bulguları topografi cihazından ve hasta dosyası üzerinden retrospektif olarak incelendi.

Çalışma için Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi Etik Kurulu'ndan 27.07.2022 tarihli 22-1034 sayılı karar ile onay alındı.

3.1. ÇALIŞMAYA DAHİL EDİLME KRİTERLERİ

- Bir gözüne herhangi bir nedenle DMEK yapılmış diğer gözüne herhangi bir keratoplasti yapılmamış sağlıklı korneaya sahip hastalar
- 6 aydan uzun süre takip edilmiş hastalar
- Diğer göz katarakt cerrahisi geçirmişse korneası sağlıklı olan hastalar

3.2. ÇALIŞMAYA DAHİL EDİLMEME KRİTERLERİ

- Bir gözüne herhangi bir nedenle DMEK yapılmış diğer gözüne herhangi bir keratoplasti yapılmış olan hastalar
- 6 aydan kısa süre takip edilmiş hastalar
- Herpes simplex gibi enfektif keratit öyküsü olan hastalar
- Diğer gözünde herhangi bir kornea hastalığı olan gözler

3.3. HASTALARIN İNCELENMESİ

Hastaların DMEK'li gözü grup 1 olarak değerlendirildi. Sağlam gözü grup 2 olarak değerlendirildi. Bütün hastaların topografik bilgileri Pentacam ön segment analiz cihazı yardımıyla elde edildi. Muayene bulguları ise hasta takip dosyalarından elde edildi. Hastalar Pentacam ön segment analiz cihazına oturtuldu. Birkaç kez

gözlerini açıp kapatmasını, daha sonra ise göz kırpmaması ve her iki gözünü de açık tutması söylendi. Hastalardan yanıp sönen bir ışık hedefine bakması gerektiği ifade edildi. Cihaz dönen bir Scheimpflug kamera ve gözün optik eksenini etrafında kamerayla birlikte dönen slit ışık kaynağı ihtiva etmektedir. Hasta ışığa bakarken sistem 180 derece döner ve kornea ön segmentinden yaklaşık 25-50 adet görüntü alır. Hastaların gözleri göz hareket sistemi tarafından kesintisiz bir şekilde izlenir ve sadece 0.6 mm'den daha az sapmaya sahip ölçümler geçerli kabul edilir. Her bir göz için Wavefront analizi için en iyi tarama yapılmış ölçümü kullandık. Bu görüntüleme sisteminin yazılımı sayesinde altıncı basamağa kadar olan Zernike polinomlarını kullanıldı. Korneanın yükseklik verileri BFS referans alınarak değerlendirildi.

3.4. ÇALIŞMAYA DAHİL EDİLEN HASTALARDA BAKILAN PARAMETRELER

- Hastanın yaşı
- Lateralitesi
- Büllöz keratopati süresi
- Travma varlığı
- Ameliyat sırasında zorlukla karşılaşp karşılaşmadığı
- Hastanın ameliyat öncesi tanısı: FED, PBK gibi nedenlerle DMEK yapılabilmektedir.
- Geçirdiği göz içi cerrahi sayısı
- Göz içi lens durumu: Çalışmamızdaki çoğu hasta DMEK öncesinde katarakt cerrahisi olmuştur.
- İntraoküler lens pozisyonu
- Pupil durumu
- Sineşi varlığı
- Kornea çapı: Kornea çapı limbustan limbusa intraoperatif olarak açılçer yardımıyla ölçülmüştür.

- Greft çapı: DMEK sırasında ön kamaraya verilen greftin çapının ölçülmesi sonucuyla elde edilir.
- Greftin ameliyat sırasında santralizasyon durumu
- Preoperatif görme keskinliği: DMEK geçirmiş ve geçirmemiş gözün görme keskinliği Snellen eşeliyle değerlendirilmiştir.
- Postoperatif görme keskinliği: DMEK geçirmiş gözün görme keskinliği Snellen eşeliyle değerlendirilmiştir.
- Sübjektif refraksiyon değeri: Hastalara preoperatif ve postoperatif DMEK geçirmiş ve geçirmemiş gözlerde otorefraktometre cihazından çıkan sonuçtan bağımsız en iyi görme keskinliğine ulaşana kadar sferik ve silindirik (+) ve (-) camlar takılması ile elde edildi.
- K1: Topografi cihazından elde edilen kornea ön ve arka yüzünün düz meridyeninin eğrilik gücünün merkez korneanın 3mm'lik alanda ölçülmesi ve D cinsinden sonucudur.
- K2: Topografi cihazından elde edilen kornea ön ve arka yüzünün dik meridyeninin eğrilik gücünün merkez korneanın 3mm'lik alanda ölçülmesi ve D cinsinden sonucudur.
- Korneanın en ince kalınlığı: Pentacam topografi cihazından elde edilen ve korneanın en ince olduğu yerden ölçülen kalınlıktır.
- Kmax: Topografi cihazından elde edilen tüm kornea ön yüzünün maksimum eğrilik gücünün D cinsinden belirtilmesidir
- Topografik astigmatizma: Topografi cihazından elde edilen korneanın ön ve arkasının santral 3 mm'lik zon içindeki iki eğrilik yarıçapının (K2-K1) arasındaki farkın miktarıdır.
- Topografik Aks: Merkezi 3 mm'lik zon içindeki ön ve arka korneal astigmatizmanın aksıdır.
- Korneal volüm: Topografi cihazından elde edilen veri kullanılacaktır
- Ön kamara volümü: Topografi cihazından elde edilen veri kullanılacaktır.

- Ön kamara derinliği: Topografi cihazından elde edilen veri kullanılacaktır.
- Q Value: Topografi cihazında topometrik haritada korneanın ön ve arka yüzeyinde nazal, temporal, inferior, süperior ve ortalama 6 mm, 8 mm, 10 mm'deki DMEK'li gözün ameliyat öncesi, ameliyat sonrası ve normal gözün korneal asferisite değerleri değerlendirilmiştir.
- Sagital front: Topografi cihazındaki Power Distribution haritasındaki 4mm, 6mm, 8 mm'deki DMEK'li gözün ameliyat öncesi, ameliyat sonrası ve normal gözün haritadaki Sagital Front, True Net power, Total Refraktif Güç değerleri değerlendirilmiştir.

Zernike polinomlarından

- (Z^{-3}_3) (vertikal trefoil)
- (Z^{-1}_3) (vertikal koma)
- (Z^1_3) (horizontal koma)
- (Z^3_3) (horizontal trefoil)
- (Z^{-4}_4) (vertikal tetrafoil)
- (Z^{-2}_4) (sekonder vertikal astigmatizma)
- (Z^0_4) (sferik aberasyon)
- (Z^2_4) (sekonder horizontal astigmatizma)
- (Z^4_4) (horizontal tetrafoil)
- (Z^{-5}_5) (vertikal pentafoil)
- (Z^{-3}_5) (sekonder vertikal trefoil)
- (Z^{-1}_5) (sekonder vertikal koma)
- (Z^1_5) (sekonder horizontal koma)
- (Z^3_5) (sekonder horizontal trefoil)
- (Z^5_5) (sekonder horizontal tetrafoil)
- (Z^0_6) (sekonder sferik aberasyon)

- Koma: Vertikal koma değerin karesi ile horizontal koma değerin karesinin toplamının karakökünün alınmasıyla elde edilen değerdir.
- Trefoil: Vertikal trefoil değerin karesi ile horizontal trefoil değerin karesinin toplamının karakökünün alınmasıyla elde edilen değerdir.
- Sekonder astigmatizma: Sekonder vertikal astigmatizma değerin karesi ile sekonder horizontal astigmatizma değerin karesinin toplamının karakökünün alınmasıyla elde edilen değerdir.
- Kuadrifoil: Vertikal tetrafoil değerin karesi ile horizontal tetrafoil değerin karesinin toplamının karakökünün alınmasıyla elde edilen değerdir.
- RMS 3. Sıra: Vertikal koma değerin karesi, horizontal koma değerin karesi, vertikal trefoil değerin karesi ile horizontal trefoil değerin karesinin toplamının karakökünün alınmasıyla elde edilen değerdir.
- RMS 4. Sıra: Vertikal tetrafoil değerin karesi, sekonder vertikal astigmatizma değerin karesi, sferik aberasyon değerin karesi, sekonder horizontal astigmatizma değerin karesi, horizontal tetrafoil değerin karesinin toplamının karakökünün alınmasıyla elde edilen değerdir.
- RMS 5. Sıra: Vertikal pentafoil değerin karesi, sekonder vertikal trefoil değerin karesi, sekonder vertikal koma değerin karesi, sekonder horizontal koma değerin karesi, sekonder horizontal trefoil değerin karesi, sekonder horizontal tetrafoil değerin karesi toplamının karakökü alınmasıyla elde edilen değerdir.

Değerleri hem 4 mm hem 6 mm'deki ölçümleri ön ve arka kornea yüzeyi olarak tek tek not edildi.

3.5. İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Analizler SPSS (Statistical Package for Social Sciences; SPSS Inc., Chicago, IL) 22 paket programında değerlendirilmiştir. Çalışmada tanımlayıcı veriler kategorik verilerde n, % değerleri, sürekli verilerde medyan interquartile range (25-75 persantil

değerleri) değerleri ile gösterilmiştir. Sürekli değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro Wilk testi ile değerlendirilmiştir. İkili grupların karşılaştırılmasında Mann Whitney U-testi kullanılmıştır. DMEK öncesi ve sonrası ölçümsel verilerin karşılaştırılması için Wilcoxon analizi yapılmıştır. Analizlerde istatistiksel anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak kabul edilmiştir.



4. BULGULAR

Çalışmaya yaş ortalaması $68,0 \pm 13,5$ yıl olan 30 hasta dahil edildi ve hastaların 15'i (%50) kadın, 15'i (%50) erkekti. Hastaların tanıları incelendiğinde 25'i (%83,3) büllöz keratopati, 3'ü (%10) travmatik büllöz keratopati ve 2'si (%6,7) trabekülektomili (TRAB) büllöz keratopati şeklindedir (Tablo 4.1.).

Tablo 4.1. Hastaların demografik özellikleri ve tanıları

		Sayı	%
Cinsiyet	Kadın	15	50,0
	Erkek	15	50,0
Tanı	PBK	25	83,3
	Travmatik BK	3	10,0
	TRAB'lı BK	2	6,7

BK: Büllöz keratopati, PBK: Psödo fakik büllöz keratopati, TRAB: Trabekülektomi

Hastaların 15'i (%50) sağ ve 15'i (%50) sol gözdür. Hastaların 16'sında (%53,3) zor olgu var iken bu 16 hastanın en sık zorluk nedeni (n=6) vitrektomize olması idi. Hastaların 12'sinde (%40) glokom vardı. Gözlerin 28'i (%93,3) psödo fakik ve 2'si (%6,7) fakikti. Hastaların pupillaları incelendiğinde 14'ü (%46,7) normal, 10'u (%33,3) ektopik, 5'i (%16,7) fiks middilate ve 1'i (%3,3) fiks middilateye ek olarak iyatrojenik anidri şeklindeydi. Hastaların 20'sinde (%74,1) sineşi yok iken 3'ünde (%11,1) 1/4'ten az, 1'inde (%3,7) 3/4-4/4 arasında ve 3'ünde (%11,1) 1/4-1/2 arasında sineşi mevcuttu. Hastaların göz içi lens (GİL) pozisyonu incelendiğinde GİL'lerinin en sık (n=15) sulkusta bulunduğu görüldü. Hastaların 10'unda (%33,4) ek göz hastalığı yok iken glokom en fazla (n=12) görülen ek hastalıktı. Hastaların 22'sinde (%75,9) vitrektomi yapılmamışken 4'ünde (%13,8) ön vitrektomi ve 3'ünde (%10,3) PPV yapılmıştı. Hastaların 2'sinde (%6,7) greftte yırtık mevcuttu. Hastaların 11'inde cerrahi ek işlem var iken en sık yapılan cerrahi işlem sineşiotomiydi (n=6). Hastaların 6'sında sineşiotomi yapılmıştı, bunların 5'i anterior ve 1'i posterior şeklindedir. Hastaların 4'ünde (%13,3) periferik iridektomi yok iken 19'unda (%63,3) ameliyat

sırasında, 1'inde (%3,3) ameliyat öncesinde yapıldı. Daha önce TRAB yapılan 6 (%20) göze ise periferik iridektomi yapılmadı. Hastaların 19'unda (%63,3) greft kolay açılırken 3'ünde (%10) orta ve 8'inde (%26,7) zor açıldı. Hastaların 24'ünde (%80) greft santral konumdadır. Hastaların 5'inde (%16,7) pupil bloğu nedeniyle ön kamaradan hava boşaltıldı. 16 gözde (%66,7) arka segmentte patoloji mevcuttu. Arka segmentteki patolojiler ayrıntılı incelendiğinde 5'inde optik atrofi, 3'ünde Irvin Gass, 1'sinde AMD, 2'sinde ERM, 1'inde Makula Ödemi ve 1'inde optik atrofiye ek olarak ERM, 1'inde optik atrofiye ek olarak AMD, 1'inde optik atrofiye ek olarak Irvin Gass Sendromu, 1'inde optik atrofiye ek olarak makula ödemi görüldü. Hastaların 3'ünde (%10) ameliyat sonrası gaz enjeksiyonu yapıldı (Tablo 4.2.).

Tablo 4.2. Hastaların tüm kategorik özellikleri

		Sayı	%
Lateralite	Sağ	15	50,0
	Sol	15	50,0
Zor olgu	Var	16	53,3
	Yok	14	46,7
Zorluk nedeni	Vitrektomize	6	37,5
	Subkükse IOL varlığı	3	18,8
	TRABlı	2	12,5
	TRAB+AGV	2	12,5
	Derin ön kamara	1	6,3
	Dar ön kamara	1	6,3
	TRAB+Periferik ön sineşi+pupillanın fiks dilate olması	1	6,3
Glokom	Var	12	40,0
	Yok	18	60,0
Lens Durumu	Psodofakik	28	93,3
	Fakik	2	6,7
Pupil Durumu	Normal	14	46,7
	Ektopik	10	33,3
	Fiks Middilate	5	16,7
	Fik middilate+iyatrojenik anidri	1	3,3
Sineşi	Yok	20	74,1
	1/4az	3	11,1
	3/4-4/4	1	3,7
	1/4-1/2	3	11,1

AGV: Ahmed Glokom Valvi, IOL: İntraokuler lens, TRAB: Trabekülektomi,

Tablo 4.2. (Devamı) Hastaların tüm kategorik özellikleri

Intraoküler lens pozisyonu	Sulkus	15	50,0
	Kapsül içi	8	26,7
	Skleral fiksasyonlu	2	6,7
	Fakik	2	6,7
	Sublukse IOL varlığı	1	3,3
	Yamane IOL	1	3,3
	Artisan	1	3,3
Ek Göz Hastalığı Varlığı	Glokom	12	39,7
	Uveit	2	6,7
	Yok	10	33,4
	AMD	1	3,4
	ERM	3	10
	Makula Ödemi	2	6,7
Vitrektomi	Ön vitrektomi	4	13,8
	PPV	3	10,3
	Yok	22	75,9
Greftte Yırtık Varlığı	Var	2	6,7
	Yok	28	93,3
Cerrahi Ek işlem	Sineşiotomi	6	54,4
	Pupilloplasti	1	9,1
	AGV tüpü kısaltması	1	9,1
	İris lifi kesilmesi	1	9,1
	Kantotomi	1	9,1
	Korteks bakiyesi aspirasyonu	1	9,1
Sineşiotomi	Yok	24	80,0
	Anterior	5	16,7
	Posterior	1	3,3
Periferik İridektomi	Yok	4	13,3
	İntraoperatif	19	63,3
	Preop	1	3,3
	TRABlı	6	20,0
Graft açılma kolaylığı	Kolay	19	63,3
	Orta	3	10,0
	Zor	8	26,7

Tablo 4.2. (Devamı) Hastaların tüm kategorik özellikleri

Graft santralizasyonu	Santral	24	80,0
	Süperiora desantralize	3	10,0
	Alt nazale desantralize	1	3,3
	Üst nazale desantralize	1	3,3
	Temporale desantralize	1	3,3
Pupiller blok varlığı	Var	5	16,7
	Yok	25	83,3
Arka segment olayı	Var	16	66,7
	Yok	8	33,3
Optik atrofi	Var	8	27,6
	Yok	21	72,4
Arka segment olayı ayrıntısı	Optik atrofi	4	25,0
	Irvine Gass	3	18,8
	ERM	2	12,5
	AMD	1	6,2
	Makula ödemi	1	6,2
	Optik atrofi+ERM	1	6,2
	Optik atrofi+AMD	1	6,2
	Optik atrofi+Irvine Gass	1	6,2
	Optik atrofi+Makula ödemi	1	6,2
Gaz enjeksiyonu	Evet	3	10,0
	Hayır	27	90,0

AGV: Ahmed Glokom Valvi AMD: Yaşa bağlı makula dejenerasyonu, ERM: Epiretinal membran, IOL: İntraoküler lens, PPV: Pars plana vitrektomi, TRAB: Trabekülektomi

Hastaların geçirdiği cerrahi sayısı ortalaması $3,1 \pm 1,8$ olarak, büllöz keratopati süre ortalaması $14,6 \pm 9,9$ ay, kornea çap ortalaması $11,9 \pm 4$ mm ve graft çapı ortalaması ise $7,6 \pm 2$ mm olarak bulundu. (Tablo 4.3.).

Tablo 4.3. Hastaların çeşitli parametreleri

	Ort $\pm$ SS
Geçirdiği cerrahi sayısı	$3,1 \pm 1,8$
Büllöz keratopati süresi (ay)	$14,6 \pm 9,9$
Kornea çapı (mm)	$11,9 \pm 4$
Graft çapı (mm)	$7,6 \pm 2$

Ameliyat edilen grupta görme keskinlikleri (GK) ameliyat sonrasında anlamlı şekilde artış gösterdi ($p<0,001$). Ameliyat edilen gruptaki gözlerde korneanın en ince olduğu kalınlık, ($p<0,001$) ve kornea hacmi ($p<0,001$) ameliyat sonrasında anlamlı şekilde azaldı ($p<0,001$)(Tablo 4.4.).

Tablo 4.4. Hasta gözde DMEK öncesi ve sonrası dörtlü refraktif haritada ön yüzey bulgularının karşılaştırılması

	DMEK Öncesi	DMEK Sonrası	p*
	Ort±SS	Ort±SS	
GK	0,05±,09	0,56±,35	<0,001
GK (LogMAR)	1,05±,84	0,30±,46	<0,001
Sferik değer (D)	1,17±,68	1,24±,63	0,999
Silindirik değer (D)	1,33±1,11	1,57±,97	0,999
Aks (°)	-	100,79±56,82	-
K1 (ön yüzey) (D)	42,07±2,92	41,76±2,65	0,943
K2 (ön yüzey) (D)	44,36±2,79	44,02±2,54	0,733
En ince kalınlık (μ)	673,87±141,47	518,23±65,61	<0,001
Kmax (D)	47,98±3,85	46,73±3,14	0,353
Topografik astigmatizma (D)	3,66±7,10	2,26±1,98	0,415
Topografik aks (°)	96,04±52,54	98,84±51,99	0,925
Korneal hacim (mm ³)	74,96±8,27	64,85±10,11	<0,001
Ön kamara hacmi (mm ³)	166,70±114,29	157,83±43,00	0,503
Ön kamara derinliği (mm)	2,91±1,04	3,33±,73	0,092
Ön kamara açısı (°)	46,72±17,87	42,50±8,48	0,523

*Wilcoxon analizi yapılmıştır.

Hasta gözde DMEK öncesi ve sonrası arasında ön yüzey q değerleri açısından anlamlı farklılık görülmemiştir ($p>0,05$) (Tablo 4.5.).

Tablo 4.5. Hasta gözde DMEK öncesi ve sonrası ön yüzey q değerlerinin karşılaştırılması

	Öncesi	Sonrası	p*
	Ort±SS	Ort±SS	
Ön yüzey nazal 6 mm	-0,24±,51	-0,25±,91	0,514
Ön yüzey nazal 8 mm	-0,36±,62	-0,38±,64	0,879
Ön yüzey nazal 10 mm	-0,56±,32	-0,55±,39	0,263
Ön yüzey temporal 6 mm	-0,53±2,18	-0,26±,93	0,270
Ön yüzey temporal 8 mm	-0,34±,90	-0,23±,49	0,451
Ön yüzey temporal 10 mm	-0,41±,54	-0,36±,42	0,353
Ön yüzey inferior 6 mm	-0,32±1,32	-0,46±1,18	0,247
Ön yüzey inferior 8 mm	-0,33±,70	-0,50±,63	0,330
Ön yüzey inferior 10 mm	-0,44±,42	-0,63±,46	0,179
Ön yüzey superior 6 mm	-0,42±1,23	-0,16±,95	0,123
Ön yüzey superior 8 mm	-0,42±,81	-0,50±,80	0,977
Ön yüzey superior 10 mm	-0,61±,42	-0,65±,37	0,764
Ön yüzey ortalama 6 mm	-0,55±1,41	-0,28±,58	0,324
Ön yüzey ortalama 8 mm	-0,41±,78	-0,40±,48	0,909
Ön yüzey ortalama 10 mm	-0,63±,66	-0,55±,31	0,451

*Wilcoxon analizi yapılmıştır.

Hasta grubunda bulunanların True net 8 mm ($p=0,012$), total refraktif güç 6 mm ($p=0,006$) ve total refraktif güç 8 mm ($p=0,003$) ameliyat sonrasında anlamlı şekilde azalmıştır (Tablo 4.6.).

Tablo 4.6. Hasta gözde DMEK öncesi ve sonrası topometrik haritada ön yüzey kırıcılıklarının karşılaştırılması

	Öncesi	Sonrası	p*
	Ort±SS	Ort±SS	
Sagital Frontal 4 mm	42,90±2,58	42,98±2,14	0,618
Sagital Frontal 6 mm	41,76±4,36	42,42±2,06	0,897
Sagital Frontal 8 mm	40,94±4,71	41,07±2,13	0,326
True Net 4 mm	41,62±2,80	41,38±2,02	0,456
True Net 6 mm	40,73±4,65	40,84±2,08	0,183
True Net 8 mm	40,14±4,90	39,70±2,22	0,012
Total refraktif güç 4 mm	43,60±2,45	42,44±2,00	0,060
Total refraktif güç 6 mm	43,84±2,37	42,76±2,21	0,006
Total refraktif güç 8 mm	44,20±3,48	42,75±2,66	0,003

*Wilcoxon analizi yapılmıştır.

Sağlam gözün görme keskinliği ($p=0,002$) ve ön yüzey K1 değeri ($p=0,016$) DMEK sonrası gözün değerlerinden anlamlı şekilde yüksek bulundu. Sağlam gözün ön yüzey topografik astigmatizması ($p=0,040$), kornea hacmi ($p=0,003$), ön kamara derinliği ($p=0,030$) ve ön kamara açısı ($p=0,041$) DMEK sonrası gözün değerlerinden anlamlı şekilde düşük bulundu. (Tablo 4.7.).

Tablo 4.7. Sağlıklı göz ile DMEK’li gözün ameliyat sonrası dörtlü refraktif haritada ön yüzey bulgularının karşılaştırılması

	DMEK	Sağlam göz	p*
	Ort±SS	Ort±SS	
GK (ondalık)	0,56±,35	0,80±,32	0,002
GK (LogMAR)	0,41±,47	0,20±,43	0,002
Sferik değer (D)	1,31±,61	1,17±,68	0,666
Silindirik değer (D)	1,68±,91	1,33±1,11	0,172
Aks (°)	100,79±56,82	100,00±47,37	0,962
Ön yüzey K1 (D)	41,76±2,65	43,18±2,15	0,016
Ön yüzey K2 (D)	44,02±2,54	44,43±1,68	0,391
En ince kalınlık (μ)	518,23±65,61	525,48±51,60	0,444
Ön yüzey Kmax (D)	46,73±3,14	45,48±1,73	0,205
Ön yüzey topografik astigmatizma (D)	2,26±1,98	1,89±3,68	0,040
Ön yüzey topografik aks (°)	98,84±51,99	103,46±56,77	0,688
Kornea hacmi (mm ³)	64,85±10,11	58,26±5,65	0,003
Ön kamara hacmi (mm ³)	157,83±43,00	150,69±46,66	0,699
Ön kamara derinliği (mm)	3,33±,73	2,75±,80	0,030
Ön kamara açısı (°)	42,50±8,48	36,87±8,51	0,041

*Mann Whitney U testi yapılmıştır.

Sağlam gözün arka yüzey topografik astigmatizma değeri DMEK sonrası gözün değerinden anlamlı şekilde düşük bulundu($p<0,001$) (Tablo 4.8.).

Tablo 4.8. Sağlıklı göz ile DMEK’li gözün ameliyat sonrası dörtlü refraktif haritada arka yüzey bulgularının karşılaştırılması

	DMEK	Sağlam göz	p*
	Ort±SS	Ort±SS	
Arka yüzey K1 (D)	-6,00±,84	-6,13±,39	0,277
Arka yüzey K1 (D)	-6,80±1,02	-6,50±,38	0,235
Arka yüzey Kmin (D)	-6,36±,87	-6,31±,37	0,826
Arka yüzey topografik astigmatizma (D)	0,80±,61	0,36±,20	<0,001
Arka yüzey topografik aks (°)	81,71±67,84	105,73±69,46	0,246

*Mann Whitney U testi yapılmıştır.

Sağlam gözün ön yüzey temporal 6 mm q değeri (p=0,032), temporal 8 mm q değeri (p=0,048), superior 10 mm q değeri (p=0,023), ortalama 6 mm q değeri (p=0,026) ve ön yüzey ortalama 10 mm değeri (p=0,047) DMEK sonrası gözün değerlerinden anlamlı şekilde yüksek bulundu (Tablo 4.9.).

Tablo 4.9. Sağlıklı göz ile DMEK’li gözün ameliyat sonrası ön yüzey q değerlerinin karşılaştırılması

	DMEK	Sağlam göz	p*
	Ort±SS	Ort±SS	
Ön yüzey nazal 6 mm	-0,25±,91	-0,08±,42	0,145
Ön yüzey nazal 8 mm	-0,38±,64	-0,36±,37	0,622
Ön yüzey nazal 10 mm	-0,55±,39	-0,52±,23	0,855
Ön yüzey temporal 6 mm	-0,26±,93	0,12±,28	0,032
Ön yüzey temporal 8 mm	-0,23±,49	-0,05±,16	0,048
Ön yüzey temporal 10 mm	-0,36±,42	-0,22±,16	0,127
Ön yüzey inferior 6 mm	-0,46±1,18	-0,13±,47	0,172
Ön yüzey inferior 8 mm	-0,50±,63	-0,31±,41	0,081
Ön yüzey inferior 10 mm	-0,63±,46	-0,49±,35	0,067
Ön yüzey superior 6 mm	-0,16±,95	-0,18±,97	0,476
Ön yüzey superior 8 mm	-0,50±,80	-0,27±,44	0,115
Ön yüzey superior 10 mm	-0,65±,37	-0,49±,27	0,023
Ön yüzey ortalama 6 mm	-0,28±,58	-0,05±,35	0,026
Ön yüzey ortalama 8 mm	-0,40±,48	-0,25±,25	0,083
Ön yüzey ortalama 10 mm	-0,55±,31	-0,43±,19	0,047

*Mann Whitney U testi yapılmıştır.

Sağlam gözün arka yüzey süperior 6 mm'deki q değeri ($p=0,039$) ve arka yüzey 6mm'deki ortalama q değeri ($p=0,048$) DMEK sonrası gözlerin değerlerinden anlamlı şekilde düşük bulundu. Bunun yanında sağlam gözlerin arka yüzey inferior 8 mm'deki q değeri ($p=0,050$) DMEK sonrası gözlerin değerlerinden sınırda anlamlı şekilde düşük bulundu (Tablo 4.10.).

Tablo 4.10. Sağlıklı göz ile DMEK'li gözün ameliyat sonrası arka yüzey q değerlerinin karşılaştırılması

	DMEK'li göz	Sağlam göz	p*
	Ort±SS	Ort±SS	
Arka yüzey nazal 6 mm	0,03±1,14	-0,45±,68	0,084
Arka yüzey nazal 8 mm	-0,57±,67	-0,50±,43	0,820
Arka yüzey nazal 10 mm	-1,29±1,57	-0,62±,26	0,106
Arka yüzey temporal 6 mm	0,22±,88	-0,13±,38	0,076
Arka yüzey temporal 8 mm	0,07±,53	-0,15±,23	0,066
Arka yüzey temporal 10 mm	-0,50±1,06	-0,27±,18	0,715
Arka yüzey inferior 6 mm	0,13±,83	-0,10±,38	0,116
Arka yüzey inferior 8 mm	-0,17±,64	-0,28±,30	0,050
Arka yüzey inferior 10 mm	-1,20±3,34	-0,49±,27	0,457
Arka yüzey süperior 6 mm	0,25±1,27	-0,41±,54	0,039
Arka yüzey süperior 8 mm	-0,32±,67	-0,53±,32	0,208
Arka yüzey süperior 10 mm	-0,69±,57	-0,82±,68	0,081
Arka yüzey ortalama 6 mm	0,03±1,05	-0,27±,39	0,049
Arka yüzey ortalama 8 mm	-0,32±,61	-0,36±,25	0,077
Arka yüzey ortalama 10 mm	-0,90±,89	-0,55±,23	0,222

*Mann Whitney U testi yapılmıştır.

Sağlam gözün ön yüzey sagital frontal 6 mm ($p=0,021$), sagital frontal 8 mm ($p=0,013$), true net 4 mm ($p=0,018$), true net 6 mm ($p=0,002$), true net 8 mm ($p=0,006$), total refraktif güç 4 mm ($p=0,010$), total refraktif güç 6 mm ($p=0,002$) ve total refraktif güç 8 mm değerleri ($p=0,003$) DMEK sonrası gözün değerlerinden anlamlı şekilde yüksek bulundu (Tablo 4.11.).

Tablo 4.11. Sağlıklı göz ile DMEK’li gözün ameliyat sonrası topometrik haritada ön yüzey K değerlerinin karşılaştırılması

	DMEK’li Gözler	Sağlam Gözler	p*
	Ort±SS	Ort±SS	
Ön yüzey Sagital frontal 4 mm	42,98±2,14	43,93±1,85	0,097
Ön yüzey Sagital frontal 6 mm	42,42±2,06	43,66±1,96	0,021
Ön yüzey Sagital frontal 8 mm	41,07±2,13	42,52±2,09	0,013
Ön yüzey True net 4 mm	41,38±2,02	42,70±1,86	0,018
Ön yüzey True net 6 mm	40,84±2,08	42,52±2,04	0,002
Ön yüzey True net 8 mm	39,70±2,22	41,39±2,08	0,006
Ön yüzey Total refraktif güç 4 mm	42,44±2,00	43,82±1,96	0,010
Ön yüzey Total refraktif güç 6 mm	42,76±2,21	44,68±2,28	0,002
Ön yüzey Total refraktif güç 8 mm	42,75±2,66	45,01±2,67	0,003

*Mann Whitney U testi yapılmıştır.

Sağlam gözün ön yüzey 6 mm'deki koma değeri ($p=0,009$), trefoil değeri ($p<0,001$), sekonder astigmatizma değeri ($p=0,041$), RMS3 değeri ($p<0,001$), RMS5 değeri ($p=0,004$) ve total RMS değeri ($p<0,001$) DMEK sonrası gözün değerlerinden anlamlı şekilde düşük bulundu (Tablo 4.12.).

Tablo 4.12. Sağlıklı göz ile DMEK'li gözün ameliyat sonrası Zernike polinomunda 6 mm'de ön yüzey bulgularının karşılaştırılması

	DMEK'li Gözler	Sağlam Gözler	p*
	Ort±SS	Ort±SS	
Z^{-3}_3	0,14±,93	-0,05±,25	0,544
Z^{-1}_3	0,22±,55	0,06±,28	0,299
Z^1_3	0,15±,80	0,03±,37	0,750
Z^3_3	-0,18±,97	0,04±,63	0,988
Z^{-4}_4	0,07±,66	-0,07±,25	0,343
Z^{-2}_4	-0,06±,35	0,02±,17	0,539
Z^0_4	0,48±,37	0,63±,25	0,072
Z^2_4	-0,10±,35	-0,04±,19	0,510
Z^4_4	0,18±,69	0,01±,27	0,268
Z^{-5}_5	0,09±,30	-0,04±,17	0,150
Z^{-3}_5	-0,04±,20	-0,01±,10	0,897
Z^{-1}_5	0,02±,11	0,00±,09	0,756
Z^1_5	0,05±,28	-0,02±,10	0,400
Z^3_5	0,05±,29	0,00±,09	0,762
Z^5_5	-0,02±,44	-0,04±,17	0,396
Z^0_6	-0,03±,08	-0,03±,04	0,733
Koma	0,72±,62	0,37±,27	0,009
Trefoil	1,08±,81	0,40±,55	<0,001
Sekonder astigmatizma	0,36±,36	0,20±,15	0,041
Kuadrifoil	0,65±,71	0,30±,22	0,060
RMS3	1,35±,90	0,58±,58	<0,001
RMS4	1,02±,71	0,77±,24	0,187
RMS5	0,52±,49	0,25±,18	0,004
Total RMS	2,83±1,90	1,60±,87	<0,001

*Mann Whitney U testi yapılmıştır.

**Değerlerin birimi mikrondur.

Sağlam gözün Z^1_3 ($p=0,010$), Z^0_4 ($p=0,011$), koma ($p<0,001$), trefoil ($p<0,001$), sekonder astigmatizma ($p<0,001$), kuadrifoil ($p<0,001$), RMS3 ($p<0,001$), RMS4 ($p<0,001$), RMS5 ($p<0,001$) ve total RMS değerleri ($p<0,001$) DMEK sonrası gözlerin değerlerinden anlamlı şekilde düşük bulundu. Sağlam gözün Z^4_4 değeri DMEK sonrası gözlerin değerinden anlamlı şekilde yüksek bulundu. ($p=0,007$) (Tablo 4.13.).

Tablo 4.13. Sağlıklı göz ile DMEK’li gözün ameliyat sonrası Zernike polinomunda 6 mm’de arka yüzey bulgularının karşılaştırılması

	DMEK’li Gözler	Sağlam Gözler	p^*
	Ort $\pm$ SS	Ort $\pm$ SS	
Z^{-3}_3	0,09 $\pm$ 2,50	-0,04 $\pm$ 1,13	0,666
Z^{-1}_3	0,17 $\pm$ 1,30	0,04 $\pm$,49	0,883
Z^1_3	0,71 $\pm$ 2,13	-0,35 $\pm$,92	0,010
Z^3_3	0,09 $\pm$ 2,42	-0,02 $\pm$ 1,04	0,724
Z^{-4}_4	0,39 $\pm$ 1,38	-0,05 $\pm$,64	0,458
Z^{-2}_4	0,08 $\pm$ 1,33	0,02 $\pm$,31	0,575
Z^0_4	1,23 $\pm$ 1,23	0,84 $\pm$,40	0,011
Z^2_4	-0,53 $\pm$ 1,16	-0,32 $\pm$,37	0,969
Z^4_4	-0,38 $\pm$ 1,65	0,57 $\pm$,75	0,007
Z^{-5}_5	0,12 $\pm$,91	0,21 $\pm$,44	0,692
Z^{-3}_5	-0,09 $\pm$,58	0,08 $\pm$,36	0,092
Z^{-1}_5	0,03 $\pm$,71	-0,02 $\pm$,22	0,514
Z^1_5	-0,17 $\pm$,69	0,04 $\pm$,28	0,143
Z^3_5	-0,12 $\pm$ 1,20	0,07 $\pm$,29	0,339
Z^5_5	0,01 $\pm$ 1,62	0,09 $\pm$,49	0,471
Z^0_6	-0,07 $\pm$,35	-0,03 $\pm$,12	0,439
Koma	2,01 $\pm$ 1,59	0,88 $\pm$,63	<0,001
Trefoil	3,10 $\pm$ 1,31	1,30 $\pm$,78	<0,001
Sekonder astigmatizma	1,53 $\pm$ 1,02	0,46 $\pm$,35	<0,001
Kuadrifoil	1,92 $\pm$ 1,09	0,99 $\pm$,53	<0,001
RMS3	3,68 $\pm$ 1,56	1,64 $\pm$,85	<0,001
RMS4	3,09 $\pm$ 1,10	1,51 $\pm$,40	<0,001
RMS5	2,10 $\pm$ 1,02	0,77 $\pm$,47	<0,001
Total RMS	8,43 $\pm$ 2,65	3,88 $\pm$ 1,46	<0,001

*Mann Whitney U testi yapılmıştır.

**Değerlerin birimi mikrondur.

Sağlam gözün ön yüzey 4 mmdeki koma değeri ($p<0,001$), trefoil ($p<0,001$), sekonder astigmatizma ($p<0,001$), quadrifoil ($p<0,001$), RMS3 ($p<0,001$), RMS4 ($p<0,001$), RMS5 ($p<0,001$) ve total RMS değerleri ($p<0,001$) DMEK sonrası gözün değerlerinden anlamlı şekilde düşük bulundu. (Tablo 4.14.).

Tablo 4.14. DMEK’li göz ile sağlıklı gözün ameliyat sonrası Zernike polinomunda 4 mm’de ön yüzey bulgularının karşılaştırılması

	DMEK’li Gözler	Sağlam Gözler	p*
	Ort±SS	Ort±SS	
Z^{-3}_3	0,11±,55	-0,01±,21	0,739
Z^{-1}_3	0,07±,30	0,02±,19	0,660
Z^1_3	0,06±,79	0,04±,16	0,976
Z^3_3	-0,15±,76	0,02±,32	0,739
Z^{-4}_4	0,02±,28	-0,01±,13	0,750
Z^{-2}_4	-0,02±,17	0,01±,08	0,628
Z^0_4	0,17±,14	0,21±,09	0,077
Z^2_4	-0,04±,13	-0,01±,07	0,485
Z^4_4	0,09±,28	0,02±,10	0,339
Z^{-5}_5	0,03±,09	-0,01±,05	0,100
Z^{-3}_5	-0,01±,06	0,00±,03	0,903
Z^{-1}_5	0,01±,03	-0,01±,08	0,704
Z^1_5	0,02±,09	0,00±,03	0,321
Z^3_5	0,02±,08	0,00±,03	0,363
Z^5_5	-0,01±,13	-0,01±,05	0,430
Z^0_6	-0,01±,02	0,00±,01	0,832
Koma	0,57±,63	0,20±,15	<0,001
Trefoil	0,65±,69	0,24±,30	<0,001
Sekonder astigmatizma	0,16±,14	0,08±,06	0,002
Kuadrifoil	0,30±,26	0,14±,09	0,003
RMS3	0,93±,86	0,33±,31	<0,001
RMS4	0,43±,27	0,29±,09	0,038
RMS5	0,16±,14	0,08±,08	0,007
Total RMS	1,52±1,23	0,71±,43	<0,001

*Mann Whitney U testi yapılmıştır.

**Değerlerin birimi mikrondur.

Sağlam gözün Z^{-1}_3 ($p=0,017$), Z^0_4 ($p=0,019$), koma ($p<0,001$), trefoil ($p<0,001$), sekonder astigmatizma ($p<0,001$), kuadrifoil değeri ($p<0,001$), RMS3 ($p<0,001$), RMS4 ($p<0,001$), RMS5 ($p<0,001$) ve Total RMS ($p<0,001$) DMEK sonrası gözün değerlerinden anlamlı şekilde düşük bulundu. Sağlam gözün Z^4_4 değeri DMEK sonrası gözün değerinden anlamlı şekilde yüksek bulundu. ($p=0,005$) (Tablo 4.15.).

Tablo 4.15. DMEK’li göz ile sağlıklı gözün ameliyat sonrası Zernike polinomunda 4 mm de arka yüzey bulgularının karşılaştırılması

	DMEK’li Gözler	Sağlam Gözler	p*
	Ort±SS	Ort±SS	
Z^{-3}_3	0,27±1,83	-0,20±1,09	0,310
Z^{-1}_3	-0,08±1,51	0,04±,46	0,988
Z^1_3	0,64±1,71	-0,21±,68	0,017
Z^3_3	-0,16±2,51	-0,11±,75	0,952
Z^{-4}_4	0,11±,67	-0,04±,30	0,733
Z^{-2}_4	0,06±,67	0,02±,18	0,249
Z^0_4	0,45±,68	0,28±,23	0,019
Z^2_4	-0,14±,76	-0,19±,22	0,797
Z^4_4	-0,15±,79	0,34±,36	0,005
Z^{-5}_5	-0,05±,52	0,06±,13	0,565
Z^{-3}_5	-0,03±,17	0,02±,10	0,055
Z^{-1}_5	0,01±,22	-0,01±,07	0,426
Z^1_5	-0,02±,20	0,02±,08	0,214
Z^3_5	-0,06±,45	0,02±,09	0,289
Z^5_5	0,00±,51	0,02±,15	0,462
Z^0_6	-0,01±,07	-0,01±,02	0,797
Koma	1,83±1,47	0,65±,52	<0,001
Trefoil	2,63±1,61	1,03±,85	<0,001
Sekonder astigmatizma	0,83±,58	0,28±,20	<0,001
Kuadrifoil	0,93±,48	0,52±,25	<0,001
RMS3	3,39±1,87	1,29±,90	<0,001
RMS4	1,52±,59	0,72±,23	<0,001
RMS5	0,71±,58	0,23±,14	<0,001
Total RMS	5,50±2,57	2,24±1,13	<0,001

*Mann Whitney U testi yapılmıştır.

**Değerlerin birimi mikrondur.

DMEK yapılan gözde 6mm'deki ölçümlerde Z^{-1}_3 ($p=0,045$), Z^0_4 ($p<0,001$), koma ($p=0,006$), trefoil ($p<0,001$), sekonder astigmatizma ($p<0,001$), kuadrifoil ($p<0,001$), RMS3 ($p<0,001$), RMS4 ($p<0,001$), RMS5 ($p<0,001$) ve total RMS ($p<0,001$) ile yapılan ölçümlerden anlamlı şekilde yüksek; Z^0_6 ($p=0,033$) ise anlamlı şekilde düşük bulundu. (Tablo 4.16.).

Tablo 4.16. DMEK yapılan gözlerde ön yüzey 6 mm ile 4 mm'den yapılan ölçümlerin değerlerinin karşılaştırılması

	6 mm	4 mm	p*
	Ort±SS	Ort±SS	
Z^{-3}_3	0,14±,93	0,11±,55	0,651
Z^{-1}_3	0,22±,55	0,07±,30	0,045
Z^1_3	0,15±,80	0,06±,79	0,064
Z^3_3	-0,18±,97	-0,15±,76	0,829
Z^{-4}_4	0,07±,66	0,02±,28	0,565
Z^{-2}_4	-0,06±,35	-0,02±,17	0,434
Z^0_4	0,48±,37	0,17±,14	<0,001
Z^2_4	-0,10±,35	-0,04±,13	0,344
Z^4_4	0,18±,69	0,09±,28	0,349
Z^{-5}_5	0,09±,30	0,03±,09	0,229
Z^{-3}_5	-0,04±,20	-0,01±,06	0,387
Z^{-1}_5	0,02±,11	0,01±,03	0,813
Z^1_5	0,05±,28	0,02±,09	0,552
Z^3_5	0,05±,29	0,02±,08	0,688
Z^5_5	-0,02±,44	-0,01±,13	0,245
Z^0_6	-0,03±,08	-0,01±,02	0,033
Koma	0,72±,62	0,57±,63	0,006
Trefoil	1,08±,81	0,65±,69	<0,001
Sekonder astigmatizma	0,36±,36	0,16±,14	<0,001
Kuadrifoil	0,65±,71	0,30±,26	<0,001
RMS3	1,35±,90	0,93±,86	<0,001
RMS4	1,02±,71	0,43±,27	<0,001
RMS5	0,52±,49	0,16±,14	<0,001
Total RMS	2,83±1,90	1,52±1,23	<0,001

*Wilcoxon analizi yapılmıştır.

**Değerlerin birimi mikrondur.

DMEK yapılan gözde 6mm ile yapılan ölçümlerde Z^0_4 ($p<0,001$), koma ($p=0,006$), trefoil ($p<0,001$), sekonder astigmatizma ($p<0,001$), kuadrifoil ($p<0,001$), RMS3 ($p<0,001$), RMS4 ($p<0,001$), RMS5 ($p<0,001$) ve total RMS ($p<0,001$) 4mm'deki ölçümlerden anlamlı şekilde yüksek; Z^2_4 ($p=0,017$) ise anlamlı şekilde düşük bulundu. (Tablo 4.17).

Tablo 4.17. DMEK yapılan gözlerde arka yüzeyde 6 mm ile 4 mm'deki ölçümlerin değerlerinin karşılaştırılması

	6 mm	4 mm	p*
	Ort±SS	Ort±SS	
Z^{-3}_3	0,09±2,50	0,27±1,83	0,738
Z^{-1}_3	0,17±1,30	-0,08±1,51	0,430
Z^1_3	0,71±2,13	0,64±1,71	0,219
Z^3_3	0,09±2,42	-0,16±2,51	0,848
Z^{-4}_4	0,39±1,38	0,11±,67	0,079
Z^{-2}_4	0,08±1,33	0,06±,67	0,845
Z^0_4	1,23±1,23	0,45±,68	<0,001
Z^2_4	-0,53±1,16	-0,14±,76	0,017
Z^4_4	-0,38±1,65	-0,15±,79	0,336
Z^{-5}_5	0,12±,91	-0,05±,52	0,430
Z^{-3}_5	-0,09±,58	-0,03±,17	0,294
Z^{-1}_5	0,03±,71	0,01±,22	0,805
Z^1_5	-0,17±,69	-0,02±,20	0,133
Z^3_5	-0,12±1,20	-0,06±,45	0,629
Z^5_5	0,01±1,62	0,00±,51	0,544
Z^0_6	-0,07±,35	-0,01±,07	0,123
Koma	2,01±1,59	1,83±1,47	0,012
Trefoil	3,10±1,31	2,63±1,61	0,001
Sekonder astigmatizma	1,53±1,02	0,83±,58	<0,001
Kuadrifoil	1,92±1,09	0,93±,48	<0,001
RMS3	3,68±1,56	3,39±1,87	0,001
RMS4	3,09±1,10	1,52±,59	<0,001
RMS5	2,10±1,02	0,71±,58	<0,001
Total RMS	8,43±2,65	5,50±2,57	<0,001

*Wilcoxon analizi yapılmıştır.

**Değerlerin birimi mikrondur.

Sağlam gözde 6 mm'deki ölçümlerde Z^0_4 ($p<0,001$), koma ($p=0,006$), trefoil ($p=0,001$), sekonder astigmatizma ($p<0,001$), kuadrifoil ($p<0,001$), RMS3 ($p<0,001$), RMS4 ($p<0,001$), RMS5 ($p<0,001$) ve total RMS ($p<0,001$) 4mm'deki ölçümlerden anlamlı şekilde yüksek; Z^0_6 ($p=0,001$) ise anlamlı şekilde düşük bulunmuştur (Tablo 4.18.).

Tablo 4.18. Sağlam gözlerde ön yüzeyde 6 mm ile 4 mm'deki ölçümlerin değerlerinin karşılaştırılması

	6 mm	4 mm	p*
	Ort±SS	Ort±SS	
Z^{-3}_3	-0,05±,25	-0,01±,21	0,078
Z^{-1}_3	0,06±,28	0,02±,19	0,399
Z^1_3	0,03±,37	0,04±,16	0,604
Z^3_3	0,04±,63	0,02±,32	0,829
Z^{-4}_4	-0,07±,25	-0,01±,13	0,053
Z^{-2}_4	0,02±,17	0,01±,08	0,741
Z^0_4	0,63±,25	0,21±,09	<0,001
Z^2_4	-0,04±,19	-0,01±,07	0,559
Z^4_4	0,01±,27	0,02±,10	0,469
Z^{-5}_5	-0,04±,17	-0,01±,05	0,150
Z^{-3}_5	-0,01±,10	0,00±,03	0,381
Z^{-1}_5	0,00±,09	-0,01±,08	0,837
Z^1_5	-0,02±,10	0,00±,03	0,177
Z^3_5	0,00±,09	0,00±,03	0,854
Z^5_5	-0,04±,17	-0,01±,05	0,358
Z^0_6	-0,03±,04	0,00±,01	0,001
Koma	0,37±,27	0,20±,15	<0,001
Trefoil	0,40±,55	0,24±,30	0,001
Sekonder astigmatizma	0,20±,15	0,08±,06	<0,001
Kuadrifoil	0,30±,22	0,14±,09	<0,001
RMS3	0,58±,58	0,33±,31	<0,001
RMS4	0,77±,24	0,29±,09	<0,001
RMS5	0,25±,18	0,08±,08	<0,001
Total RMS	1,60±,87	0,71±,43	<0,001

*Wilcoxon analizi yapılmıştır.

**Değerlerin birimi mikrondur.

Sağlam gözde 6 mm'deki ölçümlerde Z^{-3}_4 ($p<0,001$), Z^{-4}_4 ($p=0,006$), Z^{-5}_5 ($p=0,008$), koma ($p=0,003$), trefoil ($p<0,001$), sekonder astigmatizma ($p<0,001$), kuadrifoil ($p<0,001$), RMS3 ($p<0,001$), RMS4 ($p<0,001$), RMS5 ($p<0,001$) ve total RMS ($p<0,001$) 4 mm'den yapılan ölçümlerden anlamlı şekilde yüksek; Z^{-2}_4 ($p=0,005$) ise anlamlı şekilde düşük bulundu. (Tablo 4.19.).

Tablo 4.19. Sağlam gözde arka yüzeyde 6 mm ile 4 mm değerlerinin karşılaştırılması

	6 mm	4 mm	p*
	Ort±SS	Ort±SS	
Z^{-3}_3	-0,04±1,13	-0,20±1,09	0,829
Z^{-1}_3	0,04±,49	0,04±,46	0,721
Z^1_3	-0,35±,92	-0,21±,68	0,163
Z^3_3	-0,02±1,04	-0,11±,75	0,163
Z^{-4}_4	-0,05±,64	-0,04±,30	0,974
Z^{-2}_4	0,02±,31	0,02±,18	0,991
Z^0_4	0,84±,40	0,28±,23	<0,001
Z^2_4	-0,32±,37	-0,19±,22	0,005
Z^4_4	0,57±,75	0,34±,36	0,006
Z^{-5}_5	0,21±,44	0,06±,13	0,008
Z^{-3}_5	0,08±,36	0,02±,10	0,316
Z^{-1}_5	-0,02±,22	-0,01±,07	0,922
Z^1_5	0,04±,28	0,02±,08	0,737
Z^3_5	0,07±,29	0,02±,09	0,234
Z^5_5	0,09±,49	0,02±,15	0,352
Z^0_6	-0,03±,12	-0,01±,02	0,210
Koma	0,88±,63	0,65±,52	0,003
Trefoil	1,30±,78	1,03±,85	<0,001
Sekonder astigmatizma	0,46±,35	0,28±,20	<0,001
Kuadrifoil	0,99±,53	0,52±,25	<0,001
RMS3	1,64±,85	1,29±,90	<0,001
RMS4	1,51±,40	0,72±,23	<0,001
RMS5	0,77±,47	0,23±,14	<0,001
Total RMS	3,88±1,46	2,24±1,13	<0,001

*Wilcoxon analizi yapılmıştır.

**Değerlerin birimi mikrondur.

5. TARTIŞMA

Keratoplasti tüm dünyada en sık yapılan solid doku transplantasyonudur(28). Kornenanın tam kat olarak değiştirildiği PK, ilk uygulanmasından bu yana yıllar içinde en çok uygulanan ve en çok tecrübeye sahip olunan yöntemdir. PK zamanla görsel prognozunun tatmin edici sonuçlar vermemesiyle birlikte diğer keratoplasti tiplerine göre daha fazla komplikasyonla karşılaşmanın neticesinde popülerliğini kaybetmiş ve lameller cerrahi yöntemleri ön plana çıkmıştır. Lameller keratoplastide korneanın sağlam olan katmanı bırakılırken patolojik olan katman değiştirilmektedir (5,126). Endotel tabakasının sağlam olduğu kornea patolojilerinde DALK uygulanmaktadır. Bu cerrahide daha az süreyle steoid kullanımı olması, ret reaksiyonunun daha az sıklıkla görülmesi gibi nedenlerden dolayı PK'ye göre daha avantajlı konuma gelmiştir (5,42,47,126). PBK tedavisinde altın standart tedavi yöntemi hala keratoplastidir. Endotelyal keratoplastiler yapılmaya başlanmadan önce PK tek tedavi seçeneği iken, günümüzde DSAEK ve DMEK uygun vakalarda tercih edilmektedir (5,126). Yapılan çeşitli çalışmalarda da PK'nin kontrol gruplarıyla karşılaştırıldığında daha fazla yüksek sıralı aberasyonlara neden olduğu gösterilmiştir. Bu duruma alıcıyla donör dokunun birbirinden farklı eğriliklere sahip olması, donör dokunun alıcı yatakla kalınlık ve çap farkının olması, sütürlerin varlığı nedeniyle dokuyu sıkıştırması ve yara iyileşmesinin etkilerinin neden olduğu düşünülmüştür (127–129). Endotel ve Descemet membran patolojilerinde ise DLEK, DMEK, DSAEK gibi cerrahi teknikler uygulanmıştır. Bu tip cerrahilerin PK'ya bağlı sütür komplikasyonlarının olmaması, greftte ret reaksiyonlarının PK'ya göre oldukça düşük olması ve daha hızlı görsel rehabilitasyon gibi avantajları mevcuttur. Böylece bu cerrahiler PK'nın yerini almaya başlamışlardır (3,11,65,130). DLEK'te alıcı yatağın ve donör dokunun manuel olarak diseksiyonunun zor olması ve diseke edilirken eşit miktarda olmaması gibi sorunlarla karşılaşılabilir. Ancak DSAEK'te diseksiyonu yapan otomatik bir mikrokeratom bulunur (6). Birkaç büyük çalışmada; deneyimli cerrahlar tarafından yapılan DSAEK'in postoperatif astigmatizma ve görsel prognoz bakımından PK'ya üstün olduğunu gösterilmiştir (29,131,132). Aynı zamanda yapılan başka çalışmalarda da yüksek sıralı aberasyonlarda hem 4 mm hem 6 mm'de ön ve arka kornea yüzeyinde DSAEK ve PK karşılaştırılmış ve PK'nın daha fazla yüksek sıralı aberasyonlara neden

olduğu görülmüştür (128). Başka bir araştırmada da PK, DMEK, DSAEK yapılan gözler karşılaştırılmış ve hem 4 mm’de hem de 6 mm’de kornea ön yüzeyinde PK’nın diğer cerrahilere göre daha fazla yüksek sıralı aberasyonlara neden olduğu görülmüştür. Aynı çalışmada DMEK, PK ile karşılaştırılmış ve arka kornea yüzeyinde 4 mm’lik optik zonda sferik aberasyon hariç diğer bütün yüksek sıralı aberasyonlarda daha düşük değerler görülmüştür. Aynı çalışmada DMEK; DSAEK’e göre korneanın arka yüzeyindeki 4 mm’lik optik zon içerisinde koma ve koma benzeri hariç diğer tüm yüksek sıralı aberasyonlarda daha düşük değer bulunmuştur (128). Ancak DSAEK’te posterior stromanın da nakledilmesi sonucu kornea kalınlığı artar ve görsel prognoz bu durumdan olumsuz etkilenir. Yapılan küçük çaplı araştırmalar incelendiğinde DSAEK’in görsel prognozu kornea kalınlığı ile ters orantılı olduğu görülmüştür (7). Hatta korneaya eklenen bu posterior stroma yüksek sıralı aberasyonlara neden olur ve yüksek sıralı aberasyonlar da gözlükle düzeltilmesi mümkün değildir. Birçok hastada DSAEK’ten sonra yüksek sıralı aberasyonlar meydana geldiği gösterilmiştir (133–135). Hatta yapılan bir çalışmada DSAEK yapılan hastaların takip süreleri DMEK yapılan hastaların takip sürelerinden çok daha fazla olmasına rağmen görme keskinliklerinin DMEK hastalarında daha fazla olduğu göstermiştir (136). Yakın zamanda geliştirilen DMEK ise Descemet membran-endotel kompleksi tabakasının transplantasyonunu gündeme getirmiştir (3,29,137–139). Yapılan DMEK cerrahisi sonrası ortaya çıkan korneal ve oküler değişiklikler yapılan çeşitli çalışmalarda ifade edilmiştir (140–144). Önceki birçok çalışma, 6 veya 12 aylık gözlem periyotlarında görme keskinliğini ve kornea topografik parametrelerdeki değişiklikleri değerlendirmiş ve bunları karşılaştırmıştır (145–148). Çok az bir çalışma takip edilen süre boyunca topografik değişikliklerin dinamiklerini değerlendirmiştir (149). Yapılan çalışmalarda DMEK; DSAEK ile karşılaştırıldığında muhtemelen arka yüzeyde minimal değişikliklere neden olması ve daha az yüksek sıralı aberasyonlara neden olmasıyla daha iyi görsel prognoza sahip olduğu gösterilmiştir (3,133,136). Çünkü DMEK’te kullanılan Descemet membran-entotel kompleksi, korneanın posterior kurvatürüne daha iyi uyum sağlar ve bu dokunun stroma ihtiva etmemesi de düzensizlik oluşmasını ve buna bağlı olarak da aberasyonların meydana gelmesini engeller (134,150,151). DMEK sonrası meydana gelen optik sistemdeki değişiklikleri anlayabilmek için korneal yüksek sıralı aberasyonları da analiz etmek gerektiği birçok

yazar tarafından ifade edilmiştir (136,137,152). Ayrıca DMEK tekniği ile cerrahi yapılırken mikrokeratom veya femtosaniye lazer gibi pahalı ve özel ekipmanlara ihtiyaç olmaması da önemli bir avantaj olarak görülebilir. Yapılan birçok çalışmada DMEK'in diğer lameller cerrahiden birçok yönden üstün olduğunu gösterse de (11,153) bu cerrahide de yol alınması gereken birçok nokta mevcuttur. Bu cerrahi henüz standardize edilememekle birlikte greftin yapışma mekanizması belirsizliğini korumaktadır. Ayrıca cerrahi yapılırken endotel hücre kaybının yüksek olması da bir sorun olarak görülmektedir. Ayrıca cerrahinin öğrenme sürecinin uzun olması, donör hazırlamada özellikle ilk yıllarda yaşanan zorluklar gibi nedenler DMEK'in uygulanmasını sınırlayan faktörlerden olmuştur (154).

Çalışmamız kapsamında bir gözüne DMEK diğer gözüne herhangi bir keratoplasti yapılmamış toplamda 30 hastanın sağlam ve hasta olan gözü olmak üzere 60 göz dahil edildi. Bu 30 gözün 15'i erkek 15'i kadındı. Yaş ortalaması ise $68,0 \pm 13,5$ olarak bulundu. Bu sonuçlar yapılan diğer çalışmalarla benzer özellikteydi (114, 128, 155, 156). Çalışmamıza genellikle katarakt cerrahisi sonrası gelişen PBK'lı hastalar dahil edildi. Bu da ortalama yaşın yüksek olmasının nedenini açıklamaktadır. Literatürde ise genellikle FED nedeniyle yapılan DMEK bulunmaktadır (114,156). Aslında iki hastalık da farklı patofizyolojik yollardan da olsa yaklaşık aynı yaş grubunda ortaya çıkmaktadır.

Çalışmamızda hasta gözün DMEK öncesi ve sonrası görme keskinliklerinde anlamlı bir artış bulduk ($EIDGK=0,30 \log MAR$). Yapılan çalışmalarda DMEK cerrahisi sonrası altı ay sonraki kontrollerde $EIDGK$ 0,04 ile 0,16 $\log MAR$ arasında değişmektedir (76,144,157–159). Müftüoğlu ve ark. yapmış oldukları çalışmada DSAEK yapılan 28 gözün postoperatif görme keskinlikleri 0,28 $\log MAR$ olarak bildirmişlerdir (128). Aynı çalışmalarda preoperatif görme keskinlikleri 0,36 ile 0,57 $\log MAR$ arasında değişmektedir. Bizim çalışmamızda preoperatif görme keskinliği 1,05 $\log MAR$ olarak bulundu. Çalışmamızda görme keskinliklerinin preoperatif ve nihai sonuçlarının daha düşük olmasının en önemli nedenleri glokoma bağlı optik sinir hasarı ve büllöz keratopatinin uzun süre devam etmesine bağlı kistoid maküla ödemidir. Yapılan bazı çalışmalarda da preoperatif olarak görme keskinlikleri postoperatif görme keskinliğine etkisinin olduğu yönündedir. Şöyle ki; preoperatif düşük görme keskinliğine sahip olan gözlerin postoperatif de görme keskinliklerinin

düşük olduğu gösterilmiştir (155,160,161). Bu nedenle yazarlar endotelyal keratoplasti planlanan hastaları erken evrede cerrahilerini tamamlamak, postoperatif görme keskinlikleri açısından önem arz ettiğini belirtmişlerdir.

Cerrahi sonrası K1, K2, Kmax değerlerinde anlamlı bir değişiklik saptamadık. Yapılan bir çalışmada keratometri değerlerinde bizim sonucumuzu destekler nitelikteydi. Kuligowska ve ark. yapmış olduğu çalışmada küçük zonlarda keratometri değerlerinde değişiklik olmazken sadece 6 mm'deki zonda belirgin düzleşme görüldüğünü ifade etmişlerdir (156). Yapılan başka bir çalışmada DMEK geçiren olgularda 1 mm, 2 mm, 3 mm'de Ksim değerleri incelenmiş ancak herhangi bir değişiklik saptanmamıştır. Daha büyük korneal zonlarda ise anlamlı derecede düzleşme olduğu görülmüştür (162). Buradan yola çıkarak DMEK'in ön ve toplam keratometri değerlerine bir etkisinin olmadığı sonucuna varılabilir.

Çalışmamızda preoperatif $673,87 \pm 141,47 \mu$ olan kornea kalınlığının postoperatif $518,23 \pm 65,61 \mu$ 'a düştüğünü tespit ettik. Yapılan çeşitli çalışmalarda bu sayıları destekler nitelikteydi. Çalışmalar DMEK öncesi korneal kalınlığı 629-680 μ , DMEK sonrası 525-535 μ aralığında olduğu göstermektedir (141,156-158). Brockmann ve ark. yaptıkları çalışmada ise kornea kalınlığı 625 μ 'dan daha fazla olan hastaların 1 yıllık takiplerinin sonunda kornea kalınlıklarının diğer hastalara göre daha fazla olduğunu bulmuştur (144). Bu yapılan çeşitli çalışmalardaki gözlemlerle de desteklenmiştir (156).

Çalışmamızda DMEK'in ön kamara derinliğinde, ön kamara hacminde ve ön kamara açısında bir değişikliğe neden olmadığını tespit ettik. Hosny ve ark. yaptığı çalışmada da bunu destekler niteliktedir (163). Yaptığımız çalışmada kornea hacminde istatistiksel anlamda azalma olduğu sonucuna vardık. Bu durum beklenen bir sonuç olarak değerlendirilebilir. PBK nedeniyle takip edilen ve ödemli bir korneanın Descemet membran-endotel kompleksinin sağlıklı Descemet membran-endotel kompleksi ile değişmesi sonrasında endotel tabakasının aktif pompa sisteminin çalışmasıyla kornea ödemi azalır, bunun sonucunda da kornea hacmi azaldığını düşünmekteyiz. Literatürde bununla ilgili güncel araştırmalara rastlayamadık.

DMEK öncesinde ve sonrasında q değerlerinde anlamlı bir değişiklik gözlemlemedik. Aslında bu değişikliğin olmaması normal olarak değerlendirilebilir.

Çünkü DMEK korneanın arka yüzeyi yani Descemet membran ve endotel tabakasının değiştirildiği cerrahidir. Q değeri korneanın eğiminin ölçülmesiyle elde edilir ve normal değerleri -1 ile 0 arasındadır (99). Machalinska ve ark. 24 gözü DMEK sonrası retrospektif olarak incelemişler ve yapmış oldukları çalışmada DMEK'in kornea ön yüzey ve toplam keratometri değerlerinde anlamlı bir değişikliğe neden olmadığını göstermişlerdir (156).

Çalışmamızda preoperatif ve postoperatif arka keratometri değerlerini karşılaştırmadık. Bunun sebebi; preoperatif korneanın ödeme bağlı kalın ve opak olması nedeniyle arka yüzeyden elde edilen verilerin güvenilir olmamasıdır. Machalinska ve ark. yapmış olduğu, DMEK hastalarını 1, 3, 6 ve 12. aylarda takip eden bir çalışmada arka keratometri değerlerinde 1. ayda bazal değerlere göre belirgin bir azalma, 3. ayda 1. aya göre anlamlı bir artış gözlenmiştir. 6. ayda bu artışın giderek arttığı gösterilmiş, 12. ayda ise 6. ayla belirgin bir fark olmadığı tespit edilmiştir (156). Bu şekilde olmasının nedenin alıcı yatağın çapının donör grefti çapından daha büyük olmasına bağlı olarak perifer bölgelerde endotel tabakasız alanın kalması ve buna bağlı olarak kornea arka yüzünün dikleşmesidir. Ancak zaman içerisinde endotel hücrelerinin periferdeki boşlukları doldurması, periferik ödemin gerilemesi ve arka kornea yüzeyinin düzleşmesine yol açtığı düşünülmektedir (156). DMEK sonrası erken dönemde kornea arka yüzeyde perifer ödemliken santral incelmıştır ve bu da arka kornea yüzeyinde dikleşmeye ve ön kornea yüzeyinde düzleşmeye neden olur ki böylece hiperopik kayma meydana gelir. İlerleyen zamanlarda hiperopik kayma azalır, ancak preoperatif döneme göre varlığını devam ettirir (150). Ham ve ark. 50 göz üzerinde yapmış oldukları çalışmada DMEK'ten sonraki 6 ay içerisinde $+0.32 \pm 1.01$ D'lik bir hiperopik kaymanın varlığını göstermişlerdir (164). Hatta yapılan başka bir çalışmada da santral korneası daha düz, oblate posterior kornealara sahip olan gözlerin diğer gözlere göre hiperopik kaymaya daha yatkın olduklarını göstermiştir (165). Çalışmamızda ön keratometri değerlerinde preoperatif ve postoperatif değerler arasında bir değişiklik gözlemlenmedi. Yapılan çeşitli çalışmalar da bunu destekler nitelikteydi (149,156). Kown ve ark. yaptığı araştırmaya göre DMEK'in korneanın ön yüzeyinde değişiklik yapmadığını, arka kornea yüzeyinin de öne doğru geldiğini göstermiştir (149). Alnawaised ve ark. yaptığı çalışmaya bakıldığında DMEK'in ön kornea yüzeyinde bir değişiklik olmadığını arka yüzeyde ise yaklaşık 1 D'lilik kırma

gücünde azalma meydana geldiğini göstermiştir (162). Bundan ötürü yazarlar kombine DMEK yapılan gözlerde hedeflenen refraksiyondan 0,5 D çıkarılması gerektiğini, böylece istenmeyen hipermetropinin bu şekilde azaltılabileceğini savunmaktadır (165). Bu çalışmaların üzerine yapılan bir çalışmada (Campbell ve ark.) DMEK ve katarakt cerrahisinin birlikte uygulandığı gözlerde farklı GİL formüllerinin ve Haigis formülünün refraktif olarak doğruluğunu değerlendirmişlerdir (166).

Çalışmamızda preoperatif ve postoperatif ön yüzey astigmatizmasında anlamlı bir değişiklik görülmedi. Ancak yapılan bir çalışmada 3. aydan itibaren arka astigmatizmada azalma görüldüğü bildirilmiştir. Özellikle 6. aydan 12. aya kadar astigmatizmada değişiklik olmadığını, 3 mm ve 6 mm optik zonda ön ve arka korneal yüzey astigmatizmasının benzer şekilde azaldığını gözlemlemişlerdir (156). Bizim çalışmamızla bu çalışmanın uyuşmamasının nedeni çalışmamızda hastaları en iyi görme keskinliklerine ulaştıkları zamanki topografilerini baz almış olmamız olabilir. Yapılan yukarıdaki çalışmaların aksine Gundlach ve ark. 3-12. ay arasında astigmatizmada artma tespit ederken (167). Guerra ve ark. 136 gözü içeren çalışmada astigmatizmada istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik tespit edemediler (168). Shajari ve ark. yayınladığı çalışmada FED tanısı almış olan hastalarda DMEK'ten sonra meydana gelen korneal astigmatizmanın tahmin edilemez olduğunu savunmuşlardır (169). Bu çalışmalardaki tutarsızlığın nedenleri arasında farklı topografi cihazlarının kullanılmış olması, nakledilecek dokunun saklama ve elde edilme koşulları, ameliyatı yapan cerrahın farklı olması olabilir.

Ayrıca çalışmamızda preoperatif ve postoperatif astigmatizma aksında anlamlı bir değişiklik görülmedi. Bu durum yapılan çalışmalarla da benzer özellik göstermekteydi (156).

Çalışmamızda 30 gözden 3 göze ameliyat sonrası ön kamaraya gaz verildi. Rudolph ve ark. yaptığı çalışmada 30 gözden 15'ine bir kere, 4 göze 2 kere, 2 göze ise 3 kez ameliyat sonrası ön kamaraya gaz verildiğini bildirmişlerdir. Ancak en fazla 2 kere gaz verilen gözlerin 4 ve 6 mm'de ön ve arka kornea yüzeyinde diğer DMEK'li hastalara göre yüksek sıralı aberasyonlarında bir değişiklik saptanmamışken 3 kere gaz verilen gözlerde koma ve koma benzeri aberasyonların arttığını tespit etmişlerdir. Bu durumun nedeni olarak da 3 kere gaz verildiğinde Descemet membranının rulo haline

gelmesi ve katlantılar oluřturması sonucu posterior stromaya yapıřmasının azalması olduđu dűřünülmektedir. Yazarlar DMEK'te DSEK'e gűre daha fazla űn kamaraya gaz verdiklerini belirtmiřler bunun da nedenin Descemet membran-endotel kompleksinin posterior stromaya daha az kuvvette yapıřması olduđunu dűřünműşlerdir (136) . Műftűođlu ve ark. yaptıđı çalıřmada 29 DSAEK'li gűzden 2 tanesine űn kamaraya gaz verilmiř ve yapılan arařtırmada gaz vermenin aberasyonlara etkisinin olmadıđı gűrűřűnű bildirilmiřtir. Ancak hasta sayısının sınırlı olması bu dűřűnceyi genele yaymayı engellemektedir (128).

Çalıřmamız kapsamında elde edilen verilere bakacak olursak DMEK geçirmiř gűz ile sađlam gűz arasında DMEK'li gűzűn gűrme keskinliđi ve űn yűzey K1 deđerini sađlam gűze gűre istatistiksel anlamda daha dűřűk bulduk.

Diđer taraftan ise DMEK'li gűzűn űn ve arka yűzey topografik astigmatizma, kornea hacmi, űn kamara derinliđi, űn kamara açısı bakımından sađlam gűze gűre anlamlı bir řekilde daha fazla olduđunu gűzlemledik.

Bizim yaptıđımız çalıřmada Zernike polinomlarında korneanın űn yűzeyinde 4 ve 6 mm'lik optik zonda DMEK'li gűzűn sađlam gűzűyle karřılařtırdıđımızda istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yűksek aberasyon varlıđını tespit ettik. Rudolph ve ark. yapmıř oldukları çalıřma ise 4 ve 6 mm'lik zonda kontrol grubuna gűre DMEK'li gűzlerde kornea űn yűzeyinde yűksek sıralı aberasyonlar açısından anlamlı bir deđiřiklik tespit edememiřlerdir (136). Yamaguchi ve ark. yaptıkları çalıřmada DSAEK sonrası űn yűzey aberasyonlarında kontrol gruba gűre bir deđiřiklik olmadıđını gűsterdiler (170). Műftűođlu ve ark. yapmıř oldukları çalıřmada 29 DSAEK cerrahisinden sonra kontrol grubuna gűre DSAEK yapılan gűzűn űn ve arka kornea yűzeyinde yűksek sıralı aberasyonlarda deđiřiklik gűrűlmemiřtir (128). Ancak bu ű yazarın da ortak olarak ifade ettikleri řey ise űrneklemelerin kűűk olmasına bađlı olarak anlamlı bir fark olmadıđı yűnűndedir. űrneklemeler bűyűtűldűđűnde istatistiksel olarak cerrahi yapılan gűzűn kontrol gűzlere gűre anlamlı bir deđiřikliđin olabileceđi dűřünülmektedir (128,136,170). Van Dijk ve ark. DMEK yapılan 118 gűzű retrospektif olarak incelemiřler ve preoperatif ve postoperatif 6. ayda DMEK'li gűzlerin kontrol grubuna gűre űn kornea yűzeyinde yűksek sıralı aberasyonların daha fazla olduđunu tespit etmiřlerdir (155). Çalıřmamızın yukarıdaki

alışmalara uymamasının nedeni preoperatif hastaların b     keratopati sürelerinin uzun olmasına bağlı olarak kornea endotelindeki fazla sıvının epitel düzensizliklerine ve hatta epitel ödemine yol atığı buna bağlı olarak da normal gözlerle karşılaştırıldığında DMEK’li gözün aberasyonlarının yüksek çıkmasıyla açıklanabilir (160,171). Ayrıca DMEK yapılan hastaların postoperatif tek bir topografik veri kullanmamıza bağlı olarak da bu durum ortaya ıkmyış olabilir düşüncesindeyiz. Uzun dönem verileri değerlendirseydik daha farklı bir sonuç elde edilebileceğimizi düşünmekteyiz. Patel ve ark. yaptığı çalışmada FED nedeniyle DSAEK yapılan gözlerin kontrol gruplarına göre   n kornea yüzeyinde yüksek sıralı aberasyonlar açısından daha yüksek olduğunu tespit etmiştir. Bu durumu ise FED’de bazal epitel hücreleri ile   n stroma hücreleri arasında meydana gelen retiküler fibroblast açının meydana getirdiği yüksek sıralı aberasyonlara bağlamışlardır (114).

Yaptığımız çalışmada kontrol grubu ps  dofakik ve fakik gözlerden oluşmaktadır.   nk   daha önce yapılan çalışmalarda normal gözlerle ps  dofakik gözlerin korneal aberasyonlarında değişiklik olmadığı gözlenmiştir. Patel ve ark. yaptığı çalışmada kontrol gruplarını ps  dofakik ve fakik olarak ayırmışlar ancak yüksek sıralı aberasyonlar açısından anlamlı bir değişiklik olmadığı gösterildikten sonra DSAEK cerrahisi geçiren hastalarla karşılaştırmak ve istatistiksel anlamda daha nesnel bir sonuç elde etmek amacıyla kontrol gruplarını birleştirmişlerdir (114).

Yapılan çeşitli çalışmalarda en iyi düzeltilmiş görme keskinliklerinin   n yüzey aberasyonlarla ilişkili olduğunu ifade ederken bazı çalışmalar ise arka yüzey aberasyonlarla korele olduğunu bildirmişlerdir (114, 128, 136, 155, 172–174).

Çalışmamızda DMEK’li gözlerin sağlıklı gözlere göre istatistiksel olarak tüm yüksek sıralı aberasyonlarda anlamlı ölçüde daha fazla olduğunu tespit ettik. Rudolph ve ark. yaptığı çalışmalar da aynı görüşü desteklemektedir(136). Müftüoğlu ve ark. yapmyış oldukları çalışmada da DSAEK sonrası   n ve arka kornea yüzeyinde hem 4 mm hem de 6 mm optik zonda kontrol grubuna göre daha fazla yüksek sıralı aberasyonların varlığını tespit etmişlerdir (128).

Yaptığımız çalışmada   n kornea yüzeyinde 4 mm optik zondaki yüksek sıralı aberasyonları 6 mm optik zondaki yüksek sıralı aberasyonlarla karşılaştırdık ve anlamlı bir şekilde daha düşük yüksek sıralı aberasyonlara neden olduğunu tespit ettik.

Aynı durum arka kornea yüzeyinde de geçerliydi. Literatürde de Duggan ve ark. yapmış olduğu çalışmalarda da bu durumu destekler nitelikteydi. Duggan ve ark. 38 hastadan toplam 50 gözünün 25'ine DMEK, 25'ine DSAEK uygulamışlardır. Daha sonra gözlerin preoperatif, postoperatif 3. ay, 6. ay, 12. aylarda çektikleri topografi bulgularıyla 4 mm'lik ve 6 mm'lik optik zonda değerlendirmişlerdir. Ortaya çıkan sonuçlarda korneanın ön, arka, total yüzeyleri değerlendirildiğinde 6 mm çaplı optik zondaki aberasyonların tamamının 4 mm çaplı optik zondaki aberasyonlardan daha fazla olduğunu bulmuşlardır (133). Aberasyonların 6 mm'lik optik zonda, 4 mm'lik optik zona göre daha fazla olması aslında şaşırılacak bir durum değildi. Çünkü optik çap arttıkça aberasyonların artması normal olarak değerlendirilir. Patel ve arkadaşlarının FED'li hastalara yaptıkları DSAEK'ten sonra 4 mm, 5 mm, 6 mm optik zonda cerrahi öncesi, cerrahi sonrası 1. ay, 3. ay, 6. ay, 12. ay ve 24. ay takip edilmiş gözlerde optik zon çapı arttıkça aberasyonların da arttığı tespit edilmiştir (114). Aynı şekilde çeşitli çalışmalarda da incelenen optik zonun çapı arttıkça hem arka hem de ön korneal yüzeydeki yüksek sıralı aberasyonların arttığını tespit edilmiştir (128,140). Yaptığımız çalışmada Zernike polinomları tek tek incelendiğinde; DMEK'li göz ile sağlam göz arasında korneanın ön yüzeyinde 4 mm ve 6 mm'lik optik zonda anlamlı bir farklılığın olmadığını gözlemledik. Müftoğlu ve ark. yapmış oldukları çalışma da bu durumu destekler nitelikteydi (128). Yaptığımız çalışmada; DMEK'li göz ile sağlam göz arasında korneanın arka yüzeyinde 4 ve 6 mm'lik optik zonda sağlam göze göre horizontal koma (Z^{-1}_3), sferik aberasyon (Z^0_4), horizontal tetrafoil (Z^4_4) değerlerinin daha yüksek olduğunu gördük. Rudolp ve ark. yaptıkları çalışmada ise Zernike polinomlarındaki veriler tek tek incelenmemiş, sadece sferik aberasyon incelenmiştir. Buna göre sferik aberasyon DMEK'li korneanın arka yüzeyinde 4 ve 6 mm'lik optik zonda istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur. Ancak ön yüzeyde hem 4 mm'de hem de 6 mm'de bir fark tespit edilmemiştir (136).

6. SONUÇ

Çalışmamızda DMEK sonrası meydana gelen yüksek sıralı aberasyonları tespit etmeyi amaçladık.

Yaptığımız çalışmada hastaların ortalama olarak $3,1 \pm 1,8$ cerrahi geçirdiğini, büllöz keratopati sürelerinin $14,6 \pm 9,9$ ay olarak bulduk.

Görme keskinlikleri DMEK yapılan gözde öncesi ($1,05 \pm ,84$ logMAR) ve sonrası ($0,30 \pm ,46$ logMAR) karşılaştırıldığında anlamlı bir artışın olduğunu gözlemledik. Ayrıca kornea kalınlıklarının da $673,87 \pm 141,47$ μ 'dan $518,23 \pm 65,61$ μ 'a düştüğünü tespit ettik. Kornea hacminin de istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde düştüğünü bulduk.

DMEK'li göz ile sağlam gözler karşılaştırıldığında; DMEK'li gözün görme keskinlikleri ve ön yüzey K1 değerinin sağlam göze göre daha az olduğu gördük. Ön ve arka yüzey topografik astigmatizma, kornea hacmi, ön kamara derinliği ve ön kamara açısı değerlerinin de DMEK'li gözün sağlam göze göre daha fazla olduğunu gördük.

Çalışmamızda DMEK öncesi ve sonrası ön kornea yüzeyi q değerlerinde bir değişiklik gözlemedik. Topometrik bulgularda da true net 8 mm, total refraktif güç 6 mm, total refraktif güç 8 mm'de azalma tespit ettik.

DMEK'li gözün Zernike polinomlarında ön kornea yüzeyi 6 mm'lik optik zonda sağlam göze göre koma, trefoil, sekonder astigmatizma, RMS 3, RMS 5, total RMS açısından istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha fazla olduğunu gözlemledik.

DMEK'li gözün Zernike polinomlarında arka kornea yüzeyi 6 mm'lik optik zonda sağlam göze göre koma, trefoil, sekonder astigmatizma, kuadrifoil, RMS3, RMS4, RMS 5, total RMS açısından istatistiksel olarak anlamlı şekilde sağlam göze göre daha fazla olduğunu gözlemledik.

DMEK'li gözün Zernike polinomlarında ön kornea yüzeyi 4 mm'lik optik zonda sağlam göze göre koma, trefoil, sekonder astigmatizma, kuadrifoil, RMS 3, RMS 4, RMS 5, total RMS açısından istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha fazla olduğunu gözlemledik.

DMEK’li gözün Zernike polinomlarında arka kornea yüzey 4 mm’lik optik zonda sağlam göze göre koma, trefoil, sekonder astigmatizma, kuadrifoil, RMS 3, RMS 4, RMS 5, total RMS açısından istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha fazla olduğunu gözlemledik.

DMEK’li gözün ön ve arka kornea yüzeyindeki 4 mm ve 6 mm optik zon içerisindeki aberasyonları karşılaştırıldı ve 6 mm’lik optik zon içerisinde yüksek sıralı aberasyonların tamamının (koma, trefoil, sekonder astigmatizma, kuadrifoil, RMS3, RMS4, RMS5, total RMS) daha fazla olduğunu bulduk.

Sağlam gözün ön ve arka kornea yüzeyindeki 4 mm ve 6 mm optik zon içerisindeki aberasyonları karşılaştırıldı ve 6 mm’lik optik zon içerisinde yüksek sıralı aberasyonların tamamının (koma, trefoil, sekonder astigmatizma, kuadrifoil, RMS3, RMS4, RMS5, total RMS) daha fazla olduğunu bulduk.

7. KAYNAKÇA

1. Stefan P, Sanziana I, Liliana V, Costin L, Vanessa P, Ciuluvica R. Pseudophakic bullous keratopathy. Rom J Ophthalmol. 61(2):90–4.
2. (PDF) Bullous keratopathy: Etiopathogenesis and treatment [Internet]. [cited 2022 Oct 3]. Available from: https://www.researchgate.net/publication/24189690_Bullous_keratopathy_Etiopathogenesis_and_treatment
3. Lu P, Li L, Mukaida N, Zhang X. Descemet membrane endothelial keratoplasty (DMEK). Cornea [Internet]. 2006 Sep 1 [cited 2022 Oct 3];25(8):987–90. Available from: <https://europepmc.org/article/med/17102683>
4. Koçluk Y, Kasim B, Sukgen EA, Burcu A. Descemet membrane endothelial keratoplasty (DMEK): Intraoperative and postoperative complications and clinical results. Arq Bras Oftalmol [Internet]. 2018 May 1 [cited 2022 Oct 3];81(3):212–8. Available from: <http://www.aboonline.org.br/details/2543/en-US/descemet-membrane-endothelial-keratoplasty--dmek---intraoperative-and-postoperative-complications-and-clinical-results>
5. Anwar M, Teichmann KD. Deep lamellar keratoplasty: surgical techniques for anterior lamellar keratoplasty with and without baring of Descemet's membrane. Cornea [Internet]. 2002 May 1 [cited 2022 Oct 3];21(4):374–83. Available from: <https://europepmc.org/article/med/11973386>
6. Price FW, Price MO. Descemet's stripping with endothelial keratoplasty in 200 eyes. Early challenges and techniques to enhance donor adherence. J Cataract Refract Surg [Internet]. 2006 Mar [cited 2022 Oct 4];32(3):411–8. Available from: https://journals.lww.com/jcrs/Fulltext/2006/03000/Descemet_s_stripping_with_endothelial_keratoplasty.23.aspx
7. Pogorelov P, Cursiefen C, Bachmann BO, Kruse FE. Changes in donor corneal lenticule thickness after Descemet's stripping automated endothelial keratoplasty (DSAEK) with organ-cultured corneas. British Journal of Ophthalmology. 2009 Jun;93(6):825–9.
8. American Academy of Ophthalmology, Oftalmolojinin Esas ve İlkeleri, Güneş Tıp Kitabevleri ;2009.
9. Foster JW, Wahlin K, Adams SM, Birk DE, Zack DJ, Chakravarti S. Cornea organoids from human induced pluripotent stem cells. undefined. 2017 Jan 27;7.
10. Adler's Physiology of the Eye - 11th Edition [Internet]. [cited 2022 Oct 4]. Available from: <https://www.elsevier.com/books/adlers-physiology-of-the-eye/levin/978-0-323-05714-1>
11. Price MO, Price FW. Endothelial keratoplasty – a review. Clin Exp Ophthalmol [Internet]. 2010 Mar 1 [cited 2022 Oct 4];38(2):128–40. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1442-9071.2010.02213.x>
12. Fernandez MM, Afshari NA. Endothelial Keratoplasty: From DLEK to DMEK. Middle East Afr J Ophthalmol [Internet]. 2010 Jan [cited 2022 Oct 4];17(1):5. Available from: [/pmc/articles/PMC2880365/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2880365/)

13. Ömer Faruk Recep. Göz Anatomisi, Dünya Tıp Kitabevi. 2016.
14. Maloney RK, Bogan SJ, Waring GO. Determination of corneal image-forming properties from corneal topography. *Am J Ophthalmol* [Internet]. 1993 Jan 1 [cited 2022 Oct 4];115(1):31–41. Available from: <http://www.ajo.com/article/S0002939414735214/fulltext>
15. Ozdamar A, Aras C, Sener B. Epithelial deposits after hyperopic lasik [7]. *J Cataract Refract Surg* [Internet]. 2000 [cited 2022 Oct 4];26(5):632. Available from: https://journals.lww.com/jcrs/Fulltext/2000/05000/Epithelial_Deposits_After_Hyperopic_LASIK.10.aspx
16. Owaribe K, Nishizawa Y, Franke WW. Isolation and characterization of hemidesmosomes from bovine corneal epithelial cells. *Exp Cell Res*. 1991 Feb 1;192(2):622–30.
17. Fitch JM, Birk DE, Linsenmayer C, Linsenmayer TF. The spatial organization of Descemet's membrane-associated type IV collagen in the avian cornea. *Journal of Cell Biology*. 1990 Apr 1;110(4):1457–68.
18. Dua HS, Faraj LA, Said DG, Gray T, Lowe J. Human corneal anatomy redefined: A novel pre-descemet's layer (Dua's Layer). *Ophthalmology* [Internet]. 2013 Sep 1 [cited 2022 Oct 4];120(9):1778–85. Available from: <http://www.aaojournal.org/article/S0161642013000201/fulltext>
19. Macdonald JM, Geroski DH, Edelhauser HF. Effect of inflammation on the corneal endothelial pump and barrier. <http://dx.doi.org/10.3109/02713688709034885> [Internet]. 2009 [cited 2022 Oct 5];6(9):1125–32. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3109/02713688709034885>
20. Salmon JF. Kanski Klinik Oftalmoloji Sistemik Yaklaşım, Güneş Tıp Kitabevleri, 9. baskı.
21. Janson BJ, Alward WL, Kwon YH, Bettis DI, Fingert JH, Provencher LM, et al. Glaucoma-associated corneal endothelial cell damage: A review. *Surv Ophthalmol* [Internet]. 2018 Jul 1 [cited 2022 Oct 4];63(4):500–6. Available from: <http://www.surveyophthalmol.com/article/S0039625717302096/fulltext>
22. Sharma N, Singhal D, Nair S, Sahay P, Sreeshankar S, Maharana P. Corneal edema after phacoemulsification. *Indian J Ophthalmol* [Internet]. 2017 Dec 1 [cited 2022 Oct 4];65(12):1381–9. Available from: https://www.researchgate.net/publication/321511979_Corneal_edema_after_phacoe_mulsification
23. Özkan S, Kornea. Göz Hastalıkları, Ozkan S, Pazarlı H, Oğuz V, Akar S ed. Istanbul Üniversitesi Basımevi. 1997;5-14.
24. Snell RS, Lemp MA. Development of the Eye and the Ocular Appendages. *Clinical Anatomy of the Eye* [Internet]. 2013 May 31 [cited 2022 Oct 4];1–20. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/9781118690987.ch1>
25. Riordan-Eva P. Anatomy and embryology of the eye. In: Vaughan D, Asbury T, Riordan-Eva P, eds. *General ophthalmology*. 15 th ed. Stamford: Appleton & Lange; 1999; 8-22.
26. Müller LJ, Marfurt CF, Kruse F, Tervo TMT. Corneal nerves: structure, contents and function. *Exp Eye Res*. 2003 May 1;76(5):521–42.

27. New treatment reduces corneal oedema after cataract surgery [Internet]. [cited 2022 Oct 4]. Available from: <https://www.ophtalmologytimes.com/view/ote-new-treatment-reduces-corneal-oedema-after-cataract-surgery>
28. Siu GDJY, Young AL, Jhanji V. Alternatives to corneal transplantation for the management of bullous keratopathy. *Curr Opin Ophthalmol* [Internet]. 2014 [cited 2022 Oct 4];25(4):347–52. Available from: https://journals.lww.com/co-ophtalmology/Fulltext/2014/07000/Alternatives_to_corneal_transplantation_for_the.19.aspx
29. Melles GRJ. Posterior lamellar keratoplasty: DLEK to DSEK to DMEK. *Cornea* [Internet]. 2006 Nov [cited 2022 Oct 4];25(8):879–81. Available from: https://journals.lww.com/corneajrnl/Fulltext/2006/09000/Posterior_Lamellar_Keratoplasty__DLEK_to_DSEK_to.3.aspx
30. Melles GRJ, Eggink FAGJ, Lander F, Pels E, Rietveld FJR, Beekhuis WH, et al. A surgical technique for posterior lamellar keratoplasty. *Cornea* [Internet]. 1998 Nov 1 [cited 2022 Oct 4];17(6):618–26. Available from: <http://europepmc.org/article/med/9820943>
31. Mannis MJ, Mannis AA. *Corneal Transplantation-A History in Profiles*. Wayenborgh Publishing, 2018.
32. ŞİNGAR E. Ön Lameller Kornea Nakilleri: Tarihçe. *Türkiye Klinikleri Oftalmoloji - Özel Konular* [Internet]. 2022 [cited 2022 Oct 4];15(2):14–7. Available from: <https://www.turkiyeklinikleri.com/article/tr-on-lameller-kornea-nakilleri-tarihce-100230.html>
33. EĞRİLMEZ S. Dünyadaki ve Türkiye’deki Göz Bankalarının Lameller Kornea Cerrahisinde Etkinliği. *Türkiye Klinikleri Oftalmoloji - Özel Konular* [Internet]. 2022 [cited 2022 Oct 4];15(2):1–8. Available from: <https://www.turkiyeklinikleri.com/article/tr-dunyadaki-ve-turkiyedeki-goz-bankalarinin-lameller-kornea-cerrahisinde-etkinligi-100228.html>
34. Crawford A, Patel D, McGhee C. A brief history of corneal transplantation: From ancient to modern. *Oman J Ophthalmol* [Internet]. 2013 Dec [cited 2022 Oct 4];6(4):12. Available from: <https://www.ojonline.org/article.asp?issn=0974-620X;year=2013;volume=6;issue=4;spage=12;epage=17;aulast=Crawford>
35. Moffatt SL, Cartwright VA, Stumpf TH. Centennial review of corneal transplantation. *Clin Exp Ophthalmol* [Internet]. 2005 Dec 1 [cited 2022 Oct 4];33(6):642–57. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1442-9071.2005.01134.x>
36. Bachmann B, Taylor RS, Cursiefen C. Corneal neovascularization as a risk factor for graft failure and rejection after keratoplasty: An evidence-based meta-analysis. *Ophthalmology* [Internet]. 2010 Jul 1 [cited 2022 Oct 4];117(7):1300-1305.e7. Available from: <http://www.aaojournal.org/article/S0161642010001120/fulltext>
37. Namal A, Reisman A. Joseph Igersheimer, Ophthalmologist and Visionary: His Contributions in Exile and Beyond. *SSRN Electronic Journal* [Internet]. 2011 Dec 28 [cited 2022 Oct 4]; Available from: https://www.researchgate.net/publication/228246446_Joseph_Igersheimer_Ophthalmologist_and_Visionary_His_Contributions_in_Exile_and_Beyond
38. Murphy C, Alvarado J, Juster R. Prenatal and postnatal growth of the human Descemet’s membrane. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1984 Dec 1;25(12):1402–15.

39. ALTINÖRS DD, ASENSA L. Lameller Kornea Cerrahisi Endikasyonları. Türkiye Klinikleri Oftalmoloji - Özel Konular [Internet]. 2022 [cited 2022 Oct 4];15(2):9–13. Available from: <https://www.turkiyeklinikleri.com/article/tr-lameller-kornea-cerrahisi-endikasyonlari-100229.html>
40. Lamellar Corneal Patch Grafts in the Management of Corneal M... : Cornea [Internet]. [cited 2022 Oct 4]. Available from: https://journals.lww.com/corneajrnl/Abstract/2000/03000/Lamellar_Corneal_Patch_Grafts_in_the_Management_of.2.aspx
41. Sony P, Sharma N, Vajpayee R, Ray M. Therapeutic keratoplasty for infectious keratitis: a review of the literature. undefined. 2002;
42. Kymionis GD, Mikropoulos DG, Portaliou DM, Boboridis KG, Voudouragkaki IC, Dragoumis ND, et al. New Perspectives on Lamellar Keratoplasty. *Advances in Therapy* 2014 31:5 [Internet]. 2014 May 21 [cited 2022 Oct 4];31(5):494–511. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12325-014-0121-0>
43. Wilson SE, Kaufman HE, Herbert E. Graft failure after penetrating keratoplasty. *Surv Ophthalmol* [Internet]. 1990 Mar 1 [cited 2022 Oct 4];34(5):325–56. Available from: <http://www.surveyophthalmol.com/article/003962579090110H/fulltext>
44. Sugita J, Kondo J. Deep lamellar keratoplasty with complete removal of pathological stroma for vision improvement. *British Journal of Ophthalmology* [Internet]. 1997 Mar 1 [cited 2022 Oct 4];81(3):184–8. Available from: <https://bjo.bmj.com/content/81/3/184>
45. Archila EA. Deep lamellar keratoplasty dissection of host tissue with intrastromal air injection. *Cornea* [Internet]. 1984 Jan 1 [cited 2022 Oct 4];3(3):217–8. Available from: <https://europemc.org/article/med/6399886>
46. BURCU A. Ön Lameller Kornea Nakilleri: Derin Ön Lameller Keratoplasti. Türkiye Klinikleri Oftalmoloji - Özel Konular [Internet]. 2022 [cited 2022 Oct 4];15(2):22–9. Available from: <https://www.turkiyeklinikleri.com/article/tr-on-lameller-kornea-nakilleri-derin-on-lameller-keratoplasti-100232.html>
47. Luengo-Gimeno F, Tan DT, Mehta JS. Evolution of Deep Anterior Lamellar Keratoplasty (DALK). *Ocul Surf*. 2011 Apr 1;9(2):98–110.
48. Agarwal R, Nagpal R, Todi V, Sharma N. Descemetocoele. *Surv Ophthalmol* [Internet]. 2021 Jan 1 [cited 2022 Oct 4];66(1):2–19. Available from: <http://www.surveyophthalmol.com/article/S0039625720301429/fulltext>
49. Liu H, Liu S, Tao H, Hu S, Deng Z, Tan J. A retrospective study comparing DALK and PKP in the treatment of necrotizing stromal keratitis. *International Ophthalmology* 2020 40:7 [Internet]. 2020 Mar 21 [cited 2022 Oct 4];40(7):1713–21. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10792-020-01339-y>
50. Bahar I, Kaiserman I, Srinivasan S, Ya-Ping J, Slomovic AR, Rootman DS. Comparison of Three Different Techniques of Corneal Transplantation for Keratoconus. *Am J Ophthalmol* [Internet]. 2008 Dec 1 [cited 2022 Oct 4];146(6):905–912.e1. Available from: <http://www.ajo.com/article/S0002939408005229/fulltext>
51. Semler-Collery A, Bloch F, Hayek G, Goetz C, Perone JM. Comparison of triple-DMEK to pseudophakic-DMEK: A cohort study of 95 eyes. *PLoS One* [Internet]. 2022 May 1 [cited 2022 Oct 4];17(5). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35480822/>

52. Ang M, Ho H, Wong C, Htoon HM, Mehta JS, Tan D. Endothelial keratoplasty after failed penetrating keratoplasty: An alternative to repeat penetrating keratoplasty. *Am J Ophthalmol* [Internet]. 2014 Dec 1 [cited 2022 Oct 4];158(6):1221-1227.e1. Available from: <http://www.ajo.com/article/S0002939414005261/fulltext>
53. Bose S, Ang M, Mehta JS, Tan DT, Finkelstein E. Cost-effectiveness of descemet's stripping endothelial keratoplasty versus penetrating keratoplasty. *Ophthalmology* [Internet]. 2013 Mar 1 [cited 2022 Oct 4];120(3):464–70. Available from: <http://www.aaojournal.org/article/S0161642012008081/fulltext>
54. Ham L, Balachandran C, Verschoor CA, van der Wees J, Melles GRJ. Visual Rehabilitation Rate After Isolated Descemet Membrane Transplantation: Descemet Membrane Endothelial Keratoplasty. *Archives of Ophthalmology* [Internet]. 2009 Mar 9 [cited 2022 Oct 4];127(3):252–5. Available from: <https://jamanetwork.com/journals/jamaophthalmology/fullarticle/422460>
55. Dirisamer M, Ham L, Dapena I, Moutsouris K, Droutsas K, van Dijk K, et al. Efficacy of Descemet Membrane Endothelial Keratoplasty: Clinical Outcome of 200 Consecutive Cases After a Learning Curve of 25 Cases. *Archives of Ophthalmology* [Internet]. 2011 Nov 10 [cited 2022 Oct 4];129(11):1435–43. Available from: <https://jamanetwork.com/journals/jamaophthalmology/fullarticle/1106480>
56. America EBA. Eye banking statistical report. In: Eye Bank Association of America Washington, DC, 2013.
57. Bank E. EYE BANKING STATISTICAL REPORT Table of Contents Surgical Use and Indications for Corneal Transplant Statistical Report Analysis-2016. 2017 [cited 2022 Oct 5];(202):775–4999. Available from: www.restoresight.org
58. Vedana G, Villarreal G, Jun AS. Fuchs endothelial corneal dystrophy: current perspectives. *Clin Ophthalmol* [Internet]. 2016 Feb 18 [cited 2022 Oct 4];10:321. Available from: [/pmc/articles/PMC4762439/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26476243/)
59. Silva L, Najafi A, Suwan Y, Teekhasaene C, Ritch R. The iridocorneal endothelial syndrome. *Surv Ophthalmol* [Internet]. 2018 Sep 1 [cited 2022 Oct 4];63(5):665–76. Available from: <http://www.surveyophthalmol.com/article/S0039625717301121/fulltext>
60. Feizi S. Corneal endothelial cell dysfunction: etiologies and management. *Ther Adv Ophthalmol* [Internet]. 2018 Jan [cited 2022 Oct 4];10:251584141881580. Available from: [/pmc/articles/PMC6293368/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/306293368/)
61. ARSLAN OŞ. Arka Lameller Kornea Nakilleri: Descemet Membran Endotelial Keratoplasti. *Türkiye Klinikleri Oftalmoloji - Özel Konular* [Internet]. 2022 [cited 2022 Oct 4];15(2):66–73. Available from: <https://www.turkiyeklinikleri.com/article/tr-arka-lameller-kornea-nakilleri-descemet-membran-endotelial-keratoplasti-100238.html>
62. Dapena I, Ham L, Droutsas K, van Dijk K, Moutsouris K, Melles GRJ. Learning curve in Descemet's membrane endothelial keratoplasty: First series of 135 consecutive cases. *Ophthalmology* [Internet]. 2011 Nov 1 [cited 2022 Oct 4];118(11):2147–54. Available from: <http://www.aaojournal.org/article/S0161642011003290/fulltext>
63. Prevention and Management of Graft Detachment in Descemet Membrane Endothelial keratoplasty. Dirisamer M, van Dijk K, Dapena I, Ham L, Oganer O, Frank LE, Melles GR. - *Oftalmoseo* [Internet]. [cited 2022 Oct 4]. Available from: <https://www.ofthalmoseo.com/prevention-and-management-of-graft-detachment-in->

descemet-membrane-endothelial-keratoplasty-dirisamer-m-van-dijk-k-dapena-i-ham-l-oganes-o-frank-le-melles-gr/

64. Monnereau C, Quilendrino R, Dapena I, Liarakos VS, Alfonso JF, Arnalich-Montiel F, et al. Multicenter Study of Descemet Membrane Endothelial Keratoplasty: First Case Series of 18 Surgeons. *JAMA Ophthalmol* [Internet]. 2014 Oct 1 [cited 2022 Oct 4];132(10):1192–8. Available from: <https://jamanetwork.com/journals/jamaophthalmology/fullarticle/1884251>
65. Laaser K, Bachmann BO, Horn FK, Cursiefen C, Kruse FE. Descemet membrane endothelial keratoplasty combined with phacoemulsification and intraocular lens implantation: Advanced triple procedure. *Am J Ophthalmol* [Internet]. 2012 Jul 1 [cited 2022 Oct 4];154(1):47–55.e2. Available from: <http://www.ajo.com/article/S0002939412000712/fulltext>
66. Rodríguez-Calvo-De-Mora M, Quilendrino R, Ham L, Liarakos VS, van Dijk K, Baydoun L, et al. Clinical outcome of 500 consecutive cases undergoing Descemet's membrane endothelial keratoplasty. *Ophthalmology* [Internet]. 2015 Mar 1 [cited 2022 Oct 4];122(3):464–70. Available from: <http://www.aaojournal.org/article/S0161642014008264/fulltext>
67. Bucher F, Hos D, Müller-Schwefe S, Steven P, Cursiefen C, Heindl LM. Spontaneous long-term course of persistent peripheral graft detachments after Descemet's membrane endothelial keratoplasty. *British Journal of Ophthalmology* [Internet]. 2015 Jun 1 [cited 2022 Oct 4];99(6):768–72. Available from: <https://bjo.bmj.com/content/99/6/768>
68. Dirisamer M, Dapena I, Ham L, van Dijk K, Oganés O, Frank LE, et al. Patterns of corneal endothelialization and corneal clearance after Descemet membrane endothelial keratoplasty for fuchs endothelial dystrophy. *Am J Ophthalmol* [Internet]. 2011 Oct 1 [cited 2022 Oct 4];152(4):543–555.e1. Available from: <http://www.ajo.com/article/S0002939411002832/fulltext>
69. Feng MT, Price MO, Miller JM, Price FW. Air reinjection and endothelial cell density in Descemet membrane endothelial keratoplasty: Five-year follow-up. *J Cataract Refract Surg* [Internet]. 2014 [cited 2022 Oct 4];40(7):1116–21. Available from: https://journals.lww.com/jcrs/Fulltext/2014/07000/Air_reinjection_and_endothelial_cell_density_in.11.aspx
70. Baydoun L, van Dijk K, Dapena I, Musa FU, Liarakos VS, Ham L, et al. Repeat descemet membrane endothelial keratoplasty after complicated primary descemet membrane endothelial keratoplasty. *Ophthalmology* [Internet]. 2015 Jan 1 [cited 2022 Oct 4];122(1):8–16. Available from: <http://www.aaojournal.org/article/S0161642014006289/fulltext>
71. Bhandari V, Reddy JK, Relekar K, Prabhu V. Descemet's Stripping Automated Endothelial Keratoplasty versus Descemet's Membrane Endothelial Keratoplasty in the Fellow Eye for Fuchs Endothelial Dystrophy: A Retrospective Study. *Biomed Res Int* [Internet]. 2015 [cited 2022 Oct 4];2015. Available from: </pmc/articles/PMC4655277/>
72. Goldich Y, Artornsombidh P, Avni-Zauberman N, Perez M, Ulate R, Elbaz U, et al. Fellow eye comparison of corneal thickness and curvature in descemet membrane endothelial keratoplasty and descemet stripping automated endothelial keratoplasty. *Cornea* [Internet]. 2014 [cited 2022 Oct 4];33(6):547–50. Available from: https://journals.lww.com/corneajrnl/Fulltext/2014/06000/Fellow_Eye_Comparison_of_Corneal_Thickness_and.1.aspx

73. Goldich Y, Showail M, Avni-Zauberman N, Perez M, Ulate R, Elbaz U, et al. Contralateral eye comparison of descemet membrane endothelial keratoplasty and descemet stripping automated endothelial keratoplasty. *Am J Ophthalmol* [Internet]. 2015 Jan 1 [cited 2022 Oct 4];159(1):155-159.e1. Available from: <http://www.ajo.com/article/S0002939414006576/fulltext>
74. Guerra FP, Anshu A, Price MO, Price FW. Endothelial keratoplasty: Fellow eyes comparison of descemet stripping automated endothelial keratoplasty and descemet membrane endothelial keratoplasty. *Cornea* [Internet]. 2011 Dec [cited 2022 Oct 4];30(12):1382–6. Available from: https://journals.lww.com/corneajrnl/Fulltext/2011/12000/Endothelial_Keratoplasty_Fellow_Eyes_Comparison.17.aspx
75. Maier AKB, Gundlach E, Gonnermann J, Klamann M, Bertelmann E, Rieck PW, et al. Retrospective contralateral study comparing Descemet membrane endothelial keratoplasty with Descemet stripping automated endothelial keratoplasty. *Eye* [Internet]. 2015 Mar 15 [cited 2022 Oct 4];29(3):327. Available from: <http://pmc/articles/PMC4366458/>
76. Guerra FP, Anshu A, Price MO, Giebel AW, Price FW. Descemet's membrane endothelial keratoplasty: Prospective study of 1-year visual outcomes, graft survival, and endothelial cell loss. *Ophthalmology* [Internet]. 2011 Dec 1 [cited 2022 Oct 4];118(12):2368–73. Available from: <http://www.aaojournal.org/article/S0161642011005203/fulltext>
77. Busin M, Albé E. Does thickness matter: Ultrathin Descemet stripping automated endothelial keratoplasty. *Curr Opin Ophthalmol* [Internet]. 2014 [cited 2022 Oct 4];25(4):312–8. Available from: https://journals.lww.com/co-ophthalmology/Fulltext/2014/07000/Does_thickness_matter_ultrathin_Descemet.14.aspx
78. Martin R. Cornea and anterior eye assessment with placido-disc keratoscopy, slit scanning evaluation topography and scheimpflug imaging tomography. *Indian J Ophthalmol* [Internet]. 2018 Mar 1 [cited 2022 Oct 4];66(3):360–6. Available from: https://www.researchgate.net/publication/323488860_Cornea_and_anterior_eye_assessment_with_placido-disc_keratoscopy_slit_scanning_evaluation_topography_and_scheimpflug_imaging_tomography
79. Fan R, Chan TCY, Prakash G, Jhanji V. Applications of corneal topography and tomography: a review. *Clin Exp Ophthalmol* [Internet]. 2018 Mar 1 [cited 2022 Oct 4];46(2):133–46. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/ceo.13136>
80. Özge Saraç. *Pratik Kornea Topografisi*, Anadolu Kitabevi, 2022.
81. Naseri A, McLeod SD, Lietman T. Evaluating the human optical system: corneal topography and wavefront analysis. *Ophthalmol Clin North Am*. 2001 Jun;14(2):269-73.
82. Demirok A. ve Ağca A., “Kornea Topografisi: Wavefront Çağında Klinik Uygulamalar İçin Rehber”, 2. Baskı., Atlas kitapçılık, 2015.
83. Koch DD, Foulks GN, Moran CT, Wakil JS. The corneal EyeSys system: Accuracy analysis and reproducibility of first-generation prototype. *Refract Corneal Surg*. 1989;5(6):424–9.

84. García-Marqués JV, Martínez-Albert N, Talens-Estrelles C, García-Lázaro S, Cerviño A. Repeatability of Non-invasive Keratograph Break-Up Time measurements obtained using Oculus Keratograph 5M. *International Ophthalmology* 2021 41:7 [Internet]. 2021 Mar 16 [cited 2022 Oct 4];41(7):2473–83. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10792-021-01802-4>
85. Maciej Serda, Becker FG, Cleary M, Team RM, Holtermann H, The D, et al. The PAR technology corneal topography system. G. Balint, Antala B, Carty C, Mabieme JMA, Amar IB, Kaplanova A, editors. *Refract Corneal Surg* [Internet]. 1992 [cited 2022 Oct 4];8(1):88–96. Available from: <https://experts.arizona.edu/en/publications/the-par-technology-corneal-topography-system>
86. Arffa RC, Warnicki JW, Rehkopf PG. Corneal topography using rasterstereography. *Refract Corneal Surg*. 1989;5(6):414–7.
87. Auffarth GU, Wang L, Völcker HE. Keratoconus evaluation using the Orbscan Topography System. *J Cataract Refract Surg* [Internet]. 2000 Feb [cited 2022 Oct 4];26(2):222–8. Available from: https://journals.lww.com/jcrs/Fulltext/2000/02000/Keratoconus_evaluation_using_the_Orbscan.31.aspx
88. Módis L, Langenbucher A, Seitz B. Evaluation of normal corneas using the scanning-slit topography/pachymetry system. *Cornea* [Internet]. 2004 Oct [cited 2022 Oct 4];23(7):689–94. Available from: https://journals.lww.com/corneajrnl/Fulltext/2004/10000/Evaluation_of_Normal_Corneas_Using_the.7.aspx
89. Kitagawa K, Sakamoto Y, Sasaki K, Hanaki H. Evaluation of Transparency and Barrier Function of the Cornea by Scheimpflug Images. *Ophthalmic Res* [Internet]. 1996 Jan 1 [cited 2022 Oct 4];28(Suppl. 2):72–7. Available from: <https://www.karger.com/Article/FullText/267959>
90. DREWS RC. Depth of Field in Slit Lamp Photography. *Ophthalmologica* [Internet]. 1964 [cited 2022 Oct 4];148(2):143–50. Available from: <https://www.karger.com/Article/FullText/304670>
91. Dubbelman M, Weeber HA, van der Heijde RGL, Völcker-Dieben HJ. Radius and asphericity of the posterior corneal surface determined by corrected Scheimpflug photography. *Acta Ophthalmol Scand* [Internet]. 2002 Aug 1 [cited 2022 Oct 4];80(4):379–83. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1034/j.1600-0420.2002.800406.x>
92. Swartz T, Marten L, Wang M. Measuring the cornea: The latest developments in corneal topography. *Curr Opin Ophthalmol* [Internet]. 2007 Jul [cited 2022 Oct 4];18(4):325–33. Available from: https://journals.lww.com/co-ophthalmology/Fulltext/2007/07000/Measuring_the_cornea_the_latest_developments_in.10.aspx
93. Menassa N, Kaufmann C, Goggin M, Job OM, Bachmann LM, Thiel MA. Comparison and reproducibility of corneal thickness and curvature readings obtained by the Galilei and the Orbscan II analysis systems. *J Cataract Refract Surg* [Internet]. 2008 Oct [cited 2022 Oct 4];34(10):1742–7. Available from: https://journals.lww.com/jcrs/Fulltext/2008/10000/Comparison_and_reproducibility_of_corneal.38.aspx
94. Quisling S, Sjöberg S, Zimmerman B, Goins K, Sutphin J. Comparison of Pentacam and Orbscan IIz on Posterior Curvature Topography Measurements in Keratoconus

- Eyes. *Ophthalmology* [Internet]. 2006 Sep 1 [cited 2022 Oct 4];113(9):1629–32. Available from: <http://www.aaojournal.org/article/S0161642006005343/fulltext>
95. O'Donnell C, Maldonado-Codina C. Agreement and repeatability of central thickness measurement in normal corneas using ultrasound pachymetry and the OCULUS Pentacam. *Cornea* [Internet]. 2005 Nov [cited 2022 Oct 4];24(8):920–4. Available from: https://journals.lww.com/corneajrnl/Fulltext/2005/11000/Agreement_and_Repeatability_of_Central_Thickness.5.aspx
 96. Hashemi H, Mehravaran S. Day to Day Clinically Relevant Corneal Elevation, Thickness, and Curvature Parameters Using the Orbscan II Scanning Slit Topographer and the Pentacam Scheimpflug Imaging Device. *Middle East Afr J Ophthalmol* [Internet]. 2010 Jan [cited 2022 Oct 4];17(1):44. Available from: </pmc/articles/PMC2880373/>
 97. Friedman DS, He M. Anterior Chamber Angle Assessment Techniques. *Surv Ophthalmol* [Internet]. 2008 May 1 [cited 2022 Oct 4];53(3):250–73. Available from: <http://www.surveyophthalmol.com/article/S0039625707002597/fulltext>
 98. Konstantopoulos A, Hossain P, Anderson DF. Recent advances in ophthalmic anterior segment imaging: a new era for ophthalmic diagnosis? *Br J Ophthalmol* [Internet]. 2007 Apr [cited 2022 Oct 4];91(4):551. Available from: </pmc/articles/PMC1994765/>
 99. Mazen M Sinjab. *Refraktif Cerrahiye Başlamak için Beş Adım, Olguya Dayalı Sistematik Yaklaşım*, Dünya Tıp Kitabevi, 2016.
 100. Martin R, de Juan V, Rodriguez G, Fonseca S, Martin S. Contact lens-induced corneal peripheral swelling: Orbscan repeatability. *Optometry and Vision Science* [Internet]. 2009 Apr [cited 2022 Oct 5];86(4):340–9. Available from: https://journals.lww.com/optvissci/Fulltext/2009/04000/Contact_Lens_Induced_Corneal_Peripheral_Swelling_.9.aspx
 101. Oliveira CM, Ribeiro C, Franco S. Corneal imaging with slit-scanning and Scheimpflug imaging techniques. <https://doi.org/10.1111/j.1444-0938.2010.00509.x> [Internet]. 2021 Jan [cited 2022 Oct 5];94(1):33–42. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1111/j.1444-0938.2010.00509.x>
 102. Werner L, Lovisolo C, Chew J, Tetz M, Müller M. Meridional differences in internal dimensions of the anterior segment in human eyes evaluated with 2 imaging systems. *J Cataract Refract Surg* [Internet]. 2008 Jul [cited 2022 Oct 5];34(7):1125–32. Available from: https://journals.lww.com/jcrs/Fulltext/2008/07000/Meridional_differences_in_internal_dimensions_of.27.aspx
 103. Radhakrishnan S, See J, Smith SD, Nolan WP, Ce Z, Friedman DS, et al. Reproducibility of Anterior Chamber Angle Measurements Obtained with Anterior Segment Optical Coherence Tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2007 Aug 1;48(8):3683–8.
 104. Smadja D, Santhiago MR, Mello GR, Krueger RR, Colin J, Touboul D. Influence of the reference surface shape for discriminating between normal corneas, subclinical keratoconus, and keratoconus. *Journal of Refractive Surgery*. 2013 Apr;29(4):274–81.
 105. Mostafa EM. Comparison between corneal elevation maps using different reference surfaces with Scheimpflug–Placido topographer. *International Ophthalmology* 2016

- 37:3 [Internet]. 2016 Jul 28 [cited 2022 Oct 5];37(3):553–8. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10792-016-0291-7>
106. Ambrósio R, Klyce SD, Wilson SE. Corneal topographic and pachymetric screening of keratorefractive patients. *Journal of Refractive Surgery*. 2003 Jan;19(1):24–9.
 107. Lotfi Sedigh A, Shenasi A. Central and Peripheral Corneal Thicknesses in Cases with and without Keratoconus. *Pakistan Journal of Biological Sciences* [Internet]. 2011 Feb 9 [cited 2022 Oct 5];14(2):138–41. Available from: <https://scialert.net/fulltext/?doi=pjbs.2011.138.141>
 108. Uçakhan ÖÖ, Özkan M, Kanpolat A. Corneal thickness measurements in normal and keratoconic eyes: Pentacam comprehensive eye scanner versus noncontact specular microscopy and ultrasound pachymetry. *J Cataract Refract Surg* [Internet]. 2006 Jun [cited 2022 Oct 5];32(6):970–7. Available from: https://journals.lww.com/jcrs/Fulltext/2006/06000/Corneal_thickness_measurements_in_normal_and.26.aspx
 109. Doğan M, Ertan E. Comparison of central corneal thickness measurements with standard ultrasonic pachymetry and optical devices. <https://doi.org/10.1111/cxo.12865> [Internet]. 2021 Mar 1 [cited 2022 Oct 5];102(2):126–30. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1111/cxo.12865>
 110. Das M, Menda SA, Panigrahi AK, Venkatesh Prajna N, Yen M, Tsang B, et al. Repeatability and Reproducibility of Slit Lamp, Optical Coherence Tomography, and Scheimpflug Measurements of Corneal Scars. *Ophthalmic Epidemiol* [Internet]. 2019 Jul 4 [cited 2022 Oct 5];26(4):251–6. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09286586.2019.1600199>
 111. Azar, D.T., Wavefront Analysis, in *Refractive Surgery*, D. Gatinel and T. Hoang-Xuan, Editors. 2007.
 112. Kaya V. Wavefront ve topoğrafi temelli lazer.(1.baskı) İstanbul. Epsilon Yayıncılık. 2005;97-116.
 113. Rabinowitz YS. The genetics of keratoconus. *Ophthalmol Clin North Am* [Internet]. 2003 Dec 1 [cited 2022 Oct 5];16(4):607–20, vii. Available from: <https://europepmc.org/article/med/14741001>
 114. Patel S v., Baratz KH, Maguire LJ, Hodge DO, McLaren JW. Anterior corneal aberrations after descemet's stripping endothelial keratoplasty for fuchs' endothelial dystrophy. *Ophthalmology* [Internet]. 2012 Aug 1 [cited 2022 Oct 5];119(8):1522–9. Available from: <http://www.aaojournal.org/article/S0161642012000668/fulltext>
 115. Applegate RA, Marsack JD, Ramos R, Sarver EJ. Interaction between aberrations to improve or reduce visual performance. *J Cataract Refract Surg* [Internet]. 2003 Aug 1 [cited 2022 Oct 5];29(8):1487–95. Available from: https://journals.lww.com/jcrs/Fulltext/2003/08000/Interaction_between_aberrations_to_improve_or.26.aspx
 116. Ms S. Measurement of the wave aberration of the human eye. undefined. 1961;
 117. Howland HC. High order wave aberration of eyes. *Ophthalmic and Physiological Optics* [Internet]. 2002 Sep 1 [cited 2022 Oct 5];22(5):434–9. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1046/j.1475-1313.2002.00072.x>

118. Ortiz-Toquero S, Fernandez I, Martin R. Classification of Keratoconus Based on Anterior Corneal High-order Aberrations: A Cross-validation Study. *Optometry and Vision Science* [Internet]. 2020 Mar 1 [cited 2022 Oct 5];97(3):169–77. Available from: https://journals.lww.com/optvissci/Fulltext/2020/03000/Classification_of_Keratoconus_Based_on_Anterior.6.aspx
119. Fuller DG, Alperin D. Variations in corneal asphericity (Q Value) between African-Americans and whites. *Optometry and Vision Science* [Internet]. 2013 Jul [cited 2022 Oct 5];90(7):667–73. Available from: https://journals.lww.com/optvissci/Fulltext/2013/07000/Variations_in_Corneal_Asphericity__Q_Value_.8.aspx
120. Calossi A. Corneal asphericity and spherical aberration. *Journal of Refractive Surgery*. 2007;23(5):505–14.
121. Khan S, Rocha G. Cataract surgery and optimal spherical aberration: As simple as you think? *Canadian Journal of Ophthalmology* [Internet]. 2008 Dec 1 [cited 2022 Oct 5];43(6):693–701. Available from: <http://www.canadianjournalofophthalmology.ca/article/S0008418208801809/fulltext>
122. Applegate RA, Sarver EJ, Khemsara V. Are All Aberrations Equal? *Journal of Refractive Surgery* [Internet]. 2002 Sep [cited 2022 Oct 5];18(5). Available from: <https://journals.healio.com/doi/10.3928/1081-597X-20020901-12>
123. Namba H, Kawasaki R, Sugano A, Murakami T, Nishitsuka K, Kato T, et al. Age-related changes in ocular aberrations and the yamagata study (Funagata). *Cornea* [Internet]. 2017 Nov 1 [cited 2022 Oct 5];36:S34–40. Available from: https://journals.lww.com/corneajrnl/Fulltext/2017/11001/Age_Related_Changes_in_Ocular_Aberrations_and_the.8.aspx
124. Wallace HB, Misra SL, McKelvie J. Validation of Mahajan's formula for scaling ocular higher-order aberrations by pupil size. *Indian J Ophthalmol* [Internet]. 2020 Jun 1 [cited 2022 Oct 5];68(6):1067. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34326534/>
125. del Águila-Carrasco AJ, Kruger PB, Lara F, López-Gil N. Aberrations and accommodation. *Clin Exp Optom* [Internet]. 2020 Jan 1 [cited 2022 Oct 5];103(1):95–103. Available from: https://www.researchgate.net/publication/334326534_Aberrations_and_accommodation
126. Reinhart WJ, Musch DC, Jacobs DS, Lee WB, Kaufman SC, Shtein RM. Deep anterior lamellar keratoplasty as an alternative to penetrating keratoplasty: A report by the American academy of ophthalmology. *Ophthalmology* [Internet]. 2011 Jan 1 [cited 2022 Oct 5];118(1):209–18. Available from: <http://www.aaojournal.org/article/S0161642010011735/fulltext>
127. Hindman HB, McCally RL, Myrowitz E, Terry MA, Stark WJ, Weinberg RS, et al. Evaluation of Deep Lamellar Endothelial Keratoplasty Surgery Using Scatterometry and Wavefront Analyses. *Ophthalmology* [Internet]. 2007 Nov 1 [cited 2022 Oct 5];114(11):2006–12. Available from: <http://www.aaojournal.org/article/S0161642007000735/fulltext>
128. Muftuoglu O, Prasher P, Bowman RW, McCulley JP, Mootha VV. Corneal Higher-Order Aberrations after Descemet's Stripping Automated Endothelial Keratoplasty. *Ophthalmology* [Internet]. 2010 May 1 [cited 2022 Oct 5];117(5):878-884.e6. Available from: <http://www.aaojournal.org/article/S016164201000134X/fulltext>

129. Hjortdal J, Ehlers N. Treatment of post-keratoplasty astigmatism by topography supported customized laser ablation. *Acta Ophthalmol Scand* [Internet]. 2001 Aug 1 [cited 2022 Oct 5];79(4):376–80. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1034/j.1600-0420.2001.079004376.x>
130. Melles GRJ, Ong TS, Ververs B, van der Wees J. Preliminary Clinical Results of Descemet Membrane Endothelial Keratoplasty. *Am J Ophthalmol* [Internet]. 2008 Feb 1 [cited 2022 Oct 5];145(2):222–227.e1. Available from: <http://www.ajo.com/article/S0002939407008318/fulltext>
131. Bahar I, Kaiserman I, McAllum P, Slomovic A, Rootman D. Comparison of Posterior Lamellar Keratoplasty Techniques to Penetrating Keratoplasty. *Ophthalmology* [Internet]. 2008 Sep 1 [cited 2022 Oct 5];115(9):1525–33. Available from: <http://www.aaojournal.org/article/S0161642008001668/fulltext>
132. Ham L, Dapena I, van Luijk C, van der Wees J, Melles GRJ. Descemet membrane endothelial keratoplasty (DMEK) for Fuchs endothelial dystrophy: review of the first 50 consecutive cases. *Eye* 2009 23;10 [Internet]. 2009 Jan 30 [cited 2022 Oct 5];23(10):1990–8. Available from: <https://www.nature.com/articles/eye2008393>
133. Duggan MJ, Rose-Nussbaumer J, Lin CC, Austin A, Labadzinzki PC, Chamberlain WD. Corneal Higher-Order Aberrations in Descemet Membrane Endothelial Keratoplasty versus Ultrathin DSAEK in the Descemet Endothelial Thickness Comparison Trial: A Randomized Clinical Trial. *Ophthalmology* [Internet]. 2019 Jul 1 [cited 2022 Oct 5];126(7):946–57. Available from: <http://www.aaojournal.org/article/S0161642018319432/fulltext>
134. Seery LS, Nau CB, McLaren JW, Baratz KH, Patel S v. Graft thickness, graft folds, and aberrations after descemet stripping endothelial keratoplasty for fuchs dystrophy. *Am J Ophthalmol* [Internet]. 2011 Dec 1 [cited 2022 Oct 5];152(6):910–6. Available from: <http://www.ajo.com/article/S0002939411004053/fulltext>
135. Seery LS, McLaren JW, Kittleson KM, Patel S v. Retinal Point-Spread Function after Corneal Transplantation for Fuchs' Dystrophy. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2011 Feb 1;52(2):1003–8.
136. Rudolph M, Laaser K, Bachmann BO, Cursiefen C, Epstein D, Kruse FE. Corneal higher-order aberrations after descemet's membrane endothelial keratoplasty. *Ophthalmology* [Internet]. 2012 Mar 1 [cited 2022 Oct 5];119(3):528–35. Available from: <http://www.aaojournal.org/article/S0161642011007998/fulltext>
137. Heindl LM, Hofmann-Rummelt C, Schlötzer-Schrehardt U, Kruse FE, Cursiefen C. Histologic Analysis of Descemet Stripping in Posterior Lamellar Keratoplasty. *Archives of Ophthalmology* [Internet]. 2008 Apr 1 [cited 2022 Oct 5];126(4):461–4. Available from: <https://jamanetwork.com/journals/jamaophthalmology/fullarticle/420365>
138. Heindl LM, Riss S, Bachmann BO, Laaser K, Kruse FE, Cursiefen C. Split cornea transplantation for 2 recipients: A new strategy to reduce corneal tissue cost and shortage. *Ophthalmology* [Internet]. 2011 Feb 1 [cited 2022 Oct 5];118(2):294–301. Available from: <http://www.aaojournal.org/article/S0161642010005993/fulltext>
139. Bachmann BO, Laaser K, Cursiefen C, Kruse FE. A Method to Confirm Correct Orientation of Descemet Membrane During Descemet Membrane Endothelial Keratoplasty. *Am J Ophthalmol* [Internet]. 2010 Jun 1 [cited 2022 Oct 5];149(6):922–925.e2. Available from: <http://www.ajo.com/article/S0002939410000218/fulltext>

140. Oyakawa I, Hayashi T, Kobashigawa Y, Matsuzawa A, Takahashi H, Kato N. Evaluation of anterior and posterior corneal irregularity after descemet membrane endothelial keratoplasty. *Cornea* [Internet]. 2018 [cited 2022 Oct 5];37(11):1360–5. Available from: https://journals.lww.com/corneajrnl/Fulltext/2018/11000/Evaluation_of_Anterior_and_Posterior_Corneal.4.aspx
141. Siggel R, Christofi E, Giasoumi F, Adler W, Siebelmann S, Bachmann B, et al. Changes in Corneal Biomechanical Properties after Descemet Membrane Endothelial Keratoplasty. *Cornea* [Internet]. 2019 Aug 1 [cited 2022 Oct 5];38(8):964–9. Available from: https://journals.lww.com/corneajrnl/Fulltext/2019/08000/Changes_in_Corneal_Biomechanical_Properties_After.8.aspx
142. Arnalich-Montiel F, Mingo-Botín D, Diaz-Montealegre A. Keratometric, Pachymetric, and Surface Elevation Characterization of Corneas with Fuchs Endothelial Corneal Dystrophy Treated with DMEK. *Cornea* [Internet]. 2019 May 1 [cited 2022 Oct 5];38(5):535–41. Available from: https://journals.lww.com/corneajrnl/Fulltext/2019/05000/Keratometric,_Pachymetric,_and_Surface_Elevation.2.aspx
143. Cheung AY, Chachare DY, Eslani M, Schneider J, Nordlund ML. Tomographic changes in eyes with hyperopic shift after triple Descemet membrane endothelial keratoplasty. *J Cataract Refract Surg* [Internet]. 2018 Jun 1 [cited 2022 Oct 5];44(6):738–44. Available from: https://journals.lww.com/jcrs/Fulltext/2018/06000/Tomographic_changes_in_eyes_with_hyperopic_shift.10.aspx
144. Brockmann T, Pilger D, Brockmann C, Maier AKB, Bertelmann E, Torun N. Predictive Factors for Clinical Outcomes after Primary Descemet's Membrane Endothelial Keratoplasty for Fuchs' Endothelial Dystrophy. <https://doi.org/10.1080/0271368320181538459> [Internet]. 2018 Feb 1 [cited 2022 Oct 5];44(2):147–53. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02713683.2018.1538459>
145. Tourtas T, Laaser K, Bachmann BO, Cursiefen C, Kruse FE. Descemet membrane endothelial keratoplasty versus descemet stripping automated endothelial keratoplasty. *Am J Ophthalmol* [Internet]. 2012 Jun 1 [cited 2022 Oct 5];153(6):1082–1090.e2. Available from: <http://www.ajo.com/article/S0002939412000025/fulltext>
146. Shahnazaryan D, Hajjar Sese A, Hollick EJ. Endothelial Cell Loss After Descemet's Membrane Endothelial Keratoplasty for Fuchs' Endothelial Dystrophy: DMEK Compared to Triple DMEK. *Am J Ophthalmol* [Internet]. 2020 Oct 1 [cited 2022 Oct 5];218:1–6. Available from: <http://www.ajo.com/article/S0002939420302324/fulltext>
147. Bloch F, Dinot V, Goetz C, Zevering Y, Lhuillier L, Perone JM. Ability of routinely collected clinical factors to predict good visual results after primary Descemet membrane endothelial keratoplasty: a cohort study. *BMC Ophthalmol* [Internet]. 2022 Dec 1 [cited 2022 Oct 5];22(1):350. Available from: <https://pmc/articles/PMC9400293/>
148. Güell JL, Hussein M el, Morral M, Gris O, Felicidad M. Descemet Membrane Endothelial Keratoplasty: Update on Endothelial Transplantation Techniques. 2015 [cited 2022 Oct 5];6:102–23. Available from: <https://www.karger.com/Article/FullText/381496>
149. Kwon RO, Price MO, Price FW, Ambrósio R, Belin MW. Pentacam characterization of corneas with fuchs dystrophy treated with descemet membrane endothelial keratoplasty. *Journal of Refractive Surgery*. 2010 Dec;26(12):972–9.

150. van Dijk K, Ham L, Tse WHW, Liarakos VS, Quilendrino R, Yeh RY, et al. Near complete visual recovery and refractive stability in modern corneal transplantation: Descemet membrane endothelial keratoplasty (DMEK). *Contact Lens and Anterior Eye* [Internet]. 2013 Feb [cited 2022 Oct 5];36(1):13–21. Available from: https://www.researchgate.net/publication/232737869_Near_complete_visual_recovery_and_refractive_stability_in_modern_corneal_transplantation_Descemet_membrane_endothelial_keratoplasty_DMEK
151. Dirisamer M, Parker J, Naveiras M, Liarakos VS, Ham L, van Dijk K, et al. Identifying causes for poor visual outcome after DSEK/DSAEK following secondary DMEK in the same eye. *Acta Ophthalmol* [Internet]. 2013 Mar 1 [cited 2022 Oct 5];91(2):131–9. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1755-3768.2012.02504.x>
152. Ham L, van Luijk C, Dapena I, Wong TH, Birbal R, van der Wees J, et al. Endothelial Cell Density after Descemet Membrane Endothelial Keratoplasty: 1- to 2-Year Follow-up. *Am J Ophthalmol* [Internet]. 2009 Oct 1 [cited 2022 Oct 5];148(4):521–7. Available from: <http://www.ajo.com/article/S0002939409003183/fulltext>
153. Price MO, Gorovoy M, Benetz BA, Price FW, Menegay HJ, Debanne SM, et al. Descemet's Stripping Automated Endothelial Keratoplasty Outcomes Compared with Penetrating Keratoplasty from the Cornea Donor Study. *Ophthalmology* [Internet]. 2010 Mar 1 [cited 2022 Oct 5];117(3):438–44. Available from: <http://www.aajournal.org/article/S0161642009008458/fulltext>
154. Terry MA. Endothelial keratoplasty: Why aren't we all doing descemet membrane endothelial keratoplasty? *Cornea* [Internet]. 2012 May [cited 2022 Oct 5];31(5):469–71. Available from: https://journals.lww.com/corneajrnl/Fulltext/2012/05000/Endothelial_Keratoplasty_Why_Aren_t_We_All_Doing.1.aspx
155. van Dijk K, Droutsas K, Hou J, Sangsari S, Liarakos VS, Melles GRJ. Optical quality of the cornea after descemet membrane endothelial keratoplasty. *Am J Ophthalmol* [Internet]. 2014 Jul 1 [cited 2022 Oct 5];158(1):71-79.e1. Available from: <http://www.ajo.com/article/S0002939414002116/fulltext>
156. MacHalińska A, Kuligowska A, Kaleta K, Kuśmierz-Wojtasik M, Safranow K. Changes in Corneal Parameters after DMEK Surgery: A Swept-Source Imaging Analysis at 12-Month Follow-Up Time. *J Ophthalmol* [Internet]. 2021 [cited 2022 Oct 5];2021. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3521767/>
157. Vasiliauskaite I, Oellerich S, Ham L, Dapena I, Baydoun L, van Dijk K, et al. Descemet Membrane Endothelial Keratoplasty: Ten-Year Graft Survival and Clinical Outcomes. *Am J Ophthalmol* [Internet]. 2020 Sep 1 [cited 2022 Oct 5];217:114–20. Available from: <http://www.ajo.com/article/S0002939420301720/fulltext>
158. Birbal RS, Dhubhghaill SN, Bourgonje VJA, Hanko J, Ham L, Jager MJ, et al. Five-Year Graft Survival and Clinical Outcomes of 500 Consecutive Cases after Descemet Membrane Endothelial Keratoplasty. *Cornea* [Internet]. 2020 Mar 1 [cited 2022 Oct 5];39(3):290. Available from: https://journals.lww.com/corneajrnl/Fulltext/2020/03000/Five_Year_Graft_Survival_and_Clinical_Outcomes_of.4.aspx
159. Birbal RS, Baydoun L, Ham L, Miron A, van Dijk K, Dapena I, et al. Effect of Surgical Indication and Preoperative Lens Status on Descemet Membrane Endothelial Keratoplasty Outcomes. *Am J Ophthalmol* [Internet]. 2020 Apr 1 [cited 2022 Oct 5];212:79–87. Available from: <http://www.ajo.com/article/S0002939419306129/fulltext>

160. Morishige N, Yamada N, Teranishi S, Chikama T ichiro, Nishida T, Takahara A. Detection of subepithelial fibrosis associated with corneal stromal edema by second harmonic generation imaging microscopy. *Invest Ophthalmol Vis Sci* [Internet]. 2009 [cited 2022 Oct 5];50(7):3145–50. Available from: https://www.researchgate.net/publication/24032150_Detection_of_Subepithelial_Fibrosis_Associated_with_Corneal_Stromal_Edema_by_Second_Harmonic_Generation_Imaging_Microscopy
161. Schrittenlocher S, Bachmann B, Tiurbe AM, Tuac O, Velten K, Schmidt D, et al. Impact of preoperative visual acuity on Descemet Membrane Endothelial Keratoplasty (DMEK) outcome. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology* 2018 257:2 [Internet]. 2018 Dec 18 [cited 2022 Oct 5];257(2):321–9. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00417-018-4193-4>
162. Alnawaiseh M, Rosentreter A, Eter N, Zumbach L. Changes in corneal refractive power for patients with fuchs endothelial dystrophy after DMEK. *Cornea* [Internet]. 2016 Aug 1 [cited 2022 Oct 5];35(8):1073–7. Available from: https://journals.lww.com/corneajrnl/Fulltext/2016/08000/Changes_in_Corneal_Refractive_Power_for_Patients.9.aspx
163. Hosny M, Alió JL, Claramonte P, Attia WH, Pérez-Santonja JJ. Relationship between anterior chamber depth, refractive state, corneal diameter, and axial length. *Journal of Refractive Surgery*. 2000 May;16(3):336–40.
164. Ham L, Dapena I, Moutsouris K, Balachandran C, Frank LE, van Dijk K, et al. Refractive change and stability after Descemet membrane endothelial keratoplasty: Effect of corneal dehydration-induced hyperopic shift on intraocular lens power calculation. *J Cataract Refract Surg* [Internet]. 2011 Aug [cited 2022 Oct 5];37(8):1455–64. Available from: https://www.researchgate.net/publication/51514416_Refractive_change_and_stability_after_Descemet_membrane_endothelial_keratoplasty_Effect_of_corneal_dehydration-induced_hyperopic_shift_on_intraocular_lens_power_calculation
165. Fritz M, Grewing V, Böhringer D, Lapp T, Maier P, Reinhard T, et al. Avoiding Hyperopic Surprises After Descemet Membrane Endothelial Keratoplasty in Fuchs Dystrophy Eyes by Assessing Corneal Shape. *Am J Ophthalmol* [Internet]. 2019 Jan 1 [cited 2022 Oct 5];197:1–6. Available from: https://www.researchgate.net/publication/327508231_Avoiding_Hyperopic_Surprises_After_Descemet_Membrane_Endothelial_Keratoplasty_in_Fuchs_Dystrophy_Eyes_by_Assessing_Corneal_Shape
166. Campbell JA, Ladas JG, Wang K, Woreta F, Srikumaran D. Refractive accuracy in eyes undergoing combined cataract extraction and Descemet membrane endothelial keratoplasty. *British Journal of Ophthalmology* [Internet]. 2022 May 1 [cited 2022 Oct 5];106(5):623–7. Available from: https://www.researchgate.net/publication/348313473_Refractive_accuracy_in_eyes_undergoing_combined_cataract_extraction_and_Descemet_membrane_endothelial_keratoplasty
167. Gundlach E, Pilger D, Brockmann T, Dietrich-Ntoukas T, Jousen AM, Torun N, et al. Recovery of Contrast Sensitivity After Descemet Membrane Endothelial Keratoplasty. *Cornea*. 2021 Sep 1;40(9):1110–6.
168. Guerra FP, Anshu A, Price MO, Giebel AW, Price FW. Descemet's Membrane Endothelial Keratoplasty: Prospective Study of 1-Year Visual Outcomes, Graft Survival, and Endothelial Cell Loss. *Ophthalmology*. 2011 Dec 1;118(12):2368–73.

169. Shajari M, Kolb CM, Mayer WJ, Agha B, Steinwender G, Dirisamer M, et al. Characteristics of preoperative and postoperative astigmatism in patients having Descemet membrane endothelial keratoplasty. *J Cataract Refract Surg*. 2019 Jul 1;45(7):1001–6.
170. Yamaguchi T, Negishi K, Yamaguchi K, Dogru M, Uchino Y, Shimmura S, et al. Comparison of anterior and posterior corneal surface irregularity in descemet stripping automated endothelial keratoplasty and penetrating keratoplasty. *Cornea* [Internet]. 2010 Oct [cited 2022 Oct 5];29(10):1086–90. Available from: https://journals.lww.com/corneajrnl/Fulltext/2010/10000/Comparison_of_Anterior_and_Posterior_Corneal.2.aspx
171. van Dijk K, Parker J, Liarakos VS, Ham L, Frank LE, Melles GRJ. Incidence of irregular astigmatism eligible for contact lens fitting after Descemet membrane endothelial keratoplasty. *J Cataract Refract Surg* [Internet]. 2013 Jul [cited 2022 Oct 5];39(7):1036–46. Available from: https://journals.lww.com/jcrs/Fulltext/2013/07000/Incidence_of_irregular_astigmatism_eligible_for.12.aspx
172. Yamaguchi T, Negishi K, Yamaguchi K, Murat D, Uchino Y, Shimmura S, et al. Effect of anterior and posterior corneal surface irregularity on vision after Descemet-stripping endothelial keratoplasty. *J Cataract Refract Surg* [Internet]. 2009 Apr [cited 2022 Oct 5];35(4):688–94. Available from: https://journals.lww.com/jcrs/Fulltext/2009/04000/Effect_of_anterior_and_posterior_corneal_surface.27.aspx
173. Nielsen E, Ivarsen A, Kristensen S, Hjortdal J. Fuchs' endothelial corneal dystrophy: a controlled prospective study on visual recovery after endothelial keratoplasty. *Acta Ophthalmol* [Internet]. 2016 Dec 1 [cited 2022 Oct 5];94(8):780–7. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/aos.13126>
174. Hayashi T, Yamaguchi T, Yuda K, Kato N, Satake Y, Shimazaki J. Topographic characteristics after Descemet's membrane endothelial keratoplasty and Descemet's stripping automated endothelial keratoplasty. *PLoS One* [Internet]. 2017 Nov 1 [cited 2022 Oct 5];12(11). Available from: [/pmc/articles/PMC5708795/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3008795/)

8. EKLER

EK-1. Etik Kurul Onayı



T.C.
ANKARA VALİLİĞİ
İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi

T.C. SAĞLIK BAKANLIĞI ANKARA EĞİTİM VE
ARAŞTIRMA HASTANESİ - T.C. SAĞLIK BAKANLIĞI
ANKARA EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ
28/07/2022 15:36 - E-93471371 - 514.99 - 12965
00170293685

Sayı : E-93471371-514.99
Konu : E.Kurul – E-22-1034- Etik Kurul
Kararı

1034 - no'lu çalışma

SBÜ Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi Göz Hastalıkları Kliniği'nden **"Descement Membran Endotelyal Keratoplasti Sonrası Yüksek Sıralı Aberasyonlar ve Asferisite "** konulu çalışma incelenmiş olup, Etik açıdan oy birliğiyle uygun görülmüştür.

27/07/2022
Prof. Dr. Uğur KOÇER
Etik Kurul Başkanı

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu: 2-12-1975-6-6-146-120-920440-74045 — Belge Doğrulama Adresi: <https://www.turkiye.gov.tr/saglik-bakanligi-cbys>
SBÜ Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi-Etik Kurul Birimi, Hacettepe Mah.
Ulucanlar Cad. No: 89 Altıdağ/ANKARA
Telefon: Faks No: 0 312 363 33 96
e-Posta: sibel.tokul@saglik.gov.tr İnternet Adresi: sibel.tokul@saglik.gov.tr
Bilgi için: Sibel TOKU
SAĞLIK TEKNİKERİ
Telefon No: (0 312) 595 31 89



KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Descement Membran Endotelial Keratoplasti Sonrası Yüksek Sıralı Aberasyonlar ve Asferisite
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	-

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	SBÜ Ankara Eğitim Araştırma Hastanesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
	AÇIK ADRESİ:	Etik Kurul Sekreterliği Sakarya Mah. Ulucanlar Cad.No:89 Altındağ/Ankara
	TELEFON	0312 598 36 00
	FAKS	0312 363-33 96
	E-POSTA	aeahetikkurul06@gmail.com

BAŞVURU BİLGİLERİ	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Prof. Dr. Züleyha YALNIZ AKKAYA			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Göz Hastalıkları			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	SBÜ Ankara Eğitim Araştırma Hastanesi			
	VARSA İDARİ SORUMLU UNVANI/ADI/SOYADI	-			
	DESTEKLEYİCİ	-			
	PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TÜBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için)	-			
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ	-			
	ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ	Gözlemsel ilaç çalışması	☐		
		Gözlemsel Çalışma	a- ☐		
		a-)Prospektif Gözlemsel(Olgu Kontrol,Kesitsel)	b- ☐		
		b-)Prospektif Çalışma	c- ☒		
		c-)Retrospektif Çalışma			
		FAZ 1			
		FAZ 2	☐		
		FAZ 3	☐		
		FAZ 4	☐		
		Tıbbi cihaz klinik araştırması	☐		
		İlaç dışı klinik araştırma	☐		
		In vitro tıbbi tanı cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları	☐		
		Diğer ise belirtiniz:			
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☒	ÇOK MERKEZLİ ☐	ULUSAL ☐	ULUSLARARASI ☐

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Descement Membran Endotelyal Keratoplasti Sonrası Yüksek Sıralı Aberasyonlar ve Asferisite
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	-

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili				
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ			Türkçe ☒	İngilizce ☐	Diğer ☐		
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU			Türkçe ☒	İngilizce ☐	Diğer ☐		
	OLGU RAPOR FORMU			Türkçe ☒	İngilizce ☐	Diğer ☐		
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe ☐	İngilizce ☐	Diğer ☐		
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı	Açıklama						
	SİGORTA	☐						
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	☒						
	BİYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	☐						
	İLAN	☐						
	YILLIK BİLDİRİM	☐						
	SONUÇ RAPORU	☐						
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	☐						
KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 1034/2022	Tarih: 27/07/2022						
	Yukarıda bilgileri verilen SBÜ Ankara Eğitim Araştırma Hastanesi, Göz Hastalıkları Kliniği'nden Prof. Dr. Züleyha YALNIZ AKKAYA, Prof. Dr. Ayşe BURCU, Doç. Dr. Selma UZMAN ve Doç. Dr. Evin ŞİNGAR tarafından yapılması planlanan ve Asist. Dr. Hakan MERT' in Tez çalışması olan "Descement Membran Endotelyal Keratoplasti Sonrası Yüksek Sıralı Aberasyonlar ve Asferisite" isimli klinik araştırma başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir.							
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU								
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI		İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu						
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:		Prof. Dr. Uğur KOÇER						
Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile ilişki		Katılım *	İmza
Prof. Dr. Uğur KOÇER	Plastik,Rekonstrüktif ve Estetik Cerrah	S.B.Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☐	
Prof. Dr. Burcu DUYUR ÇAKIT	Fizik Tıp ve Rehabilitasyon	S.B.Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☐	
Prof. Dr. Hülya BAŞAR	Anestezi ve Reanimasyon	S.B.Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☐	
Prof. Dr. Hatice ÇELİK	Kulak Burun Boğaz Kliniği, Ağır Yüz ve Çene Cerrahisi	S.B.Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☐	
Doç. Dr. Güray SOYDAN	Farmakoloji	Hacettepe Üniversitesi, Tıp Fakültesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☐	
Doç. Dr. Pelin Seher ÖZTEKİN	Radyoloji	S.B.Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☐	
Uzm. Dr. Yunus Emre BULUT	Halk Sağlığı	Ankara Halk Sağlığı Müdürlüğü	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☐	

Etik Kurul Başkanı
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Uğur KOÇER
İmza:

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI		Descement Membran Endotelyal Keratoplasti Sonrası Yüksek Sıralı Aberasyonlar ve Asferisite							
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU		-							
Öğr. Grv.Dr. Seyhan DEMİR KARABULUT	Tıp Tarihi ve Etik Anabilim Dalı	Bağkent Üniversitesi, Tıp Fakültesi	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☐	H ☐	
Prof. Dr. Nurten ÜNLÜ	Göz Hastalıkları	S.B.Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☐	H ☐	
Doç. Dr. Rukiye ÜNSAL SAÇ	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	S.B.Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☐	H ☐	
Doç. Dr. Aziz Mutlu BARLAS	Genel Cerrahi	S.B.Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☐	H ☐	
Av. Fatma Handenur HENDEK	Avukat	Ankara Barosu/Serbest Avukat	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☐	H ☐	
Müh. Alperen ORHAN	Biyomedikal Mühendisi	S.B.Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☐	H ☐	
Öğr. Mustafa Sıddık ÖZCAN	Öğretmen	Ankara Kız Anadolu İmam- Hatip Lisesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☐	H ☐	

EK-2. Tez Konusu Onayı

Evrak Tarih ve Sayısı: 10.08.2022-152708



T.C.
SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
Gülhane Tıp Fakültesi Dekanlığı

Sayı : E-86241737-100--152708
Konu : Tez İnceleme ve Değerlendirme Akademik
Kurulu Kararları

10.08.2022

DAĞITIM YERLERİNE

Gülhane Tıp Fakültesi Tez İnceleme ve Değerlendirme Akademik Kurulu, 04.08.2022 tarihinde saat 14:00'da Dekan Yardımcısı Prof.Dr.Sedat YILMAZ başkanlığında üyelerin uzaktan dijital ortamda online olarak katılımı ile toplanmıştır. Toplantıda, Dekanlığımızla afile olan SUAM'larda görevli 101 (yüz bir) uzmanlık öğrencisine ait tez incelenerek değerlendirilmiş olup; tezlerle ilgili Ek 'teki kararların alınmasına oy birliği ile karar verilmiştir. Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof. Dr. Cüneyt GÖKSOY
Dekan V.

Ek:Kurul Kararı

Dağıtım:
Göz Hastalıkları Anabilim Dalı Başkanlığına
Kadın Hastalıkları ve Doğum Anabilim Dalı Başkanlığına
Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı Başkanlığına
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı Başkanlığına
Hava ve Uzay Hekimliği Anabilim Dalı Başkanlığına
Nöroloji Anabilim Dalı Başkanlığına
Ruh Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı Başkanlığına
Aile Hekimliği Anabilim Dalı Başkanlığına
Çocuk ve Ergen Ruh Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı Başkanlığına
Deri ve Zührevi Hastalıkları Anabilim Dalı Başkanlığına
Ankara Atatürk Sanatoryum Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğüne
Ankara Dışkapı Yıldırım Beyazıt Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğüne
Ankara Dr. Abdurrahman Yurtaslan Onkoloji Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğüne
Ankara Etlik Zübeyde Hanım Kadın Hastalıkları Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğüne
Ankara Gülhane Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğüne
Ankara Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğüne
Ankara Şehir Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğüne

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu : *BSI.SDY1A50* Pin Kodu :25432

Belge Takip Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/sbu-ebys>

Adres:Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Yerleşkesi Emrah Mah. 0618

Bilgi için: Levent YILDIRIM

Etlik/Keçiören/ANKARA

Unvanı: Uzman

Telefon:0 312 304 61 73 Faks:0 312 304 61 90

Web:<http://sbu.edu.tr>

Kep Adresi:sbu@hs01.kep.tr



Bu belge,güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

17.	Dr.Mustafa POLATTIMUR	Ankara SUAM	Şehir	Aile Hekimliği Polikliniğine Başvuran Hastalarda Spiritüalite Düzeyi ve Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp Uygulaması	Kabul Edildi.
18.	Dr.Süeda Aybike SÖNMEZ	GTF Çocuk ve Ergen Ruh Sağlığı ve Hastalıkları AD.Bşk.lığı		Dikkat eksikliği hiperaktivite bozukluğu tanısı olan ergenlerde ekran maruziyeti düzeyi siber zorbalık mağdur ve li olma ile disosiyatif deneyimler arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi ve sağlıklı kontrollerle karşılaştırılması	Kabul Edildi.
19.	Dr.Oya GÜLEŞEN	GTF Çocuk ve Ergen Ruh Sağlığı ve Hastalıkları AD.Bşk.lığı		Anoreksiya nervoza tanısı olan ergenlerde emosyon regülasyonu ve aleksemitinin anksiyete ve defesif semptomlarla ilişkisi ve sağlıklı kontrollerle karşılaştırılması	Kabul Edildi.
20.	Dr.Nezaket Merve YAMAN AKKUŞ	Ankara SUAM	Şehir	Akut pulmoner emboli hastalarında CRP/Albumin oranı ve AST/ALT oranı ile SPESİ skoru arasındaki ilişki	Kabul Edildi.
21.	Dr. Merve EKREN ÖZTÜRK	Ankara Yıldırım SUAM	Dışkapı Beyazıt	Orta ve şiddetli akne vulgaris hastalarında serum Nesfatin-1 seviyesinin değerlendirilmesi hastalık şiddeti ve yaş ile ilişkisi	Kabul Edildi.
22.	Dr. Atakan BESNEK	Ankara Yıldırım SUAM	Dışkapı Beyazıt	Anevrizmal subaraknoid kanama sonrası hemoglobin düzeyleri ile vazospazm, serebral iskemi ve klinik sonuçlar arasındaki ilişkinin incelenmesi	Kabul Edildi.
23.	Dr. Cansu EKİCİ	Ankara Yıldırım SUAM	Dışkapı Beyazıt	Litotomi pozisyonunda retrograd intrarenal cerrahi geçirecek olan Hastaların optik sinir kılıf çapının ultrasonografi olarak değerlendirilmesi	Kabul Edildi.
24.	Dr.Denizhan DEMİR	Ankara SUAM	Şehir	İlk trimesterde uyku bozukluğunun gebeliğin ilerleyen dönemlerindeki preeklampsi , gestasyonel diabetes mellitus ,intrauterin gelişme kısıtlılığı,preterm eylem,acil sezaryan doğum düşük doğum ağırlığı ve ölü doğum gibi kötü obstetrik sonuçlar açısından takip edilmesi	Kabul Edildi.
25.	Dr. Dilara URYAN	Ankara Yıldırım SUAM	Dışkapı Beyazıt	İnsidan periton diyalizi hastalarında uzun süreli ürik asit seviyesi değişimlerinin mortalite ile ilişkisinin değerlendirilmesi	Kabul Edildi.
26.	Dr.Hilal GÜRBÜZ TÜRKMEN	GTF Aile Hekimliği AD.Bşk.lığı		65 yaş ve üstü hastaların günlük ve enstrümental yaşam aktivitelerindeki bağımlılık seviyesi ile cilt lezyonları arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi	Kabul Edildi.
27.	Dr.Hasan SOYLU	GTF Anesteziyoloji ve Rea AD.Bşk.lığı		Laparoskopik kolesistektomi cerrahisi yapılan hastalarda intreperatif ölçülen oksijen rezerv indeksi(ori) değerinin postoperatif hipoksemi tahmin etmedeki rolü	Kabul Edildi.
28.	Dr.Gül Özge YILMAZ	Ankara SUAM	Sağlık	Hipertansiyon hastalarının tansiyon takibinde etkili olan faktörlerin araştırılması	Kabul Edildi.
29.	Dr.Hakan MERT	Ankara SUAM	Sağlık	Descemet Mebran Endotelyal Keratoplasti sonrası yüksek sıralı aberasyonlar ve asferisite	Kabul Edildi.
30.	Dr.Timuçin YILDIRIM	Ankara Atatürk Sanatoryum SUAM		Helicobacter pylori enfeksiyonunun neden olduğu kronik gastritte kullanılan Sydney klasifikasyonu parametreleri üzerine diabetes mellitusun etkisinin araştırılması	Kabul Edildi.
31.	Dr. Merve BADILLI	Ankara Atatürk Sanatoryum SUAM		Hekimlerde algılanan stres düzeyinin Gastrointestinal semptomlarla ilişkisi	Kabul Edildi.
32.	Dr. Mehmet Emin DEMETÇİ	Ankara Yıldırım SUAM	Dışkapı Beyazıt	Ankara Mamak Vatan Aile Sağlığı Merkezi polikliniğinde raporlu kronik hastalığı olanlar ve olmayanların COVID-19 aşı olma oran ve sıklığının karşılaştırılması	Kabul Edildi.
33.	Dr. Şuayb Erkan TERCAN	Ankara Yıldırım SUAM	Dışkapı Beyazıt	Üçüncü basamak bir hastane örneğinde hekimlerinin mesleki ile sürekli kaygı ölçek puanlarının karşılaştırılması	Kabul Edildi.
34.	Dr. Derman Asiye EKER	Ankara Yıldırım SUAM	Dışkapı Beyazıt	COVID-19 Pandemisi sürecinde hastalar tarafından geleneksel ve tamamlayıcı tıp kullanımı oranları ve tecrübeleri	Kabul Edildi.

9. ÖZGEÇMİŞ

I- Bireysel Bilgiler

Adı-Soyadı : Hakan MERT

Doğum yeri ve tarihi :

Uyruğu : T.C.

Medeni durumu : Evli

Askerlik durumu : Yapıldı

İletişim adresi :

Telefon :

e-mail adresi :

Yabancı dili : İngilizce

II- Eğitimi

Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Mezuniyet Yılı:2016

Dolapoğlu Anadolu Lisesi Mezuniyet Yılı: 2010

III- Ünvanları

Asistan doktor (2018- halen)

IV- Mesleki Deneyimi

Sağlık Bilimleri Üniversitesi Ankara Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi
(2018- halen)

V- Üye Olduğu Bilimsel Kuruluşlar

Türk Oftalmoloji Derneği (TOD)