



T.C. SAğLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
KAYSERİ ŞEHİR HASTANESİ
SAğLIK UYGULAMA VE ARAşTIRMA MERKEZİ
GÖZ HASTALIKLARI

PRK VE FS-LASİK YAPILAN HASTALARDA KOROİD KALINLIğI VE
KOROİDAL VASKÜLER İNDEKSİN DEğERLENDİRİLMESİ

Dr. Sefa NAL

TIPTA UZMANLIK TEZİ

KAYSERİ/2023



T.C. SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
KAYSERİ ŞEHİR HASTANESİ
SAĞLIK UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ
GÖZ HASTALIKLARI

PRK VE FS-LASIK YAPILAN HASTALARDA KOROİD KALINLIĞI VE
KOROİDAL VASKÜLER İNDEKSİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Sefa ÜNAL

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Zeynep DURU

(TIPTA UZMANLIK TEZİ)

KAYSERİ/2023

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca engin bilgisinden faydalandığım, iyi ve nitelikli bir göz hekimi olabilmem için özveriyle varlığını hissettiğim, mesleki tecrübelerini ve hayata dair deneyimlerini her daim bizimle paylaşan hem teorik hem de cerrahi bilgimin oluşmasında büyük emeği ve katkısı olan; değerli hocalarım Sayın Doç. Dr. Mustafa ATAŞ' a ve Sayın Doç. Dr. Ender SIRAKAYA'ya sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin her aşamasında beni yönlendiren, ihtiyacım olduğu zaman yanımda olan ve yardımını esirgemeyen, her daim bilgi ve birikimini benimle paylaşan danışman hocam Sayın Doç. Dr. Zeynep DURU'ya sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Eğitimime büyük katkı sağlamış, bilgi ve tecrübelerini bizlerle her fırsatta paylaşan değerli hocalarım Op. Dr. Semra KOCA'ya, Doç. Dr. Soner GÜVEN'e, Doç. Dr. Cemal ÖZSAYGILI'ya, Doç. Dr. Sedat ARIKAN'a, Doç. Dr. Necati DURU'ya ve Doç. Dr. Sertan GÖKTAŞ'a, Oküloplasti alanındaki teorik bilgisini benimle paylaşan ve cerrahi deneyimini hiç sakınmadan bana öğreten Op. Dr. Bedirhan ALABAY'a, Op. Dr. Alperen AĞADAYI'ya ve Op. Dr. Deniz KILIÇ'a, Kornea ve Kontakt Lens Birimindeki katkıları için Op. Dr. Nisa KAHRAMAN'a ve ayrıca Üvea Biriminde de bilgisini esirgemeyen Op. Dr. Hatice ERGÜN'e; Şaşılık biriminde eğitimimiz için özveriyle çalışan Op. Dr. Abdülkerim DURUKAN'a en içten duygularıyla teşekkür ederim.

Uzmanlık eğitimim boyunca öğrenme ve gelişmenin hem zorluklarını hem de keyfini paylaştığımız, özlemle hatırlayacağımız pek çok anı biriktirdiğimiz ve artık bir ailenin parçası haline geldiğimiz asistan arkadaşlarıma; büyük özveri ile çalışan hemşire, sekreter ve personelimize en içten sevgilerimi sunarım.

Bugün bulunduğum noktaya gelmemde en büyük emeğe sahip olan, desteklerini her zaman yanımda hissettiğim ve hayatımın her anında yanımda olan canım anneme, babama ve ablalarım, her zaman yanımda olan ve kendisinden güç, alarak yola devam etmemi sağlayan değerli eşim, meslektaşım Dr. Sena ÜNAL'a sonsuz saygı, minnet ve sevgilerimi sunarım...

Dr Sefa ÜNAL

KAYSERİ,2023

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iv
TABLolar DİZİNİ	v
ÖZET	vi
ABSTRACT	vii
1.GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2.GENEL BİLGİLER	3
2.1. KORNEA.....	3
2.2. KOROİD	7
2.3. GÖZÜN REFRAKTİF DURUMLARI.....	10
2.4. REFRAKTİF CERRAHİ YÖNTEMLER.....	16
2.5. KORNEAL REFRAKTİF CERRAHİDE KULLANILAN LAZER YÖNTEMLERİ	22
2.6. REFRAKTİF CERRAHİ ÖNCESİ MUAYENE VE HASTA SEÇİMİ	23
2.7. CERRAHİ TEKNİK	27
2.8. OPTİK KOHERENS TOMOGRAFİ VE KOROİD GÖRÜNTÜLEME.....	31
2.9. KOROİDAL VASKÜLARİTE İNDEKSİ.....	32
3. GEREÇ VE YÖNTEM	34
3.1. HASTA DEĞERLENDİRİLMESİ VE HASTA SEÇİM KRİTERLERİ	34
3.2. CERRAHİ TEKNİK	38
3.3. İSTATİKSEL ANALİZ	39
4. BULGULAR	41
5.TARTIŞMA	45
6.SONUÇLAR	48
KAYNAKLAR.....	49
ÖZGEÇMİŞ.....	54

SİMGELER VE KISALTMALAR

BSS	Balanced Salt Solution
D	Diyoptri
EDI-OKT	Enhanced Depth Imaging Optik Kohorens Tomografi
EİDGK	En İyi Düzeltilmiş Görme Keskinliği
FLEX	Femtosecond Lenticule Extraction
GİB	Göz İçi Basıncı
KVİ	Koroidal Vasküler İndeks
LASEK	Laser Subepithelial Keratomileusis
FS-LASİK	Femtosecond Assisted Laser in Situ Keratomileusis
MMC	Mitomisin C
OKT	Optik Kohorens Tomografi
OKT-A	Optik Kohorens Tomografi Anjiyografi
PRK	Fotorefraktif Keratektomi
SD	Spektral Domain
SE	Sferik Eşdeğer
SMILE	Small Incision Lenticule Extraction
SFKK	Subfoveal Koroid Kalınlığı
TD	Time Domain

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1 : Korneanın katmanları	4
Şekil 2: Koroid katmanları.....	8
Şekil 3: Işığın odaklanması.....	11
Şekil 4: Excimer lazer ile kornea tabakasının şekillenmesi.....	17
Şekil 5: LASIK'te flep kaldırılması.....	19
Şekil 6: Ara yüz ile birlikte İntralase femtosaniye lazer cihazı	20
Şekil 7: Femtosaniye lazerde arayüz ile kornea arasında bağlantı kuran vakum	20
Şekil 8: LASIK'te flep oluşturma ve PRK'da epiteli debride etme aşamaları	30
Şekil 9: Koroid kalınlığı ölçümü	36
Şekil 10: KVI hesaplaması aşamaları	



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Çalışma gruplarında demografik değişkenlerin karşılaştırılması.....	41
Tablo 2. Korneal kalınlık ve ablasyon derinliklerin gruplar arasında karşılaştırılması	41
Tablo 3. Kırma kusuru ve göz içi basınçlarında dair ölçüm değerlerinin grup içi ve gruplar arası karşılaştırmaları.....	42
Tablo 4. Subfoveal koroidal kalınlık ve koroidal vasküler indeks değerlerinin gruplar arası karşılaştırmaları	43
Tablo 5. İkili Karşılaştırmalar	44



ÖZET

Amaç: Fotorefraktif keratektomi (PRK) ve Femtosaniye yardımcı lazer in situ keratomileusis (FS-LASIK) uygulanan gözlerde koroid kalınlığı ve koroid vasküler indeks (KVI) değişimlerinin araştırılması amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem: PRK ve FS-LASIK uygulanan hastaların dosyaları retrospektif olarak tarandı. Preoperatif dönem ve postoperatif yedinci günlerdeki refraktif değerleri, en iyi düzeltilmiş görme keskinliği (EİDGK) ile göz içi basıncı (GİB) değerleri incelendi. Preoperatif dönemde, postoperatif birinci ve yedinci günlerde fovea merkezini içerecek şekilde çekilen EDI-OKT görüntüleri incelenerek subfoveal koroid kalınlığı (SFKK), subfoveal ve submaküler KVI verileri değerlendirildi. İstatistiksel analizler Jamovi (Version 2.3.24.0) ve JASP (Version 0.17.1) programları ile yapıldı, anlamlılık düzeyi 0.05 (p-değeri) olarak dikkate alındı.

Bulgular: Çalışmaya 70 hastanın sağ gözü dahil edildi (32 FS-LASIK 38 PRK). Preoperatif dönemde sferik, silindirik ve sferik eşdeğer FS-LASIK grubunda PRK'ya göre daha yüksekken (sırasıyla ($p=0.016$, $p=0.009$, $p<0.001$) postoperatif dönemde iki grupta da benzerdi (her biri için $p>0.05$). FS-LASIK ve PRK grubunda preoperatif döneme göre postoperatif 1.günde SFKK'da ve subfoveal KVI'de istatistiksel olarak anlamlı artış görüldü (her biri için $p<0.05$). Submaküler KVI'de her iki grupta da grup içinde ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmedi (her biri için $p>0.05$).

Sonuç: Postoperatif 1.günde her iki grupta da SFKK'da ve KVI'de artış saptadık. Bunun sebebi cerrahi sonrası artan inflamatuvar yanıt ve vasküler geçirgenlik olabilir. Ayrıca FS-LASIK grubunda, vakum aşamasında koroidin mekanik olarak gerilmesi ve GİB'deki geçici artış da bu yükselmeye katkı sağlamış olabilir.

Anahtar kelimeler: PRK, FS-LASIK, Koroid vasküler indeks, Koroid Kalınlığı

ABSTRACT

Aim: The aim of this study was to compare the changes of the choroidal thickness and choroidal vascularity index (CVI) in the eyes which underwent photorefractive keratectomy (PRK) and femtosecond laser-assisted laser in situ keratomileusis (FS-LASIK).

Materials and Methods: The chart files of patients who underwent PRK and FS-LASIK were reviewed retrospectively. Refractive values, best corrected visual acuity (BCVA) and intraocular pressure (IOP) values in the preoperative period and postoperative 7th days were analyzed. Subfoveal choroidal thickness (SFCT), subfoveal and submacular CVI data were assessed by EDI-OCT images which were taken in the preoperative period and postoperative 1st and 7th days including the center of fovea. The statistical analyses have been carried out with Jamovi (Version 2.3.24.0) and JASP (Version 0.17.1) and a p value less than 0.05 was considered to be statistically significant.

Results: The right eyes of 70 patients were included in the study (32 FS LASIK 38 PRK). While spherical, cylindrical and spherical equivalent values in FS-LASIK group were higher than in PRK group in the preoperative period (respectively $p=0.016$, $p=0.009$, $p<0.001$), the groups were similar in terms of postoperative values (for both $p>0.05$). There was a statistically significant increase in SFCT and subfoveal CVI on the postoperative 1st day compared to the preoperative period in the FS-LASIK and PRK groups ($p<0.05$ for each). There was no significant difference between preoperative, postoperative 1st day and postoperative 7th day measurements of submacular CVI values in both groups ($p>0.05$).

Conclusion: We found an increase in SFCT and CVI in both groups on postoperative first day. This may be due to increased inflammatory response and vascular permeability after surgery. In addition, mechanical stretching of the choroid during the suction phase and the temporary increase in IOP may have contributed to this increase in the FS-LASIK group.

Keywords: PRK, FS-LASIK, Choroidal vascularity index, Choroidal Thickness

1.GİRİŞ VE AMAÇ

Kırma kusuru sebebiyle görme bozukluğu yaşayan hastalara yıllardır uygulanan refraktif cerrahi, başarılı sonuçlarıyla popüler bir hale gelmiş ve uygulamasında son yıllarda hızlı bir artış olmuştur. İlk başlarda sadece miyopi için uygulanırken, daha sonraki yıllarda astigmatizma ve hipermetropi hastaları için de uygulanmaya başlamıştır. Gözlük ve kontakt lens tercih etmeyen hastalar için refraktif cerrahi ideal bir cerrahi yöntem haline gelmiştir.

19. yüzyılın başlarında modern refraktif cerrahini temelleri atılmaya başlanmıştır (1). İlk kez 1949 yılında Barraquer tarafından refraktif kusurların lamellar cerrahi ile düzeltilebileceği tanımlanmıştır (2). 1983 yılında ise Trokel ve arkadaşları 193 nm argon fluorid lazer kullanarak fotorefraktif keratektomi (PRK)' yi tanımlamışlardır (3). PRK yöntemi güvenli ve iyi görsel sonuçlar sunmuş ve hastalarda yıllardan beri uygulanmaya devam edilmiştir. Fakat erken postoperatif dönemde ağrı olması, geç dönemde ise korneal haze, miyopik regresyon gibi sorunlar PRK'nın en önemli dezavantajları olmuş, bu nedenle yeni arayışlara gidilmiştir (4).

1989 yılında Pallikaris "Laser in situ keratomileusis" (LASIK) tekniğini tanımlamıştır (5). Postoperatif daha iyi hasta konforu sağlaması, görme rehabilitasyonunun daha hızlı olması, regresyonun daha az olması gibi üstünlükleri LASIK'in PRK'ya tercih edilmesinin en önemli sebepleri olmuştur (6). Popüler hale gelen LASIK yönteminin daha çok hastada uygulanmasıyla yöntem ile ilgili yayınlar artmış ve LASIK yönteminin de önemli komplikasyonları olduğu ortaya çıkmıştır. Bu komplikasyonlar arasında flep komplikasyonları önemli bir yer tutmaktadır (7). Diğer komplikasyonlar arasında diffüz lameller keratit, kuru göz, epitelyal içe yürüme, keratektazi, sinir lifi hasarı, optik nöropati, periferik retina yırtıkları sayılabilir. Ayrıca çalışmalar, LASIK'de vakum aşamasında önemli bir göz içi basıncı (GİB) artışı olduğunu göstermiştir (8). Akut GİB yükselmesi maküler ve optik sinir başı iskemisine yol açarak fotoreseptör ve ganglion hücre hasarına neden olabilir (9).

Yüksek çözünürlükte kesitsel görüntü veren “Enhanced Depth Imaging” optik kohorens tomografi (EDI-OKT), girişimsel olmayan bir teknolojidir ve sadece retinal yapıların değil, koroid dokusunun da değerlendirilmesi için kullanılmaktadır. Koroidal vasküler indeks (KVI) ise bu görüntülerin binarizasyonu ile elde edilen parametreler kullanılarak koroiddeki vasküler yapıların luminal alanının toplam koroidal alana oranı olarak hesaplanır. Bu sayede koroidal vasküler yapılar kantitatif olarak değerlendirilebilmektedir. Sadece koroidal kalınlık ölçümüne kıyasla daha kapsamlı değerlendirme sağlamaktadır (10).

Birçok çalışma refraktif cerrahi sonrası ön segment değişikliklerini araştırmış olsa da bu ameliyatlardan sonra KVI'deki değişiklikleri değerlendiren az sayıda çalışma vardır (11) (12). Koroid kalınlığının ve KVI'nin vakumlama işlemi içeren refraktif cerrahi işlemlerinden sonra değişebileceğini ön görüyoruz.

Bu bilgiler ışığında bu çalışmada retrospektif olarak Ocak 2022 ve Ağustos 2022 tarihleri arasında Sağlık Bilimleri Üniversitesi Kayseri Şehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi Göz Hastalıkları Kliniğinde miyop ve miyopik astigmatizma tanısı ile PRK ve FS-LASIK uygulanan hastaların EDI-OKT kullanılarak koroid kalınlığı ve KVI yönünden değişimlerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

2.GENEL BİLGİLER

2.1. KORNEA

2.1.1 Korneanın Anatomisi

Gözün ön kısmının yapısal bütünlüğünü sağlayan kornea saydam ve damarsızdır. Yetişkin korneasının ortalama yatay çapı 11,5-12 cm iken dikey çapı 1mm daha küçüktür (13). Gözün toplam kırma gücü 58-60 diyoptri(D) olup bunun yaklaşık %70'ini yani 43-44 D'sini kornea sağlamaktadır. Korneanın şekli prolattır, merkezi olarak daha dik ve çevresel olarak daha düzdür, bu da asferik bir optik sistem oluşturur. Korneanın en ince kısmı merkezi kısmı olup (540µm) perifer gittikçe kalınlığı artar (14). Korneanın beslenmesi aköz hümör aracılığıyla glikoz yoluyla, gözyaşı aracılığıyla ise oksijen difüzyonuyla olur. Ek olarak perifer kornea limbal dolaşımdan oksijen desteği alır.

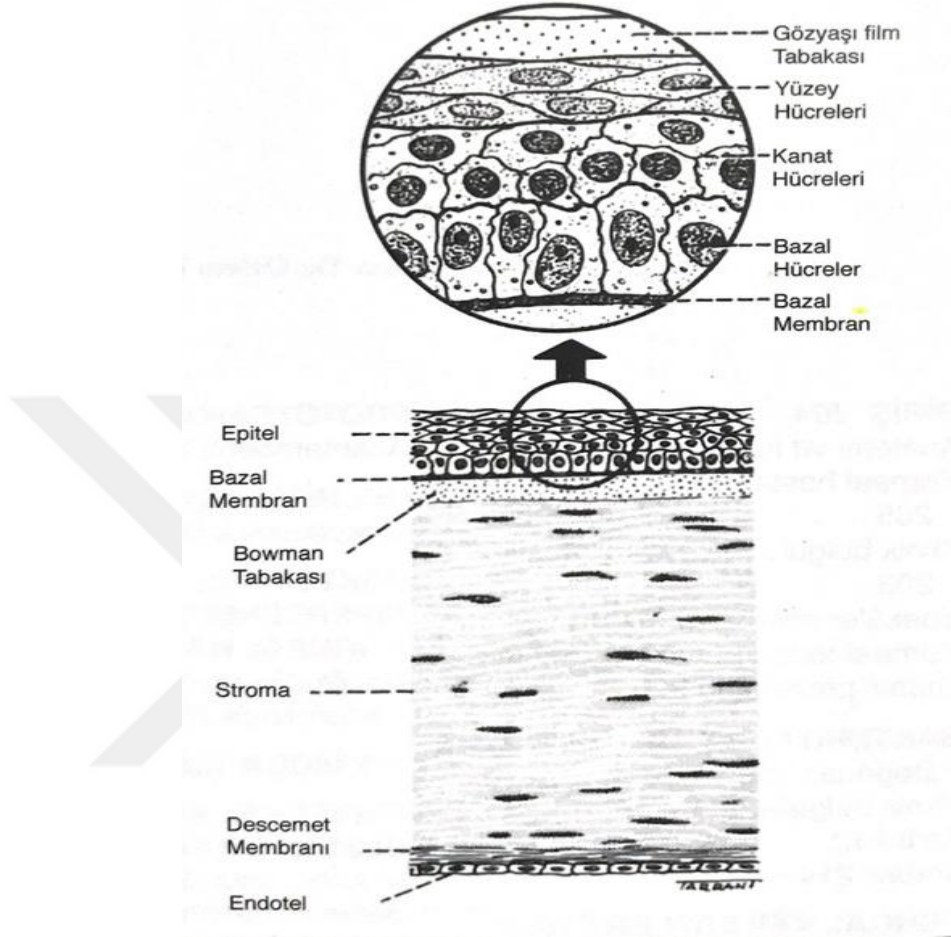
Kornea epitel tabakası bowman tabakası, stromal tabaka, descemet membranı ve endotel tabakası olmak üzere anatomik olarak 5 tabakadan oluşur (Şekil 1):

a) Epitel

Kornea epiteli mikroorganizmaların korneaya girişini engellemek için bir bariyer oluşturur. İlaveten kimyasal ajanlara ve yabancı cisim hasarına karşı koruyucudur. Kornea epiteli 40-50 µm kalınlığında, keratinize olmayan dört ila altı katmanlı yassı epitel tabakasından oluşmaktadır. Kornea epitel hücreleri apoptozise uğrayarak ve soyulup dökülerek yaklaşık 7-10 gün içerisinde düzenli bir şekilde değişir. En üstte yer alan apikal hücreler dökülür ve onun yerine daha derindeki kanat hücreler gelir (15). Bu kanat hücreler komşu hücrelerle yeni bağlantılar oluşturur ve yeni yüzey hücrelerini meydana getirirler.

Kanat hücrelerin alt kısmında mitoz yapabilme yeteneği olan, kanat ve yüzey hücrelerinin kaynağı olan, kornea epitelinin en alt hücresel tabakası olan yaklaşık 20 µm kalınlığında bazal hücreler bulunur. Bazal hücreler, hemidesmozomlar sayesinde altındaki bazal membrana bağlanır. Bu bağlantı sayesinde, epitel tabakasının

korneadan ayrılması engellenmiş olur, defektlerinde tekrarlayan kornea erozyon sendromları ve iyileşmeyen epitel defektleri olabilir (16).



Şekil 1 : Korneanın katmanları (17)

b) Bowman tabakası

Bowman tabakası epitelyal bazal membranın hemen arkasında ve stromanın da önünde yer alır. Yetişkin bir insanda, 8-12 μm kalınlığında olup, asellülerdir ve rastgele dağılmış kollajen fibrillerinden oluşur (18). Yaşla birlikte kalınlığının azaldığı bildirilmiştir. Bowman tabakasının normalde pürüzsüz ön yüzeyi, epitel ve epitelyal bazal membranın debridmanı ile açığa çıkarılır. Arka yüzeyi ise stromanın oldukça organize kollajen lamelleri ile birleşir. Rejenerasyon yeteneği olmadığından hasara uğrarsa yenilenemez, bu nedenle hastalıkları genellikle skarlaşmayla son bulur (19).

c) Stroma

Kornea kalınlığının %90 kadarını stroma dokusu oluşturur. Yaklaşık 450 µm kalınlığındadır. Stroma dokusu keratositler (kollajeni üreten fibroblastlar), kollajen fibriller, ekstrasellüler matriksten oluşur.

Kollajen fibrilleri içinde en baskın olan tip 1 kollajendir ancak tip 6 ve 12 de bulunur (20). Stroma şeffaflık ve biyomekanik özellikler açısından diğer kollajen yapılardan farklıdır. Bu fonksiyonel özellikler, stromal liflerin ve hücre dışı matrisin hassas organizasyonu ve korneal stromanın nispeten dehidrate halinden kaynaklanır. Lifler, her bir lamel içinde paralel bir şekilde dizilir ve bitişik lamellerdeki liflere göre açılarak hizalanır. Bu ağ, ışık dağılımını azaltır ve korneanın mekanik gücüne katkıda bulunur.

Ekstrasellüler matriks tip 1, 3, 5, 6 kollajenden oluşur. Glikozaminoglikanlar, keratan sülfat, kondroitin sülfat ve dermatan sülfat'tır. En sık bulunan glikozaminoglikan keratan sülfattır. Keratositler stromanın temel hücresidir ve hücre dışı matriksin korunmasını sağlarlar. Keratositler daha sık ön stromada bulunurlar ve glikozaminoglikan ve matriks metalloproteinaz üretirler (21).

d) Descement membranı

8-10µm kalınlığında ince kollajen fibrillerden oluşan bazal bir laminadır (22). Endotel tabakasının ekstrasellüler sekresyonu sonucu meydana geldiği düşünülmektedir. Kornea periferinde trabeküler ağ ile çevresel olarak birleşerek sürekli hale gelir (23). Stromada tip 4 kollajen yer almazken descement membranında bulunur. Embriyolojik dönemde gelişen ve önde yer alan bantlı bölge ve yaşam boyunca endotel tarafından salgılanan arka bantsız bölge olmak üzere 2 tabakadan oluşur. Descement membranı stromadan kolaylıkla ayrılabilir ve travma sonrası kendini yenileyebilir.

2013 yılında Harminder Dua tarafından kornea stroması ve descement membranı arasında yer alan 6.tabaka tanımlanmıştır. 15 µm kalınlığında olan bu tabaka çok güçlü bir yapıdır (24).

e) Endotel

Endotel tabakası tek sıralı hekzagonal hücrelerden oluşur ve kalınlığı 5 μm 'dir. Endotel hücreleri doğumda yaklaşık 3500–4000 hücre/ mm^2 olup, erişkin dönemde bu sayı 2500–3000 hücre/ mm^2 'ye gerilemektedir (25).

Endotel tabasının üstündeki descement membranına bağlayan hemidesmozomlar mevcuttur. Korneanın sıvı dinamiğini düzenleyen pompa fonksiyonunu sağlar. Bu sayede kornea sıvı içeriği sabit tutularak korneanın şeffaflığı sağlanır. Membrana bağlı $\text{Na} + \text{K} + \text{ATPaz}$ ve hücre içi karbonik anhidraz şeklinde iki adet iyon taşıma kanalı vardır. Her iki kanal da stromadan hümör aköze iyon geçişini sağlar (26). Endotel hücrelerinin yenilenme yeteneği yoktur. Endotel hücreleri azaldıkça yerini genişleyen komşu endotel hücreler doldurur. Endotel sayısı 500'ün altına indiğinde pompa fonksiyonu bozulduğundan kornea ödemi gelişir ve şeffaflık bozulur.

2.1.2 Korneanın Sinir Yapısı

Korneanın duyusal lifleri trigeminal sinirin oftalmik dalından (V1) kaynaklanır ve subepitelyal bölgede bulunan zengin bir sensöryel sinir pleksusuna sahiptir. İnsan gözünde endotel tabakası ve descement membranının innervasyonu yoktur. Kornea duyarlılığı santralde en fazla olup periferde gidildikçe azalır. Sinir uçlarının açıkta kaldığı kornea erozyonları, büllöz keratopati gibi durumlarda direkt uyarıya bağlı ağrı ve refleks uyarı sonucu gözyaşı salgılanması ve fotofobi olur. Kornea epitel ödemi ışık saçılması ve haloların görülmesine neden olur.

Kornea ayrıca otonomik sempatik sinir lifleri içerir. Sempatik innervasyon superior servikal gangliondaki hücre gövdelerinin uzantılarıyla olmaktadır (27).

2.1.3 Korneanın Vasküler Yapısı

Kornea damarsız olup lenfatik drenaja da sahip değildir. Oftalmik arterden köken alan ön siliyer arterler korneayı çevreleyen vasküler bir ağ oluşturur ve dış karotis arterin dalı olan fasiyal arterler anastamoz yaparlar (28).

2.1.4 Korneanın Fizyolojisi

Kornea retinaya ışığın ulaşmasını sağlayan bir pencere görevi görür ve gözü dış etmenlerden korur. Korneanın damarsız ve uniform yapıda oluşu ve sürekli çalışan endotel pompası sayesinde dehidrate kalması korneanın saydamlığını sağlayan unsurlardır. Ayrıca epitel ve endotelin bariyer fonksiyonları da stromanın dehidrate kalarak saydamlığını korumasına yardımcı olur (29).

2.2. KOROID

2.2.1 Koroid Anatomisi

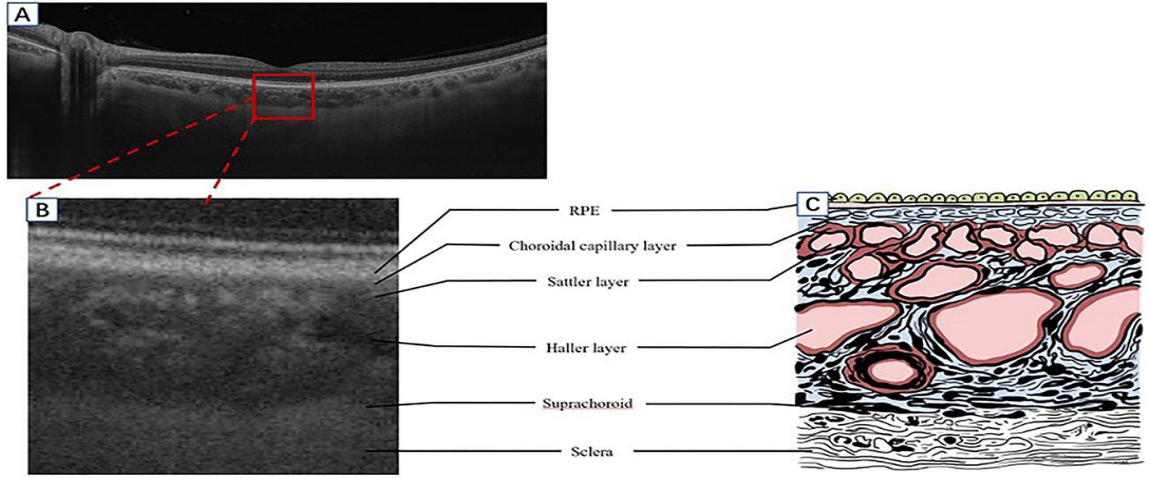
Koroid, pars planadan optik diske kadar uzanan sklera ve retina tabakaları arasında bulunan yoğun kanlanmaya sahip olan bir dokudur (30). İris ve siliyer cisimle birlikte üveal dokuyu oluşturan koroid retinanın dış tabakalarının oksijen ihtiyacını karşılamaktadır. Koroid doğumda yaklaşık 200 mikron kalınlığında olup yaş ilerledikçe kalınlığı azalmaktadır. Arka kutupta en kalın olup, ora serratada en ince kısmı bulunmaktadır (31). Vorteks venlerinin gözden çıkış yerlerinde ve optik sinir etrafında skleraya sıkı yapışıklık göstermektedir.

Koroid içten dışa doğru histolojik olarak beş tabakadan oluşmaktadır (Şekil 2):

- a. Bruch Membranı
- b. Koryokapillaris
- c. Haller Tabakası
- d. Sattler Tabakası
- e. Suprakoroidal Alan

a) Bruch Membranı

Yaklaşık 3 mikron kalınlığında olup koroidin en iç katmanıdır. Koroid ve retina arasında hücre göçünü engeller. Retina pigment epiteli ile koroidal vasküler yapılar arasındaki metabolitlerin difüzyonuna imkan sağlar (32). Bruch membranı beş katman halinde görülmektedir. Bunlar; Koryokapillarisin bazal laminası, RPE bazal laminası, kalın elastik lif bandı, iç kollajen tabakası ve dış kollajen tabakasıdır (33).



Şekil 2: Koroid katmanları (34)

b) Koryokapillaris

Koroidin kapiller kısmını oluşturan tabaka olup bruch membranı altında bulunur. Fazlaca anastomoz barındıran koryokapillaris kapillerleri geniş lümenlere sahiptir. Bu geniş lümenler sayesinde retinanın dış katmanlarına metabolit geçişi kolaylaşır. Geniş lümenler nedeniyle ekstrasvasküler alana protein geçişine izin veren koryokapillaris, bu alanda yüksek onkotik basınç oluşturur. Bu sayede sıvıların retinadan koroide iletimi kolaylaşarak subretinal aralıkta sıvı birikimi engellenir (35).

c) Koroidal Stroma (Haller ve Sattler Tabakası)

Bu iki tabaka koroid stromasını oluşturmakta olup; Sattler tabakasında orta boy, Haller tabakasında ise geniş hacimli damarlar bulunur. Ayrıca makrofaj, melanosit, fibroblast ve gevşek bağ dokusu bulunur. Kısa silyer arterlerle beslenmekte olup vorteks venleriyle birlikte ekvatoral bölgeden çıkarak üst oftalmik vene drene olur (36).

d) Suprakoroidal Tabaka

Yaklaşık 30 mikron kalınlığında olan bu tabaka koroidin en dış katmanını oluşturur. Burada ganglion hücreleri, sinir pleksusları ve fibroblastlar yer alır. Göz ön kısmına giden damar ve sinir yapıları bu tabakadan geçmektedir (37).

2.2.2 Koroidin Vaskülarizasyonu

Koroid perfüzyonu başlıca kısa posterior silyer arter olmak üzere uzun posterior silyer arter ve perforan ön silyer arterden sağlanmaktadır. Venöz drenajı ise sklerayı ekvatorundan terkeden 4 ya da 5 adet vorteks veni ile olmaktadır. Vorteks venleri ise süperior ve inferior orbital venler aracılığıyla kavernoöz sinüse boşalmaktadır. Koroid dokusundaki bu özelleşmiş vasküler ağ sayesinde kan yüksek hızlı bir şekilde sirkülasyona uğramaktadır. Bu sirkülasyon yüksek oksijen maruziyeti nedeniyle RPE’de oksidatif stres riskini artırsa da ışık emilimi nedeniyle oluşan ısı enerjisinin azalmasına katkı sağlamaktadır (38).

2.2.3. Koroidin İnnervasyonu

Koroidin innervasyonu otonom sinir sisteminin her iki bölümü tarafından sağlanmaktadır. Sempatik uyarı superior servikal gangliyondan gelir ve koroidin kan akışını sabit tutan bir otheregölasyon görevi sağlar. Parasempatik sistem ise pterygopalatin gangliondan kaynaklanmakta olup koroid kan akımı üzerinde direkt olarak etkisi yoktur. Koroidin büyük bir bölümü yaklaşık 20 adet kısa arka siliyer sinir aracılığıyla uyarılır. Kısa arka siliyer sinirler, siliyer gangliondan çıktıktan sonra optik sinirden yaklaşık 3-4 mm mesafede suprakoroidal alana ve koroide girerler. Burada çok sayıda dal verirler. Her bir sinir lifinin 50-100 aksonu bulunur. Koroide girdikten sonra kısa arka siliyer sinirler miyelin kılıflarını kaybederler. Koroidin ön kısmının innervasyonuna, iki adet uzun arka siliyer sinir kısmi olarak katılır (39).

2.2.4. Koroidin Fonksiyonları

Koroidin temel görevi retinanın dış tabakalarının besin ve oksijen ihtiyacını karşılamaktır. Buna ek olarak büyüme faktörlerinin salgılanması, termoregölasyon, göz içi basıncının düzenlenmesi, ışık absorpsiyonu ve kan akışının vazomotor kontrolü gibi görevleri de mevcuttur (40). Aköz hümanın üveaskleral yol üzerinden drenajında da rol oynar.

2.3. GÖZÜN REFRAKTİF DURUMLARI

Görme fonksiyonunun birinci basamağı kırıcı ortamlardan oluşan gözün, kendisine gelen ışınların yönünü değiştirerek retina üzerinde toplamasıdır. Göze gelen ışınlar temel kırıcı ortamlar olan kornea ve lens ile kırılmaya uğratılır daha sonra retina da odaklanır. Bu şekilde net bir görüntü algılamamın birinci basamağı gerçekleşir.

Gözün toplam kırma gücü ortalama +62D olup bunun %70’lik kısmı kornea tarafından sağlanır. Ön yüzeyi +48D kırma gücüne sahip olan korneanın arka yüzeyi -5,8D olup toplamda +43D kırma gücüyle gözün kırıcılığında en fazla rolü üstlenmektedir. Lensin kırma gücü ise ortalama 19 diyoptridir. Gözün refraktif fonksiyonunda iki temel elemanından biri olan kornea statik ve sabit bir yüzey iken; lens akomodasyon yeteneği sayesinde kırma gücünü değiştirebilir. Çocuklarda lens akomodasyon yaparak kırma gücünü 15 D arttırabilir. Yaşla birlikte akomodasyon gücü azalır. Göz kırıcılık gücü sayesinde 6 metre uzaktaki bir cismin retina yüzeyinde muhtemel 350 kere küçültülmüş sanal olmayan bir görüntüsünü oluşturabilir (41).

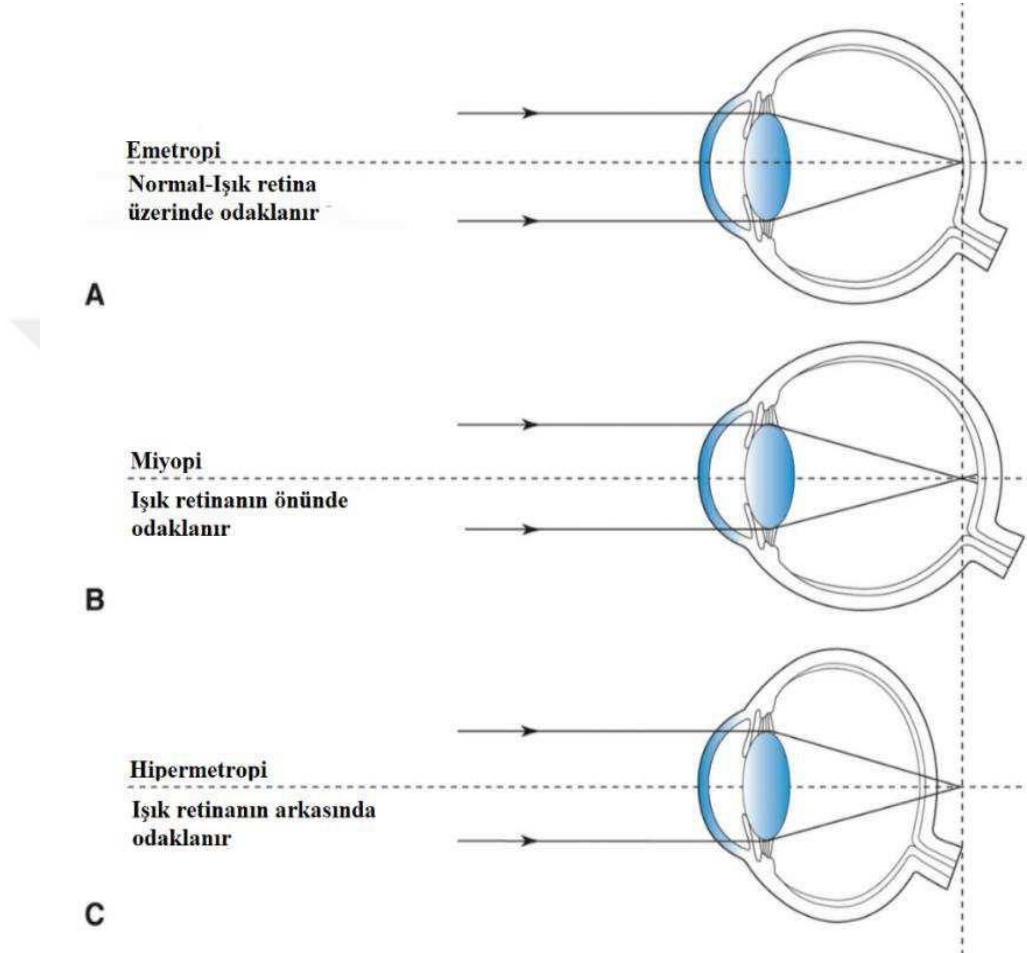
Gözün aksiyel uzunluğu refraktif güç üzerine etkisi olan bir başka faktördür. Ortalama aksiyel uzunluk bir gözde yaklaşık olarak 24 mm’dir (42). Kırılan ışınların retina önünde odaklanmasına neden olan gözün aksiyel uzunluğunun artması miyopi yönünde bir refraktif kusuru oluştururken, kırılan ışınların retinanın arkasında odaklanmasına neden olan aksiyel uzunluğun kısalması hipermetropi yönünde bir refraktif kusur oluşturur.

2.3.1. Kırma Kusurları

Bir nesnenin akomodasyon yapmaksızın rahatça görülebileceği en uzak mesafe “uzak nokta” olarak adlandırılır. Bir nesnenin gözle rahatça görülebileceği en yakın noktaya yani maksimum akomodasyon ile elde edilen odak noktasının konumuna “yakın nokta” denir.

Gözün refraktif durumu uzak nokta konumuna göre değerlendirilerek emetropi ve ametropi kavramlarından bahsedilir. Emetropik bir gözde hiçbir refraktif kusur olmayıp, sonsuzluktan gelen paralel ışık ışınları dinlenme durumundaki gözün kornea

ve lensinde kırıldıktan sonra retinada birleşir. Ametropik bir gözde ise göze paralel gelen ışınlar retina üzerinde odaklanamaz (43). Ametropi göze paralel gelen ışınların odağının retina düzlemine olan konumuna göre 3'e ayrılır. Bunlar miyopi, hipermetropi ve astigmatizma olarak isimlendirilir (Şekil 3).



Şekil 3: Işığın odaklanması A) Normal gözde B) Miyopide C) Hipermetropide (44)

2.3.1.1. Miyopi

Miyopi, sonsuzluktan gelen paralel ışık ışınlarının kornea ve lens üzerinde kırıldıkça retinanın önünde bir odakta birleştiği durumdur. Ancak diverjan gelen ışınlar retina üzerinde odaklanabilirler, yani uzak nokta düzlemi sonsuzla göz arasındadır. Miyopinin derecesi bu uzak nokta yerinin diyoptrik eşdeğeridir. Miyopinin basit ve dejeneratif olarak iki türü vardır.

a) Basit Miyopi:

Basit miyopinin nedeni sıklıkla gözün aksiyel uzunluğunun normalden fazla olmasıdır. Bununla birlikte, artmış kornea ve lens kurvatürü, ön kamaranın sığ olması, lensin kırma gücünün artması ve lensin öne doğru yerleşimi basit miyopiye neden olan diğer etmenlerdir. Genellikle -6D'ye kadar olup gözün aksiyel uzunluğu 26 mm'den kısadır. 20-25 yaş arasında yavaşlayan bu tip miyopiler ileri yaşlara kadar sabit kalır. Fundus görünümü normaldir, retina pigment epitelinde ve koroiddeki incelmeden dolayı koroid damarlarının belirginleşmesi kaplan derisi görünümüne neden olursa buna "tigroid retina" adı verilir. 3D'den az olanlar düşük; 3 ile 6 D arasındakiler ise orta tip miyopi olarak sınıflandırılır (45).

b) Dejeneratif Miyopi:

Dejeneratif miyopi devamlı ilerleyici tarzda göz aksiyel uzunluğunun artması ile seyreden ve retinada dejeneratif değişikliklerle karakterize olan bir miyopi türüdür. Bu özellikleri sebebiyle patolojik aksiyel miyopi olarak da adlandırılabilir. Refraksiyon kusurları 5-10 yaşları arasında başlar ve 25 yaşından sonra bile artarak devam edebilir. Sonuçta 15-25D veya daha üzerinde bir kırma kusuru olabilir.

Dejeneratif miyopide göz küresi yumurta gibi uzamıştır ve gözün aksiyel uzunluğu çoğunlukla 26mm'nin üstündedir. Yüksek diyoptrili miyopilerde sklera arka kutupta geriye doğru çıkıntı yaparak arka stafilom formu oluşturabilir (46). Dejeneratif miyopide fovea bölgesinde pigment artışı sonucu Fuchs noktası oluşabilir ve bu oluşum görme keskinliğinde azalmaya sebep olabilir. Bruch membranı ve retina pigment epitelinde Lacquer çatlakları denen defektler de oluşabilir. Optik disk normalden daha ince ve daha geniştir. Optik diskin etrafındaki bölgede iç retina tabakaları varken dış retina tabakaları yoktur. Sklera açıkça seçilebilir ve bu bölgede görme alanı daralmıştır. Bu alana miyopik konus denmektedir. Patolojik miyopisi olan hastaların ön kamarası da daha derindir. Vitreusu da daha dejeneredir, hastalarda floater şikayetleri olabilir. Hastalarda ayrıca glokom şaşılık katarakt ve retina dekolmanı gibi komplikasyonlar eşlik edebilir.

2.3.1.2. Hipermetropi

Göze paralel şekilde gelen ışınların retina arkasında odak oluşturmasıyla hipermetropi gelişir. Ancak göze konverjan gelen ışınlar retina üzerinde odak oluşturabileceklerinden uzak nokta retina arkasındadır. Hipermetropi basit ve patolojik olarak ikiye ayrılmaktadır;

a) Basit Hipermetropi:

Basit hipermetropide asıl neden aksiyel uzunluğun normalden kısa olmasıdır. Ancak bu kısalık genellikle 2mm'yi geçmez ve bu yüzden 6D'den fazla hipermetropi çok nadirdir. Hipermetropik kişilerin uzaktaki cisimleri net şekilde görememesi beklenirken; retinal görüntünün bulanıklığına bağlı olarak özellikle genç kişilerde akomodasyon devreye girer ve gözün toplam kırıcılığını artırır. Bu sayede görüntü yeniden retina üzerinde odaklanmaya çalışılmış olur. Bu durumda göz uzağa bakarken de akomodasyon yapar. Akomodasyonun kullanılma miktarına bağlı olarak latent ve manifest hipermetropi olarak ikiye ayrılmaktadır:

i. Latent hipermetropi

Normalde siliyer kasın sadece atropin kullanılarak siklopleji yapıldığında ortaya çıkarılan, günlük hayatta gevşetilemeyen bir uyumu vardır. İşte siliyer kas tonusuyla ortadan kaldırılan hipermetropiye latent hipermetropi denir.

ii. Manifest hipermetropi

Toplam hipermetropinin siliyer kas tonusuyla ortadan kaldırılamayan, latent hipermetropinin dışında kalan kısmıdır. Hipermetropi uyum değerinden fazla olan kişilerde aşırı uyum ile hipermetropinin bir kısmı ortadan kaldırılabilir. Bu şekilde aşırı uyumla düzeltilebilen hipermetropiye fakültatif hipermetropi, aşırı uyumla bile düzeltilemeyen hipermetropiye ise absölu hipermetropi denilmektedir. Özellikle çocuk hastalar gibi uyum yeteneğinin çok iyi olduğu kişilerde hipermetropi semptomsuz olabilir, uyum yeteneğini aşacak kadar hipermetropisi olan kişiler ise aşırı uyum yaparak yine de semptomsuz olabilir. Hipermetropiyi tespit etmek için siklopleji muayene yapılması önemlidir (47).

b) Patolojik Hipermetropi:

Göz küresindeki bir deformasyon sonucu gelişmekte olup nadir görülür. Mikroftalmi, orbital tümörler veya psödötümörler, arka kutupta yer alan göz içi tümörleri, retina dekolmanı, kornea plana ve lensin travmatik arkaya dislokasyonu gibi nedenler de patolojik hipermetropiye neden olabilir.

2.3.1.3. Astigmatizma

Gözün optik sisteminin kurvatüründeki düzenizlikler sebebiyle ışığın değişik meridyenlerde farklı kırılması sonucunda tek bir odak oluşturulamaması durumunda astigmatizma oluşur. Paralel gelen ışın demeti astigmatik gözde tek bir noktada odaklanmaz, sturm konoidi formunda bir odak oluşturur. Astigmatizmada en önemli rolü kornea ön yüzü sahiplenir. Normalde kornea horizontal meridyeninin eğrilik yarıçapının (7,8 mm), vertikal meridyene (7,7 mm) göre daha fazladır. Bu durum vertikal meridyenin kırıcılığının (42,50 D) horizontal meridyene (42,00 D) göre daha fazla olmasına yol açar. Fizyolojik astigmatizma olarak adlandırılan bu durum, kornea arka yüzü ve lens tarafından kompanze edilerek sıfıra indirilir (48). Astigmatizma düzenli ve düzensiz olmak üzere iki tipe ayrılır:

a) Düzenli Astigmatizma:

Meridyenler arasındaki dioptrik güç farklılığı üniform ise bu tür astigmatizmaya düzenli astigmatizma denir. Düzenli astigmatizmada kırma gücü her bir temel meridyen boyunca aynı değerdedir ve kırma gücü farklı olan meridyenler arası 90 derecelik açı vardır. Düzenli astigmatizma da meridyenler arasındaki dioptrik güç farklılığı dağılımına göre kendi arasında üç gruba ayrılır.

- i. **Kurala Uygun Astigmatizma:** vertikal meridyenin kırıcılığı horizontal meridyenin kırıcılığından daha fazladır.
- ii. **Kurala Aykırı Astigmatizma:** horizontal meridyenin kırıcılığı vertikal meridyenin kırıcılığından daha fazladır.

- iii. **Oblik Astigmatizma:** Temel meridyenleri 90 ve 180 derecenin dışındaki astigmatizmalar oblik/eğik astigmatizma olarak adlandırılır. Bu ayrımında esas meridyenin her iki yönünde 20 derecelik sapmalar dikkate alınmaz.

b) Düzensiz Astigmatizma:

Meridyenler arasındaki dioptrik güç optik zonun her yerinde farklıysa bu tür astigmatizmalar düzensiz astigmatizma olarak adlandırılır. Düzensiz astigmatizma bir meridyen boyunca kırma gücünün farklı olması ve temel eksenler arasında 90 dereceden oldukça farklı açının olması olarak tanımlanabilir. Bu durum keratakonus, konjenital anomaliler veya skar dokusu oluşturmuş göz travmaları gibi durumlarda görülebilir.

Düzenli astigmatizmalar gözlük veya kontakt lensle düzeltilebilirken, düzensiz astigmatizma ise düzeltilemez. Bu tür astigmatizmaların düzeltilmesinde kornea yüzeyini düzeltebilecek kontakt lensler denenebilir (42).

2.3.2. Kırma Kusurlarının Düzeltilmesi

Hastanın semptomlarına ve görsel ihtiyaçlarına göre kırma kusurunun tedavisi planlanır. Düşük dereceli kırma kusurlarında hastanın şikayetleri de göz önünde bulundurularak düzeltme gerekmeyebilir. Düzeltme seçenekleri 3 başlık altında toplanabilir:

- a. Gözlük
- b. Kontak Lens
- c. Refraktif Cerrahi

Kırma kusurlarının tedavisinde ilk yöntem olan gözlük kullanılması bu tedavi seçenekleri içerisinde en basit ve en yaygın olanıdır. Ancak bazı bireyler tarafından kozmetik olarak rahatsız edici bulunmaktadır. Bunun dışında irregüler astigmatizmalarda veya iki göz arasındaki dioptri farkının (anizometropi) yüksek olduğu durumlarda gözlükle görme rehabilitasyonu tam olarak sağlanamamaktadır.

Kontakt lensler ise gözlük yerine kullanılan ve gözün korneası üzerine yerleştirilen camsı maddelerden yapılmış araçlardır. Gözyaşı filmi üzerinde yüzer ve kapakla birlikte hareket ederler. Gözlüğün yaşam konforu üzerindeki dezavantajlarını ortadan kaldırırlar; daha net görme ve daha geniş görme alanı sağlarlar. Ancak temiz ve dikkatli kullanılmadıkları takdirde ciddi enfeksiyonlara ve lens yapımında kullanılan maddelere karşı allerjik reaksiyona neden olabilirler.

Refraktif cerrahi yöntemleri ise refraksiyon kusurlarının kalıcı olarak düzeltilmesi amacıyla geliştirilen yöntemlerdir. Gözlük ve kontakt lens kullanımının getirdiği estetik, ekonomik ve psikolojik sorunlar; ayrıca bazı meslekler için oluşturdukları engel nedeniyle 1940'lı yıllardan beri gelişerek uygulanmaktadırlar. Bugün en çok uygulanan refraktif cerrahi yöntemi olan LASIK başta olmak üzere, bu yöntemlerin büyük çoğunluğunun hedef dokusu kornea olduğundan; korneanın yapısı iyi anlaşılmalıdır.

2.4. REFRAKTİF CERRAHİ YÖNTEMLER

Refraktif cerrahi işlemler 4 ana başlık altında uygulandıkları yere göre sınıflandırılabilirler. Bunlar korneaya uygulanan girişimler, lense uygulanan girişimler, skleraya uygulanan girişimler ve kombine cerrahiden oluşur. Biz yazımızda korneaya ve lense uygulanan girişimlerden bahsedeceğiz.

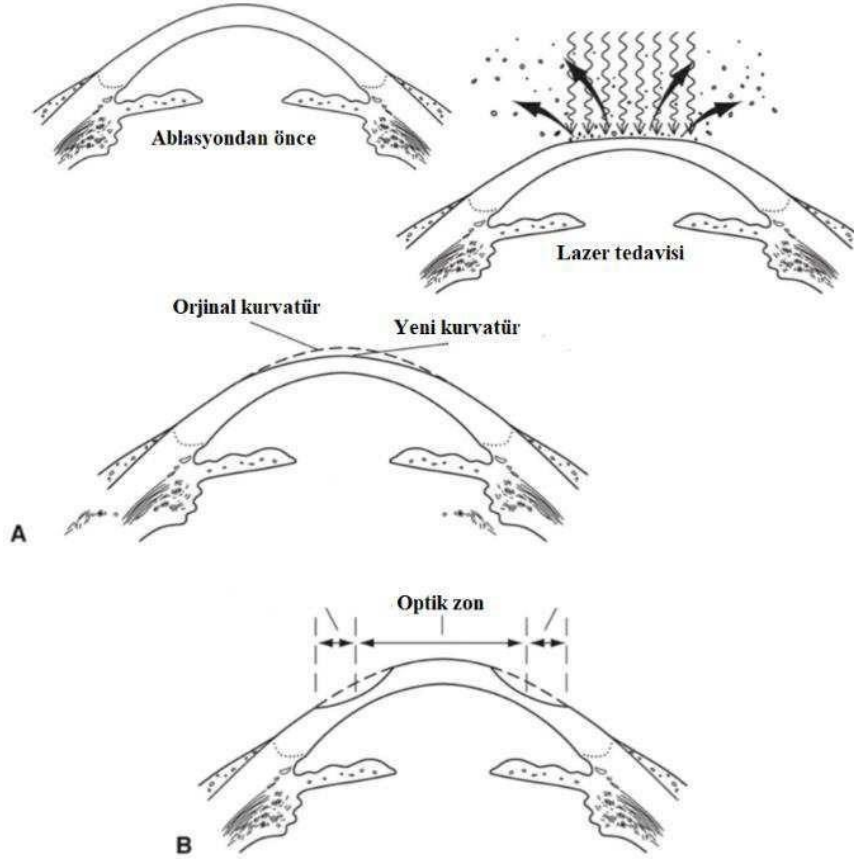
2.4.1. Korneaya Uygulanan İşlemler

a) Yüzey ablasyon cerrahisi

i) Fotorefraktif Keratektomi

PRK tedavisinde kornea yüzeyinden epitelin uzaklaştırılması işlemi, spatül, excimer lazer veya alkol gibi çeşitli yöntemlerin yardımıyla yapılmaktadır. Argon florür Excimer lazer korneal stromal dokuyu fotokimyasal ablasyona uğratarak etkisini gösterir. İntramoleküler bağlar 193 nm dalga boyundaki ışığın emilimi sonucu kopar. Oluşan parçacıklar daha geniş hacime ulaşır ve yüzeyden uzaklaşır. Ablasyon işlemi miyopik gözde santral kornea kırıcılığını azaltarak, hipermetropik gözde artırarak ve

astigmatizması olan gözde ise daha kırıcı olan aksı düzleştirerek etki etmektedir (Şekil 4).



Şekil 4: Excimer lazer ile kornea tabakasının şekillenmesi (49)

(A) Miyopide kornea santralinin düzleştirilmesi B) Hipermetropide kornea santralinin dikleşmesi)

6 D' ye kadar olan miyopik kusurlar ve 3 D' ye kadar olan hipermetropik ve astigmatik kusurlar PRK yöntemi ile düzeltilebilir. En iyi sonuçlar düşük kırma kusurlarından alınmakta olup yüksek kırma kusurlarının PRK ile tedavisi regresyon ve korneal bulanıklık gibi sorunlara neden olmaktadır. Teknikten ilerde ayrıntılı olarak bahsedilecektir.

ii) Lazer Subepitelyal Keratomileusis (LASEK) ve Epi-LASEK

LASEK yöntemi epitelyal tabakanın bazal membran seviyesinden alkol yardımı ile ayrılmasını takiben geleneksel lazer uygulanması sonrasında kaldırılan epitelin

yeniden yerleştirilmesinden oluşur. PRK'nın bulanıklık, ağrı ve geç iyileşme gibi sorunlarından, LASIK'in ise flep ile ilgili komplikasyonlarından kaçınmak amaçlanmıştır. PRK hastalarında görülen korneal haze ve ağrı LASEK'te daha azdır ve LASIK gibi flep komplikasyonları görülmez. İnce korneaya sahip ve flep travması riski olan hastalarda seçilebilir (50).

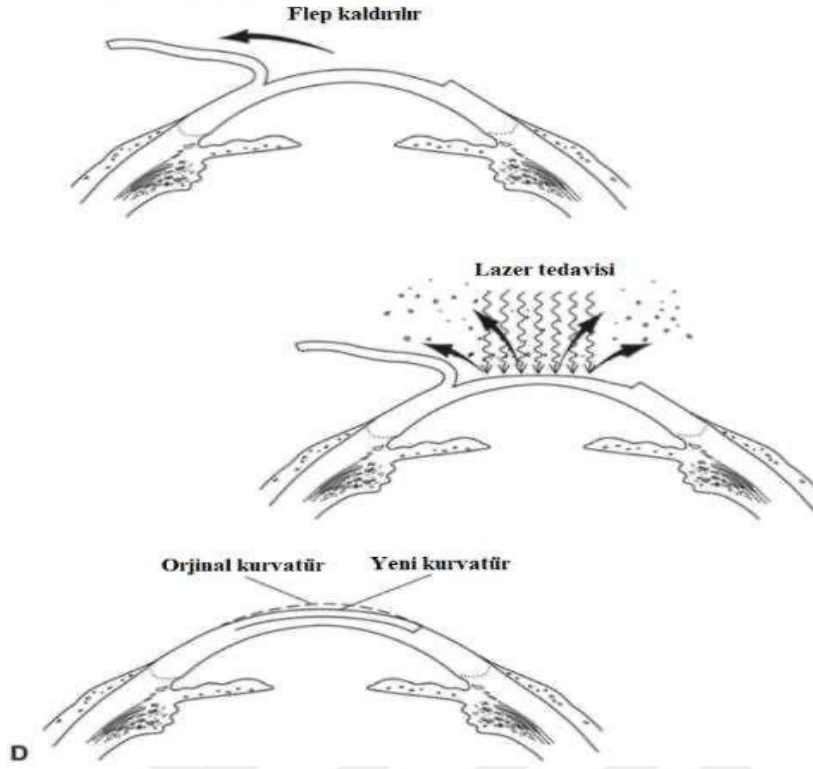
Epi-LASIK büyük oranda LASEK'in yerine geçen epitelin korunduğu bir yöntemdir. Epi-LASIK'te alkol kullanılmaz, epitel mikrokeratoma takılan ince bir düzleştirici plaka ve ucu kör bir bıçak ile mekanik yöntemle ayrılır. Epi-LASIK'te daha fazla canlı epitel hücresi kalır ve sonuçları daha iyidir, daha iyi yapışan bir flep elde edilmiş olur (51).

b) Flep cerrahisi

PRK da olduğu gibi yüzey ablasyon yöntemleri santral bowman tabakasını da hasara uğratmakta olup, haze oluşumuna neden olabilen sorunlarla karşılaşabilmektedir. Refraktif cerrahi gelişmeye devam ettikçe epitelin uzaklaştırılmayıp yerinde bırakılması, flep oluşturularak fotoablasyon işleminin yapılması ile haze gelişme oranının daha az olacağı düşüncesi ortaya atılmıştır. Bu nedenle epitelin kaldırıldığı ancak sonrasında yerine tekrar yerleştirildiği LASEK ve epi-LASIK yöntemleri denenmiştir. Daha sonra da stromal flebin kaldırıldıktan sonra ablasyonun uygulandığı flepli bir yöntem olan LASIK yöntemi denenmeye başlamıştır (52).

Laser in situ keratomileusis (LASIK)

LASIK; bir keratom aracılığı ile ön korneadan flep kaldırıldıktan sonra excimer lazer ile stromal yatak şekillendirilerek gözün kırma kusurlarının düzeltildiği yöntemdir. Pallikaris kendi geliştirdiği bir mikrokeratomla lameller korneal flep oluşturmuştur ve altta kalan korneal yatağa Excimer lazer uygulamıştır (3). Bu işleme "Laser Assisted İn Situ Keratomileusis" adı verildi (Şekil 5). LASIK femtosaniye lazer veya mikrokeratom kullanılarak uygulanabilir.



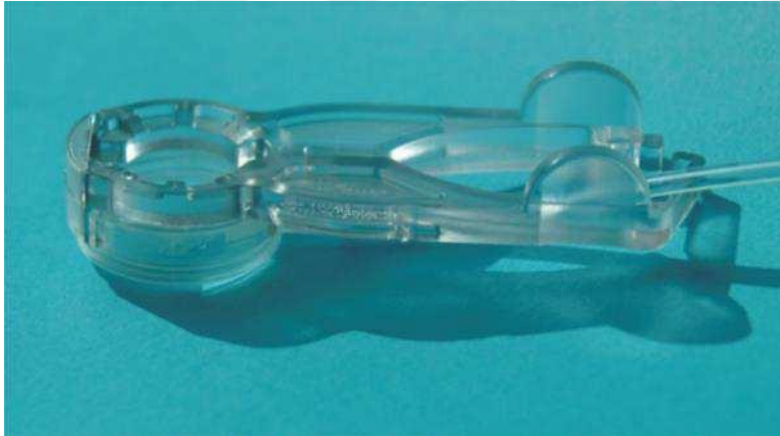
Şekil 5: LASIK'te flep kaldırılması (49)

i) Femto LASİK

Saydam ortamlarda fotodistrupsiyon etkisi oluşturan femtosaniye lazerler enerji olarak diod lazer pompa sistemi kullanır. Ultra hızlı lazerler olarak bilinmekte olup 600-800 femtosaniye aralığında her bir lazer atımı gelişir. Femtosaniye sistemlerde lazer dokuda mikrop plazma etkisi oluşturur. İşlem sonucu karbondioksit ve su açığa çıkar. Bu oluşan ürünler kornea lamelleri arasında ayrışma sağlar. Oluşturulan flep cerrah tarafından spatül ile ayrılır. İlk femtolasaniye lazer olan İntralase 2000 yılında FDA onayı almıştır (Şekil 6, Şekil 7). Flep kalınlık ve devamlılığının tahmin edilebilmesi femtosaniye lazerin mikrokeratomlara göre en büyük avantajıdır. Kendine özel riskleri olsada femtosaniye lazerlerin avantajları çok daha fazla olup keşfedildikten sonra mikrokeratomların kullanımı günden güne son bulmuştur.



Şekil 6: Ara yüz ile birlikte İntralase femtosaniye lazer cihazı (49)



Şekil 7: Femtosaniye lazerde arayüz ile kornea arasında bağlantı kuran vakum (49)

ii) Mekanik LASİK

LASIK tekniğinde korneal flep oluşturma aşamasında mekanik mikrokeratomlar da kullanılabilir. Mikrokeratomlar korneada istenen çapta ve derinlikte flep oluşturan cihazlar olarak tanımlanabilir. Mikrokeratom sistemleri kesi aşamasında vakum kullanarak korneayı stabilize etmeyi amaçlar ancak göz içi basıncında artışına neden olur. Femtosaniye lazerlerde bu kadar göz içi basınç artışı olmaz. Mekanik

mikrokeratom ve femtosaniye lazerleri karşılaştıran birçok çalışma vardır. Nihai görme keskinliğinin benzer olduğu fakat mekanik mikrokeratomlarla yapılan olgularda kontrast duyarlılıkta bir miktar azalma olduğu düşünülmektedir. Mekanik mikrokeratomlarla yapılan olgularda flep santralde ince periferde ise kalındır, femtosaniye lazerlerle yapılan olgularda ise flep bütün bölgede eşit oluşturulabilir. Mekanik mikrokeratomların maliyeti daha düşük olup opak ortamlarda da çalışabilir. Fakat morfolojik olarak femtosaniye lazerler düzgün flep oluşturmak için daha uygundur.

c) Lentikül Ekstraksiyonu Cerrahileri

Günümüzde korneaya yönelik yapılan refraktif cerrahiler arasında en yaygın kullanılanı LASİK cerrahisidir. Refraktif lentikül ekstraksiyonu methodu ise LASİK'e seçenek olarak geliştirilen yeni bir yöntemdir. Lentikül ekstraksiyonunun amacı LASİK cerrahisinde ablasyonla çıkartılan dokuyu üzerindeki kornea bölgesini bir flep şeklinde açmadan çıkartabilmektir. Küçük bir insizyondan lentikül ekstraksiyonu ve femtosaniye lazerle yapılan lentikül ekstraksiyonu olmak üzere 2 çeşittir.

I) Küçük kesiden lentikül ekstraksiyonu (SMILE)

Bu yöntemde korneada küçük bir tünel kesisi yapılır ve refraktif lentikül spatülle soyulduktan sonra açılan tünelden dışarıya çıkartılır. SMILE yöntemi maliyeti yüksek ancak gün geçtikçe kullanımı artan bir yöntemdir. Flep komplikasyonlarından ve kuru göz oluşturma riskinden sakınmamızı sağladığı düşünülmektedir.

II) Femtosaniye lazerle lentikül ekstraksiyonu (FLEX)

Lameller tavan kesisi kenarının kornea yüzeyi üzerindeki izdüşümünü takip eden halka şeklinde bir kesi yapılır. Femtosaniye lazer ile flep oluşturulur, yine femtosaniye lazer ile lentikül ekstraksiyonu yapılır ve flep kapatılır. Günümüzde FLEX yönteminin yerine daha çok SMILE cerrahisi tercih edilmektedir.

2.4.2. Lens Cerrahisi

a) Fakik Göz İçi Lensleri

Hastanın kendi kristalin lensi alınmadan gözün farklı yerlerine kırma kusurunu düzeltecek diyoptride göz içi lensi yerleştirilmesi işlemidir. Göz içi lensinin konulduğu konuma göre lenslerin sınıflandırılması değişmektedir.

- Ön Kamara Göz İçi Lensi
- İris Kıskaçlı Göz İçi Lensi
- Açık Destekli Ön Kamara Fakik Göz İçi Lensi
- Arka Kamara Fakik Göz İçi Lensi

b) Saydam Lens Çıkarılması

Hastanın kendi kristalin lensi alınır ve onun yerine uygun diyoptride mercek kapsüller cebe yerleştirilir.

2.5. KORNEAL REFRAKTİF CERRAHİDE KULLANILAN LAZER YÖNTEMLERİ

2.5.1. Excimer Lazer

Refraktif korneal cerrahilerde stromada ablasyon amacıyla kullanılan Excimer lazer sisteminde ortaya çıkan foton enerjisi moleküller arası bağlantıyı kırarak çalışır. 193 nm'deki bu işlem uygulandığı kornea dokusunun etrafındaki dokuya zarar vermez (53). VISX, Summit, Technolas, NIDEK kullanılan Excimer lazer sistemlerine örnektir. NIDEK EC 5000 Excimer lazer cihazının enerjisi 124 mJ/cm²'dir. Teknik olarak lazer sistemleri tam alan ablasyon aygıtları, tarayıcı lazer aygıtları, noktasal tarayıcı lazer aygıtları olmak üzere 3 başlıkta incelenir. NIDEK EC5000 Excimer lazer cihazı tarayıcı lazer aygıtlarındandır. Bu sistemde göz izleyici parça vardır. Hızlı atış nedeni ile çabuk ablasyon yapması avantajıdır (54).

2.5.2. Femtosaniye Lazer

Femtoseküler lazer 1053 nm dalga boyuna sahip kızılötesi bir lazerdir. 10-15 femto saniye atış süresi vardır. Kornea ameliyatlarındaki hassasiyete katkıda bulunan parametrelerden biri de atış süresidir. Zamanla atış frekansında da artış olmuştur ve bu sayede daha yüksek frekans ile daha az sürede ve atım başına daha az enerji ile flep

oluşturulabilir. Çeşitli femtosaniye lazer cihazları mevcuttur. IntraLase (Abbott Medical Optics Inc, Santa Ana, California), WaveLight FS200 (Alcon Laboratories Inc, Ft Worth, Texas), Femto LDV (Ziemer Ophthalmic Systems, Port, Switzerland) kullanılan femtosaniye lazer cihazlarındandır. İntralase femtosaniye lazer cihazında kısa sürede flep oluşturulabilir. Pürüzsüz, hassas ve düzgün bir flep oluşturulur. Flepin kenarı keskin sınırlıdır ve flep boyutu ayarlanabilir. Vakum cihazı skleraya oturur ve manuel kullanılır. İşlem yapılırken hastanın kısa bir süreliğine görme azlığı olur.

2.6. REFRAKTİF CERRAHİ ÖNCESİ MUAYENE VE HASTA SEÇİMİ

2.6.1 Hikâye:

Refraktif cerrahi için hasta seçiminde 2 önemli kriter, hastaların kişilik özellikleri ve işlemden beklentileridir. Hastaların makul beklentilerinin olması ve görme düzeyini iyileştirecek olan ameliyatın garantisinin olmadığı anlaması gerekmektedir. Hastaların günlük aktivitelerinin yerine getirmek için gözlük veya kontakt lenslere ihtiyaçlarının olmayacağını garantisi yoktur.

Hastanın sosyal hikayesinde mesleğinin görsel gereksinimleri tespit edilmelidir. Ayrıca hastanın tercih ettiği spor ve eğlence türü aktiviteler ya uygulanacak olan refraktif prosedürü ya da hastanın refraktif cerrahi için iyi bir aday olup olmadığını saptamada yardımcı olabilir.

Hastanın oküler hikayesi cerrahinin planı veya gerekli durumlarda iptali veya ameliyat sonrası ortaya çıkabilecek potansiyel bir komplikasyonun ön görülebilmesi gibi konularda yardımcı olur. Oküler hikaye; refraktif geçmişi, kuru göz, göz yaşarması, kronik enfeksiyon, kronik alerji, kontakt lens kullanımı, göz travması, ektatik kornea bozuklukları ve diğer patolojilerin mevcudiyetini içermelidir.

Hastanın refraktif hikayesinde refraktif kusurun tutarlılığı sorgulanmalıdır. İdeal olarak, refraktif cerrahi planlanmadan önce en az bir yıl için refraksiyon sabit olmalıdır. Bir yıl içinde gözlükte veya kontakt lenste 0.50 D'den fazla bir değişim olursa ölçüm sabit hale gelene kadar 6 ay aralıklarla hasta yeniden değerlendirilmelidir (55).

Hastanın ameliyat sonrası memnuniyetini tahmin edebilmek için cerrahi adayının yaşı önemlidir. İleri yaşla ortaya çıkacak olan yakın görme azalması hastaya anlatılmalıdır. 40 yaşın üzerindeki hastaların refraktif cerrahiden sonra emetropizasyon sağlanması halinde yakın mesafe görüşü için okuma gözlüklerine ihtiyaç duyacakları söylenmelidir.

Hastanın korneal yara iyileşmesini etkileyebilecek herhangi bir sistemik hastalığı olup olmadığı sorgulanmalıdır. Ayrıca, bazı sistemik hastalıkların da refraktif cerrahi üzerinde etkisi vardır. Diyabet, hipertansiyon, romatolojik hastalıklar, alerjik ve atopik hastalıklar, kollajen vasküler hastalıklar, hamilelik, emzirme ve immün yetmezlik bunlar arasında sayılabilir. Hastanın kullandığı ilaçlar arasında antikoagülanlar, isotretinoin, amiodoran, antihistaminikler, immün baskılayıcı ilaçlar olup olmadığı not edilmelidir (56).

2.6.2 Oftalmolojik Muayene

Muayeneye başlamadan önce yumuşak kontakt lens kullanan hastaların muayeneden 2 hafta önce, gaz geçirgen kontakt lens kullanan hastaların ise muayeneden 3 hafta önce lens kullanımına ara verdiklerinden emin olunmalıdır.

a) Refraksiyon Muayenesi

Hastanın düzeltilmiş ve düzeltilmemiş en iyi görme keskinliği tespit edilmelidir. Siklopleji uygulanıp otorefraktometresi alınmalıdır. Kendi gözlüğü ile görme seviyesine bakılmalı, kendi gözlüğünün numaraları not edilmelidir. Düzeltme yapılarak görme düzeyinin ne kadar arttığına bakılmalıdır. Ambliyopi varsa o gözde işlem sonrası görme seviyesinde herhangi bir artış olmayacağı hastaya iyi anlatılmalıdır.

b) Pupilla Muayenesi

Pupilla çapının fotopik, mezopik ve skotopik şartlarda ölçülmesi refraktif cerrahi kararı verilmesinde ve cerrahi sonrası sorunların tahmin edilebilirliğinde önemlidir. Geniş pupilla çapını sahip olan hastalarda, ablasyon zonu çapının yeterince geniş olmamasına bağlı olarak ışığın tedavi edilmemiş korneadan geçerek bulanıklık konisi

oluşturması, cerrahi sonrası halo yakınmasına neden olabilir. Bu ilişkiyi değerlendiren bazı çalışmalarda, pupilla çapı ile halo yakınması arasında kesin ilişki gösterilememiştir. Buna karşın korneada lazer cerrahisi sonrası artan sferik aberasyonlar ile halo yakınması arasında ilişki gösterilmesi, sferik aberasyonların azaltılması gereğini ortaya çıkarmıştır. Bu tür hastalarda wavefront kılavuzlu lazer yapılmalıdır (57).

Pupilla şekil bozukluğu da cerrahi öncesi değerlendirilmelidir. Pupillada var olan konjenital ya da edinsel şekil bozuklukları cerrahi esnasında lazer göz takip sistemlerinin pupillaya kilitlenmesini engelleyerek lazer ablasyonunu imkansız kılabilir (57). Işık refleksi ve rölatif aferent pupil defekti varlığı pupilla fonksiyonları açısından değerlendirilmelidir.

c) Göz İçi Basınç Ölçümü

Göz içi basıncına muayene aşamasında mutlaka bakılmalıdır. Glokom hastalarında vakum halkası uygulamasında göz içi basıncı istenmeyen seviyelere yükselebilir ve optik sinir liflerinde daha fazla hasara neden olabilir, bu nedenle dikkat edilmelidir. Ameliyattan sonra haze gelişimini önlemek için steroid kullanımı uzun süre devam edebilir, hastanın steroid hassasiyeti varsa glokomu tetikleyebilir. Bu hastalarda da refraktif cerrahi uygun değildir.

d) Göz Hareketlerinin Değerlendirilmesi

Hastanın göz hareketlerinde kısıtlılık değerlendirilmelidir. Asemptomatik tropya veya foryası olan hastalarda, refraktif cerrahi sonrası gelişen kırma kusuru değişimi cerrahi sonrası semptomlara neden olabilir. Daha önceden şaşılık öyküsü varsa veya cerrahi sonrası göz hareketlerinde bozukluk gelişebileceği konusunda şüphe varsa ameliyattan önce mutlaka kontakt lens denemesi yapılmalıdır.

e) Biyomikroskopik Muayene

Dikkatli bir inspeksiyonla cerrahi öncesi tedaviye ihtiyaç duyulacak akne rozasea gibi inflamatuvar göz hastalığı ile ilişkili olabilen durumlar ekarte edilebilir. Hastanın biyomikroskop muayenesinde ise kapak, kornea, konjonktiva, kirpik dipleri ayrıntılı

değerlendirilmelidir. Blefarit ve meibomit gibi inflamatuvar hastalıklar kuru göz sendromu ile ilişkili olduğunda refraktif cerrahi sonrasında görme keskinliğini etkileyen ciddi sonuçlar doğurabileceğinden ameliyat öncesinde dikkatle kontrol edilmelidir. Gözyaşı kırılma zamanı ve kuru göz testleri ameliyat öncesinde yapılmalıdır. Ablasyon uygulanacak kornea çapı içindeki skar varlığı yüzeysel değilse cerrahi için kontrendikasyon oluşturur. Periferdeki hafif incelmelerin eşlik ettiği skar dokusu herpes simpleks keratitine bağlı olmadığı biliniyorsa kabul edilebilir. Muayenede gözlenen konjonktiva skarları hastanın önceden geçirdiği cerrahilerin bulgusu olabilir. Lens muayenesinde özellikle 50 yaş üzerindeki hastalar için kristalin lensin şeffaflığı dikkatle değerlendirilmelidir. Kataraktın varlığı lens değişimi işlemi haricinde diğer refraktif cerrahi yöntemler için kontrendikasyon oluşturur.

e) Fundus Muayenesi

Refraktif cerrahi öncesi dilate fundus muayenesi hastayı değerlendirmenin önemli bir basamağıdır. Retina dekolmanı sıklığı yüksek olan miyop hastalar için fundus muayenesi özellikle önemlidir. Muayenede retina periferi ve optik disk mutlaka değerlendirilmelidir. Patoloji saptanması halinde bir retina uzmanına danışılmalı, gerekirse koruyucu tedavi uygulanmalıdır. Argon lazer tedavi uygulanmışsa en az 3 haftalık bir bekleme süresinin ardından refraktif cerrahi planlanmalıdır (58).

2.6.3 Korneal Topografi

Korneal topografi refraktif cerrahi muayenesinde olmazsa olmaz bir tetkiktir. Keratokonus, pellusid marjinal dejenerasyon gibi ektatik kornea hastalıklarının, korneal distrofik hastalıkların ve korneal düzensizliklerin belirlenmesinde kullanılan temel cihazdır. Günümüzde korneal topografi ölçümleri plasido temelli sistem, arka yüzeyi de gösteren slit tarayıcılı sistem ve scheimplug sistemleri olmak üzere üç şekildedir. Bu tip cihazlar, korneal topografinin yanı sıra kornea kalınlığı ve çapı gibi diğer parametreleri de vermektedir. Ayrıca arka kornea yüz incelemelerinde subklinik veya forme fruste keratokonus gibi hastalıkların ayrımını da yapabildikleri için refraktif cerrahiye hazırlık aşamasında büyük önem taşırlar.

2.6.4 Aydınlatılmış Onam

Muayene bitiminde saptanan bulgular hastaya anlaşılır bir şekilde açıklanmalı; uygulanacak tedavinin alternatifleri ve olası riskleri anlatılmalıdır. Hastanın kafasındaki soru işaretleri giderilmelidir. Onam formu dilatasyon işleminden önce hastaya imzalatılmalıdır.

2.6.5 Oküler ve Sistemik Hastalıklarda Refraktif Cerrahi

Korneal refraktif cerrahi işlemi sonrası gelişebilen komplikasyonlardan birisi de kuru gözdür. Operasyon öncesi kuru gözü saptamak için yardımcı testler mutlaka uygulanmalıdır. Cerrahi Herpes simpleks keratitini ortaya çıkarabilir. Keratokonus mevcudiyeti korneal refraktif cerrahi için kontrendikasyondur. Ani göz içi basınç artışı olabileceğinden glokom hastaları ileri dönemse cerrahi yapılmamalıdır. Yüksek miyopide perifer retina muayenesi operasyon öncesi mutlaka yapılmalıdır (59).

HIV, diyabet hastaları, otoimmün hastalığı olanlar normal hastalara göre yara yeri iyileşmesinde gecikme ve enfekte olma açısından riskli gruptadır. Bu hastalar operatörlükten önce sistemik durumlarının cerrahiye hazırlık esnasında stabil seyrettiğinden emin olunmalıdır.

2.7. CERRAHİ TEKNİK

2.7.1 PRK

Lazer kullanılarak uygulanan ilk refraktif cerrahi yöntemi fotorefraktif keratektomidir. İşlemin basamakları aşağıda sıralandığı şekildedir:

1. Topikal anestezi: Hasta lazer odasına girmeden 10 dakika önce göze anestezi (proparakain %0,5) damlatılır.
2. Hastanın lazer masasına yatırılması: Hastanın başına bone ayağına galoş geçirildikten sonra, alnı ve çenesini birleştiren hayali hat yere paralel olacak şekilde hasta lazer masasına yatırılır.
3. Cerrahi sahanın hazırlığı: Göze bir kez daha anestezi damla damlatılır. Gözü açıkta kalacak şekilde örtü örtülür. Kirpiklerin örtü altına girmesi sağlanarak

spekulum takılır. Kapağın maksimum açıklıkta olması işlemin geri kalan basamaklarını kolaylaştıracağı için çok önemlidir. Kornea ve konjunktiva BSS (Dengeli tuz solüsyonu) ile yıkanır, yıkama sonrası sponç ile konjonktival kese kurulur. Böylece olası debris ve sekresyonlar gözden uzaklaştırılır.

4. Epitelin kaldırılması: kornea epiteli keskin bir bıçak veya künt bir spatül ile mekanik olarak debride edilebilir. Diğer bir yöntem olan alkol metodunda ise 8-9 mm'lik bir metal optik zon işaretleyicisi kornea üzerine yerleştirildikten sonra, ortasına bir kaç damla alkol damlatarak gerçekleştirilebilir. 20-30 saniye bekletildikten sonra alkol BSS ile yıkanarak korneadan uzaklaştırılır. Gevşetilen epitel özel bir fırça veya spatül yardımı ile debride edilir (Şekil 8).
5. Epitel yukarıda anlatılan yöntemlerden biri ile kaldırıldıktan sonra excimer lazer ablasyonu uygulanır. Pupil merkezine göre ablasyon santralizasyonu ayarlanmalı ve hasta işlem süresince gözünü oynatmamalıdır.
6. Daha sonra kornea BSS ile yıkanır. Bu aşamada cerrahi sonrası haze oluşma ihtimalini azaltmak amacıyla %0.02 Mitomisin C(MMC) uygulanabilir. %0.02 MMC emdirilmiş sponç kornea üzerine yerleştirilir ve 30 saniye boyunca korneada tutulur. Daha sonra bol BSS ile tüm göz yüzeyi yıkanmalıdır.
7. Antibiyotik damla damlatılan hastaya kontakt lens takılır.
8. Genelde cerrahiden 3 ya da 4 gün sonra epitel kapandıktan sonra bandaj kontakt lens çıkarılır (60).

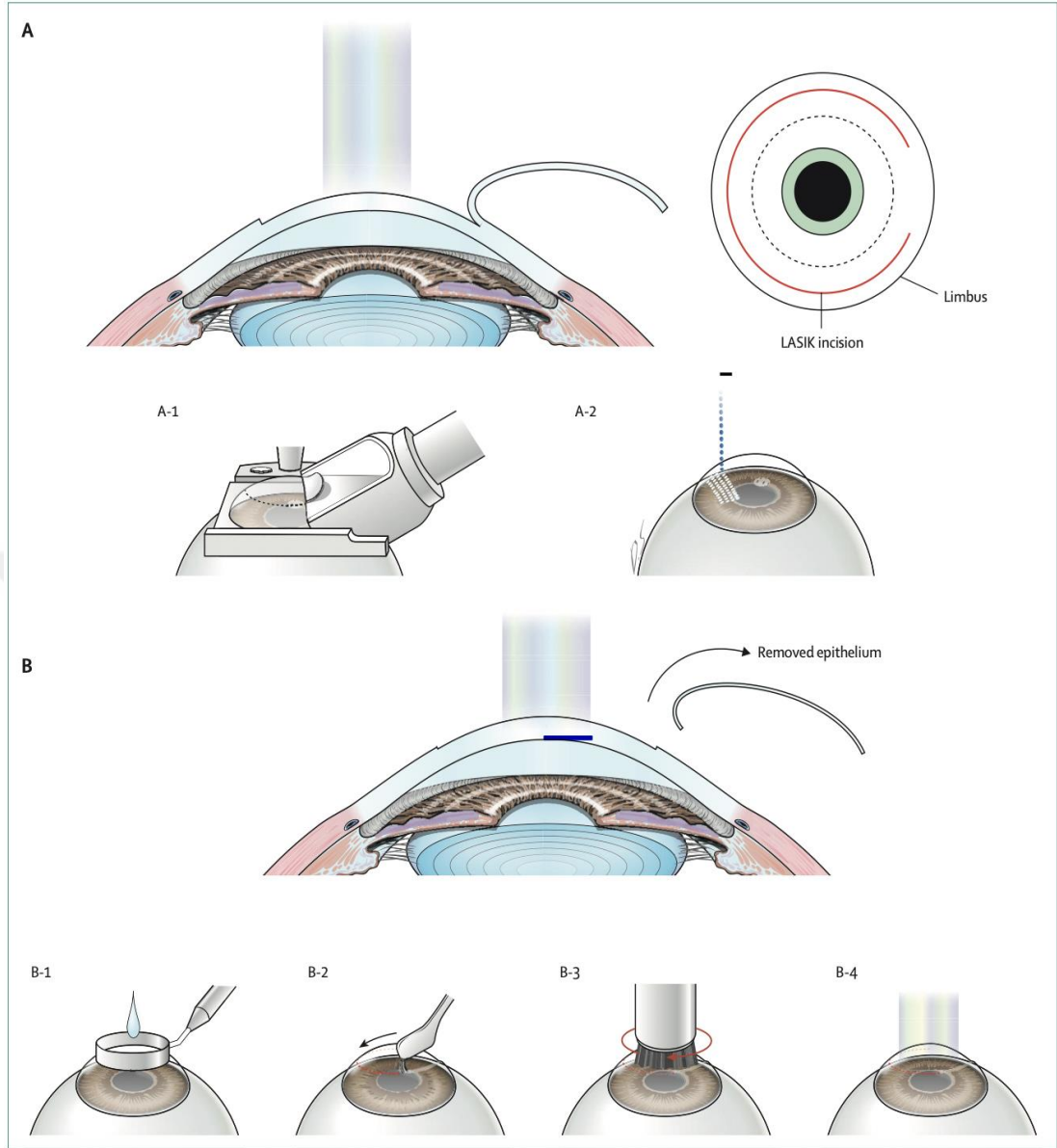
2.7.2. LASIK

LASIK yöntemi uygulanırken korneal flep kaldırılır ve ortaya çıkan stromal yatağa lazer ablasyon yapılır. İşlemin basamakları aşağıda sıralandığı şekildedir:

1. Topikal anestezi uygulanması, hastanın lazer masasına yatırılması ve cerrahi sahanın hazırlığı aşamaları yukarıda PRK tekniğinde anlatılan aşamalarla ortaktır.
2. Vakum halkası kornea santralinde olacak şekilde göz yerleştirilir ve vakum yapılır.
3. Koni vakum halkasına yerleştirilir.
4. Femtosaniye lazerle flep oluşturulur (Şekil 8).

5. Korneal flep menteşeye yakın yerinden aksi yönde yatırılmak için kaldırılır ve bunun için spatül kullanılabilir. Cerrahın seçimine göre korneal flep konjonktivaya ya da metal bir tabakaya yatırılabilir.
6. Stroma tabakasının nemli olması ablasyonun etkisini azaltacağı için mutlaka stromal yüzey sponç ile kurulanmalıdır.
7. Stromaya ablasyon yapılırken flebin korunması gerekmektedir. Sponç ile bu uygulanabilir.
8. Hasta gözünü kırmızı ışıktan ayırmamalıdır. Pupilin tam ortasına lazer ışını odaklanmalıdır ve göz takip edici kilitlenmelidir.
9. Lazer ablasyon pedala basarak başlatılır.
10. Stromal yatak ve flep BSS ile ıslatılır bu sayede debrisler temizlenir ve ara yüzeyde oluşacak düzensizlikler giderilir. Flep ıslatılınca orjinal pozisyonuna daha kolay gelir.
11. Flebin altına spatül ile girilerek menteşenin tam tersi yönünde flep yerine yerleştirilir.
12. Konjonktival kesenin içerisindeki sıvı kurulanır. Sponç ile flebin kenarları kurulanır. Flebin yerleşmesi için 1 ila 5 dakika beklenir. Her cerrahın bekleme süresi değişir. Eğer flep ödemi, epitel defekti yoksa, flep çok iyi yapışmışsa ve geniş flepse yara iyileşmesi daha hızlıdır.
13. Hasta gözlerini rahat bırakmalı ve spekulum, drape hastanın gözünden çıkarılmalıdır.
14. Hasta gözünü açıp kapatır, flep kontrol edilir.
15. Geniş spektrumlu antibiyotik, kortikosteroid, nonsteroid antiinflamatuvar damlatılır.
16. Postoperatif muayene: Hasta 20 dakika bekler. Muayene edilir ve flep kontrol edilir. Flep ile stroma arasında debris varlığına bakılır (61).

Yukarıda anlattığımız basamaklar femtosaniye lazer kullanılarak LASIK yöntemine aittir. Mekanik mikrokeratom kullanılarak da flep oluşturulabilir. Vakum cihazı takıldıktan sonra mekanik bir mikrokeratom ile manuel şekilde flep oluşturulur. Aynı şekilde flep oluşturulduktan sonra stromaya Excimer lazer ablasyon uygulanır. Diğer basamaklar yukarıda anlatıldığı gibidir.



Şekil 8: LASIK’te flep oluşturma ve PRK’da epiteli debride etme aşamaları (62)

A: LASIK ameliyatı ile kornea dokusunda menteşe alanı bırakılarak kornea flebi oluşturulur. A1: Mekanik mikrokeratom ile flep oluşturma A2: Femtosaniye lazer yardımı ile flep oluşturma

B: PRK yönteminde epiteli debride etmenin birkaç yöntemi vardır. B1: Seyreltilmiş alkol yardımı ile B2: Künt uçlu bıçak yardımı ile B3: Fırça yardımı ile B4: epitel kaldırıldıktan sonra ablasyon uygulanır.

Her iki cerrahi teknikte de postoperatif bakım şu şekildedir: Hasta bir gün boyunca gözüne dokunmamalı ve yıkamamalıdır. Geniş spektrumlu antibiyotikli damla ve kortikosteroid damla reçete edilir ve hasta eve gider. Antibiyotikli damla cerrahın tercihinine göre 5 gün ila 2 haftaya kadar kullanılır. Kortikosteroid damla da duruma göre 1 ay kullandıktan sonra azaltılarak kesilir. Prezervansız gözyaşı da eklenebilir. Nonsteroid antiinflamatuvar da kullanılır. Hasta 1.gün 1.hafta 1.ay ve 3.ay takiplerine gelmelidir (63).

2.8. OPTİK KOHERENS TOMOGRAFİ VE KOROID GÖRÜNTÜLEME

Optik koherens tomografi, ışığın değişik yüzeylerden geçerken gösterdiği yansıma farklarını belirleyerek dokuların kesit görüntülerini oluşturan ve girişimsel olmayan bir görüntüleme tekniğidir. Günümüzde vitreoretinal yüzey incelemesi, maküla hastalıkları, retina sinir lifi ve koroidal kalınlık ölçümü gibi birçok farklı kullanım alanı vardır. Nispeten yeni bir yöntem olan optik koherens tomografi (OKT) ultrasona benzer şekilde ancak ondan çok daha yüksek çözünürlüklü olarak, retinada enine kesitsel görüntüler elde etmemize olanak sağlamıştır. OKT'nin temel prensibi B-tarayıcı ultrasona benzer, ancak burada kullanılan aracı ses değil ışıktır (64). Görüntü, retina katlarının optik olarak farklı yansıtıcılıkta olması ile elde edilmektedir. Dokulardan geri yansıyan ışığın yoğunluğuna göre gri veya renkli skala kullanılarak kesit görüntüler oluşturulmaktadır.

İlk OKT teknolojisi olan time domain (TD) OKT'de referans aynasından ve farklı yansıma özelliğine sahip oküler yapılardan yansıyan ışınlar arasındaki zamansal farka göre dokunun tomografik kesiti oluşur. Referans aynanın uzaklığı değiştirilerek dokudan yansıyan ışığın yapısı değerlendirilir. En gelişmiş ve son üretilen TD-OKT cihazı olan Stratus OKT ile saniyede ortalama 400 A-tarama yapılarak, 10 µm çözünürlükte görüntülerin elde edilmesi başarılmıştır (65).

Rutin pratikte kullanılan OKT teknolojisi olan spektral domain (SD) OKT'de ise TD'den farklı olarak referans aynası kullanılmamakta, dokunun farklı katmanlarından yansıyan ışın demeti yüksek hızlı bir spektrometre tarafından tek seferde algılanmakta ve bir Fourier dönüştürücüsüne aktarılmaktadır. Bu yüzden SD-OKT'lere Fourier-domain OKT de denilmektedir. SD-OKT'lerde dokudan yansıyan ışını algılamada

spektrometre kullanıldığı için saniyede 20.000-52.000 A-tarama yapılabilmüş ve 5 µm çözünürlükte görüntülerin elde edilmesi başarılmıştır (66).

Koroidi görüntülemek için gereken ışığın dalga boyu 1060 nm olması gerekirken, OKT cihazlarında kullanılan ışığın dalga boyu 800 nm'dir. Işığın dalga boyu arttırıldığında görüntünün çözünürlüğü düşmekte ve kalite azalmaktadır. Bu gibi kısıtlamalardan dolayı gelişmiş SD-OKT cihazları ile dahi koroidin tamamını yüksek çözünürlüklü bir şekilde görüntülemek arttırılmış derinlik görüntüleme özelliğine sahip OKT teknolojisi geliştirilene kadar mümkün olmamıştır.

EDI-OKT görüntüleme yöntemi SD-OKT cihazlarında herhangi bir donanımsal farklılık gerektirmeden yapılabilmektedir. Yöntem cihazın optik sisteminin daha arkada odaklanması ve elde edilen görüntülerin yazılımsal olarak işlenmesinden ibarettir. Dolayısıyla yazılımında EDI-OKT modu olan cihazda koroid görüntülemesi yapmak için cihazın kullanıcı arayüzünde EDI-OKT modunun seçilmesi yeterlidir. Sonrasında standart maküla çekimlerinde olduğu gibi hastadan hedef ışığına bakması istenir ve çekim gerçekleştirilir. Çekim öncesinde pupilin dilate edilmesi gerekmemektedir.

EDI-OKT tekniği ile koroid tabakasının görüntülenebilmesinin klinik açıdan en yararlı kısmı koroid kalınlığının tespit edilebilmesidir. Bu ölçüm günümüzde tüm cihazlarda manuel olarak yapılabilmekte ve yüksek güvenilirlikte sonuçlar elde edilebilmektedir. Güncel uygulamada en sık kullanılan ölçüm subfoveal koroid kalınlığının hesaplanmasıdır. Koroid kalınlığı retina pigment epitelinin hiperreflektivitesinin dış kenarı ile koroid-sklera bileşkesinin iç kenarı arasında kalan mesafenin dik olarak manuel şekilde ölçülmesi ile bulunmaktadır. Ölçüm uygulama arayüzündeki kaliper (pergel) aracı kullanılarak yapılır (67).

2.9. KOROIDAL VASKÜLARİTE İNDEKSİ

EDI OKT'nin ve diğer cihazların kullanıma sunulmasıyla birlikte teknolojiye son ilerlemeler, koroid vaskülaritenin daha ayrıntılı analizini sağlamıştır. Koroid kalınlığı yapılan klinik araştırmalarda önemli bir bulgu olarak kabul edilse de stromal ve

lüminal vasküler bileşen arasında ayırım olmaksızın yalnızca toplam koroid damar yapısını yansıtır.

2013 yılında Branchini ve ark. koroidin lüminal ve stromal alanlarına karşılık gelen koyu ve açık piksellerin alanını hesaplamak için yazılım tasarladı. Bu koroid analizi aracılığıyla, koroidin ana bileşenlerinin, damarların vasküler lümeni tarafından temsil edildiğini gösterdiler. Daha sonra 2015'te Sonoda ve arkadaşları, EDI-OKT  ekimi ile binarizasyon yöntemini kullanarak koroidin lüminal ve stromal alanlarını hesaplamak için farklı bir teknik açıkladılar. Bir yıl sonra ise Agrawal ve arkadaşları, sağlıklı gözlerde koroidin vasküler durumunu ölçmek için yeni bir OKT parametresi olarak koroid vaskülarite indeksi olarak isimlendirilen yeni bir kantitatif parametre önerdiler.

Şimdiye kadar KVI ve sağlıklı gözlerdeki potansiyel uygulamaları ile çeşitli kororetinal hastalıkların değerlendirilmesi ve yönetimi ile ilgili çok sayıda makale yayınlanmıştır. Mevcut literatür, KVI'nin koroid kalınlığına kıyasla daha az değişkenliğe uğradığını ve daha az fizyolojik faktörlerden etkilendiğini göstermektedir. KVI, Koroidin vasküler değişikliklerini değerlendirmek için nispeten kararlı bir parametre olarak kabul edilebilir (68).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmaya, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Kayseri Şehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi Refraktif Cerrahi Biriminde Ocak 2022-Ağustos 2022 tarihleri arasında 18-40 yaş aralığında başvuran ve miyop ve miyop astigmatizma sebebiyle PRK ve FS-LASIK uygulanmış hastaların dosyaları retrospektif taranarak çalışma kriterlerine uygun olanlar dahil edildi. Kayseri Şehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 22.11.2022 tarihinde 744 Nolu kararı ile etik kurul onayı alındı.

3.1. HASTA DEĞERLENDİRİLMESİ VE HASTA SEÇİM KRİTERLERİ

Etik kurul onayının alınmasının ardından miyop ve miyop astigmatizma sebebiyle PRK ve FS-LASIK yapılmış 86 hastanın dosyası geriye dönük tarandı. Bu hastalardan kontrollerini aksatan ve çalışmaya dahil edilme kriterlerini karşılamayan hastalar çıkarıldı. Kalan hastalardan 70'i çalışmaya dahil edildi.

Hastaların çalışmaya dahil edilme kriterleri;

1. 18-40 yaş arasındaki refraktif cerrahi uygulanmış ek hastalığı olmayan hastalar
2. Miyop veya miyop astigmatizma sebebiyle refraktif cerrahi uygulanmış hastalar
3. Manifest sferik değeri -7.00D, silindirik değeri -5.00D altında olan hastalar

Hastaların çalışmaya dahil edilmeme kriterleri;

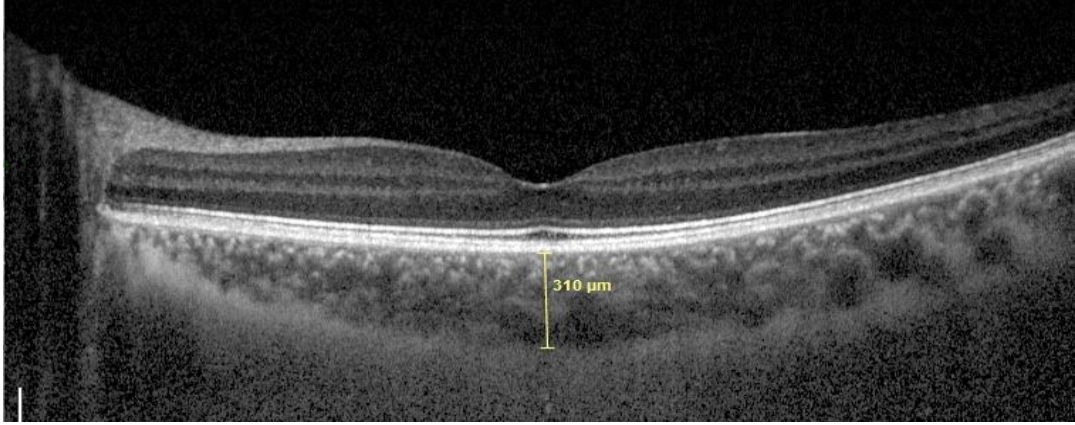
1. Refraksiyon kusurunda 1 yılda 0.5D veya daha fazla değişimi olan
2. Korneal ektazisi olan
3. Enfeksiyöz ve inflamatuvar göz hastalıkları olan (üveit, keratit gibi)
4. Kuru göz tanısı olan
5. Diyabet, hipertansiyon gibi sistemik hastalıkları olan
6. OKT çekim kalitesi düşük olan

Refraktif cerrahi muayenesi ve muayene öncesi yapılan ölçümlerde hastaların en az 2 hafta süresince kontakt lense ara vermiş olması şartı mevcuttu. Refraktif cerrahi için engel bulunmayan hastalara kornea kalınlığına, refraksiyon değerine, fundus

muayenesine bakılarak ve hastanın seçimine de bağılı olarak PRK veya FS-LASIK işlemleri uygulandı. PRK işleminde ablasyondan sonra kornea kalınlığının 400 mikron üzerinde, FS-LASIK işleminde ablasyondan sonra kalan stromal yatağın 300 mikron üzerinde olmasına dikkat edildi, %40'dan fazla değişim olmamasına dikkat edildi. Ayrıca PRK'da 75 mikrondan fazla ablasyon yapılmamaya çalışıldı. İnce korneaya sahip hastalara ve flep sorunu yaşayabilecek travmalara maruz kalma ihtimali yüksek olan mesleklerle uğraşan hastalara FS-LASIK yerine PRK işlemi önerildi. Refraktif cerrahi işlemi uygulanmadan önce başvuran her hastaya detaylı oftalmolojik muayene yapıldı ve hastaların dosyalarına eklendi.

Çalışmaya dahil edilen hastaların yaş, cinsiyet ve sistemik veya oküler hastalık öyküleri not edildi. Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası 7. günde Snellen eşeli ile en iyi düzeltilmiş görme keskinliği (EİDGK), sferik ve silindirik refraksiyonlar, sferik eşdeğer (SE) ve GİB kaydedildi. Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası 7. günde GİB Goldmann aplanasyon tonometresi ile ölçüldü. Biyomikroskopik değerlendirmenin ardından ön ve arka segment muayene bulguları kaydedildi. Hastaların preoperatif çekilen korneal topografileri (Pentacam HR, Oculus, Wetzlar, Almanya) değerlendirildi.

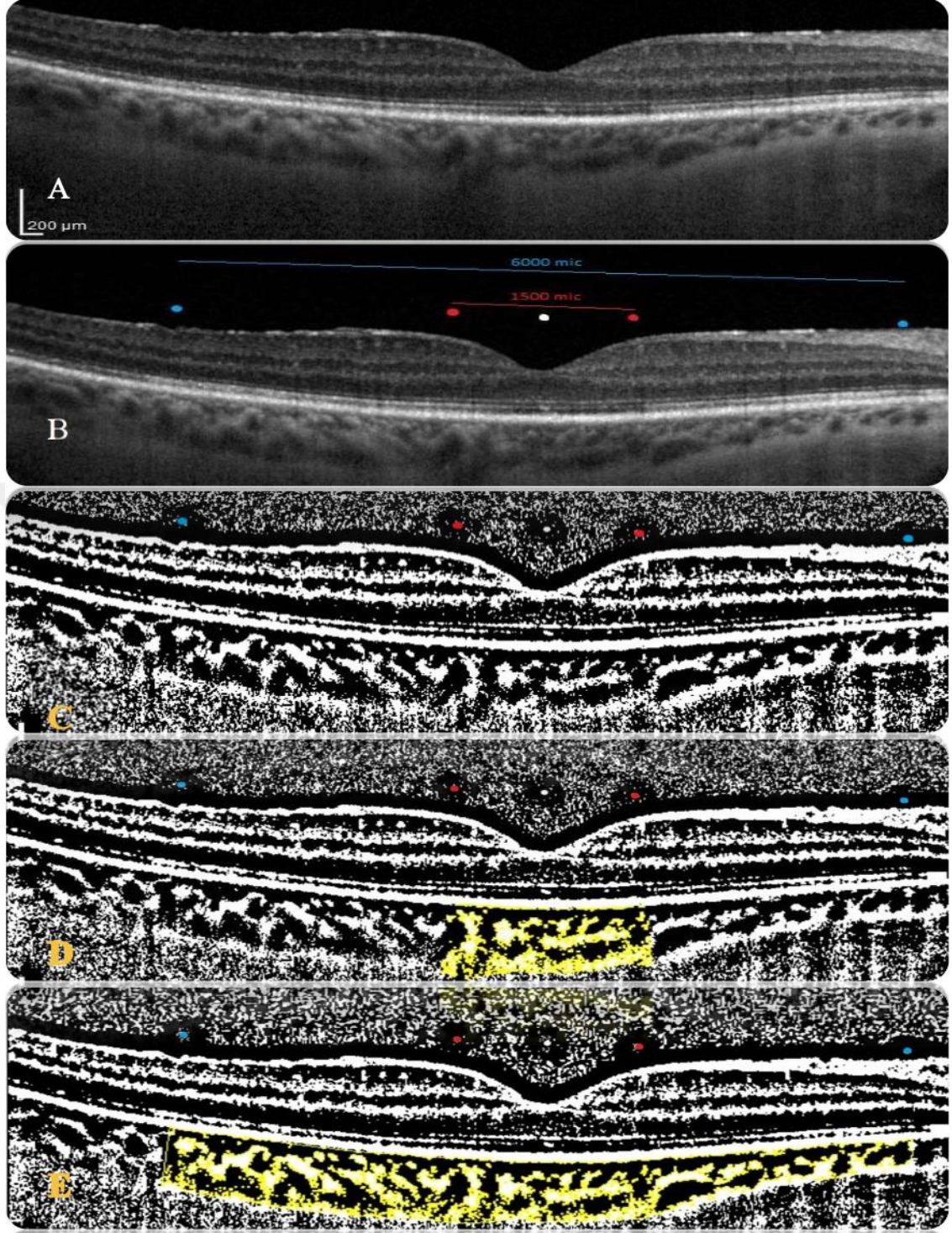
Preoperatif ve postoperatif 1.gün ve 7.günlerde fovea merkezini içerecek şekilde çekilen EDİ-OKT verileri (software version 5.6.4.0; Spectralis OCT Heidelberg Engineering, Dossenheim, Almanya) alındı. Tüm çekimler, bu konuda tecrübe sahibi tek bir operatör tarafından yapıldı. Sinyal gücü >25 db olan ve merkezi odaklanmanın tamamen sağlandığı görüntüler çalışmaya dahil edildi. EDİ-OKT görüntüsünden subfoveal koroid kalınlığı(SFKK) ölçümü hiperreflektif retina pigment epitelinin dış kenarı ile koroid-sklera sınırı arasında yapıldı. Ölçüm yazılımının ölçüm aracı kullanılarak retina pigment epitelinin dış kenarından başlayan ve bu kenara dik bir çizginin koroid-sklera sınırına getirilmesiyle yapıldı (Şekil 9). Ölçümler 3 kez tekrarlandı ve çıkan sonucun ortalaması alındı.



Şekil 9: Koroid kalınlığı ölçümü

(Kayseri Şehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi arşivinden alınmıştır.)

Preoperatif ve postoperatif 1.gün ve 7.gün EDI-OKT görüntüleri kullanılarak, halka açık bir yazılım olan, görüntü işleme ve analiz etme amacıyla geliştirilen Image J programı (provided in the public domain by the National Institutes of Health, Bethesda, MD, USA; <http://imagej.nih.gov/ij/>) aracılığıyla KVİ hesaplandı (69). KVİ hesaplamasında ilk olarak görüntüler Image J programına yüklendi. “Çizgi” aracı seçilerek EDI-OKT görüntüsünün sol alt kısmında yer alan uzunluk ölçeği, piksel sayısına kalibre edildi. Sonrasında görüntüler 8bit’lik formata çevrilerek, koroid ve sklera arayüzeyini daha kolay seçilebilir hale getirmek amacıyla “otomatik yerel eşik”ten Niblack ayarı seçildi. Elde edilen EDI-OKT görüntülerinden “ilgilenilen bölge (ROI)”yi seçmek için “çokgen” aracı seçildi. Bu bölgenin üst sınırını retina ve koroid kesişimi, alt sınırını ise koroid ve sklera kesişimi oluşturacak şekilde seçim yapıldı. Her görüntü için santral foveayı merkez kabul ederek 1500 mikron ve 6000 mikron genişliğinde 2 farklı seçim yapıldı. Her bir seçilen alan ROI yöneticisine kaydedildi. Vasküler yatağın daha iyi görülebilmesi için renk eşliğindeki ilk çubuk 0’a, ikinci çubuk 250’ye ayarlandı ve bu ikinci görüntü de ROI yöneticisine kaydedildi. Bu iki görüntü birleştirilerek ROI yöneticisi aracılığıyla ilk ve son alanlar ölçülerek kaydedildi. Böylelikle elde edilen son alan, ilk alana böldükten sonra KVİ elde edildi. Preoperatif ve postoperatif 1.gün ve 7.gün EDI-OKT görüntülerinden foveayı merkez alarak 1500 mikron (subfoveal) ve 6000 mikron (submaküler) mesafeden alınan KVİ değerleri 3 kez tekrarlanarak ortalaması not edildi (Şekil 10).



Şekil 10: KVI hesaplaması aşamaları A) EDİ-OKT görüntüsünün Image J programına yüklenmesi, B) sol alt kadrandaki yatay uzunluk skalası tanımlandıktan sonra 1500 ve 6000 mikron uzunluğunu gösteren belirteçlerin eklenmesi, C) görüntünün Niblack yerel eşiğine dönüştürüldükten sonraki görüntüsü, D) subfoveal (1500 mikron) ve E) submaküler (6000 mikron) alandaki görüntülerin ROI yöneticisinde birleştirilmesi

3.2. CERRAHİ TEKNİK

3.1.1.PRK

Cerrahi lazer odasında yapıldı, odanın sıcaklık ve nemi ayarlandı. Cihaz testi ve kalibrasyonu günlük olarak yapıldı. Topikal anestezi için %0,5'lik proparakain hidroklorid (Alcaine göz damlası, Alcon A.Ş. Kanada) damlatıldı. Hastanın başına bone ve ayağına galoş giydirilerek ameliyat masasına yatırıldı. Drape ile cilt ve kirpikler örtüldü ve kapak spekulumu yerleştirildi. Çapraz fiksasyon olmaması için diğer göz kapatıldı. Santral kornea epitelini kaldırma işlemi için 9.00 mm çapta alkol tutucu hazne kullanıldı. Hazne içine %20'lik alkol solüsyonu dolduruldu ve 20 saniye süreyle bekletildi. Ardından hazne içindeki alkol üçgen sponca emdirilerek uzaklaştırıldı. Oküler yüzey BSS ile bolca yıkandı. Spatül ile alkol yardımıyla gevşetilen epitel debride edilerek stromal yatak ortaya çıkarıldı. Ablasyona hazır hale getirildi. Fotoablasyon için VISX STAR S4-IR (Abbott Medical Optics, Inc., Santa Ana, CA, ABD) platformu kullanıldı. Optik zon 6.0mm, geçiş zonu 8.0mm olacak şekilde tutuldu. Daha önceden cihaza girilmiş hastaya ait veriler ışığında tam odaklama ve santralizasyon sağlandıktan sonra ablasyona başlandı. Refraksiyon miktarına uygun derinlikte ablasyon yapıldı. Ablasyona cihaz tarafından uygun görülen süre boyunca devam edildi. Ablasyon tamamlanınca daha önceden soğutulmuş BSS ile göz yüzeyi bolca yıkandı. Ablasyon tamamlandıktan sonra tüm olgularda postoperatif korneal haze riskini azaltmak amacıyla daha önceden hazırlanmış, 0.2mg/ml'lik MMC emdirilmiş, sünger ablate edilmiş yüzeye yerleştirildi. Yaklaşık 30 saniye boyunca MMC uygulaması yapıldı. Sonrasında soğuk BSS ile göz yüzeyi bolca yıkandı. Moksifloksasin %0,5 damla damlatıldı. Bandaj kontakt lens yerleştirilerek operasyon sonlandırıldı.

3.1.2. FS-LASIK

Cerrahi lazer odasında yapıldı, odanın sıcaklık ve nemi ayarlandı. Cihaz testi ve kalibrasyonu günlük olarak yapıldı. Topikal anestezi için %0,5'lik proparakain hidroklorid (Alcaine göz damlası, Alcon A.Ş. Kanada) damlatıldı. Hastanın başına bone ve ayağına galoş giydirilerek ameliyat masasına yatırıldı. Drape ile cilt ve kirpikler örtüldü ve kapak spekulumu yerleştirildi. Vakum halkası santralize edilerek

hastanın gözüne yerleştirildikten sonra vakum yapıldı. Ara yüz vakuma yakınlaştırıldı. IntraLase FS60 platformda (Abbott Medical Optics Inc, Santa Ana, California) femtosaniye lazer yöntemiyle flep olarak kaldırılacak olan epitel ve stromayı içeren kornea dokusu oluşturuldu. 8.8 mm çapında, 100 mikron derinliğinde korneal flep oluşturuldu. Flepin menteşesi kornea saat 12'de ve menteşe açısı 45 derecedir. Yatak enerjisi 0.85, spot size 7 olarak ayarlandı. Yan kesi açısı 110 derecedir. Kesi tamamen bittikten sonra vakum sona erdirildi. Vakum halkası kaldırıldı. Aynı işlem diğer göze uygulandıktan sonra hasta lazer ablasyon yapılacak yere alındı. Flep spatül yardımıyla menteşeye doğru kaldırıldı. Stromal yatak kurutuldu. VISX STAR S4-IR (Abbott Medical Optics, Inc., Santa Ana, CA, ABD) ile lazer ablasyon uygulaması yapıldı. 6,0 mm optik zon, 8,0 mm geçiş zonu kullanıldı. Stroma yıkandıktan sonra kaldırılan flep eski konumuna gelecek şekilde yerine yerleştirildi. Flep kenarları 1 dakika boyunca kurulandı. Ara yüzeyde sıvı kontrolü yapıldı. Flep emniyetli olduğu değerlendirildikten sonra moksifloksasin %0,5 damla damlatılarak operasyon sonlandırıldı.

Operasyon sonrası hastalar muayene edildikten sonra taburcu edildi. Gözler kapalı pozisyonda istirahat önerildi. Hastalara günde 4 defa olmak üzere 2 hafta boyunca moksifloksasin damla önerildi. PRK grubunda florometalon damla günde 4 defa 1 ay boyunca önerildi, 1 aydan sonra doz azaltılarak 3 ayda kesildi. FS-LASIK grubunda deksametazon damla günde 4 defa olacak şekilde önerildi, daha sonra 1 ayda doz azaltılarak kesildi. Günde 8 kez olacak şekilde koruyucu içermeyen suni gözyaşı damla PRK grubunda 3 ay boyunca, FS-LASIK grubunda ise 6 ay boyunca kullanılması önerildi. Hastalar postoperatif 1.gün ve 1.haftada görüldü. PRK uygulanan hastaların epitel açıklığının kapandığından emin olunduktan sonra kontakt lensleri çıkarıldı. Hastaların 1.gün kontrollerinde ön segment muayeneleri ve EDI-OKT çekimleri yapıldı. 7.gün kontrollerinde ise EİDGK, GİB ölçümü, ön segment ve fundus biyomikroskopik muayeneleri ve EDI-OKT çekimleri yapıldı.

3.3. İSTATİKSEL ANALİZ

Çalışmadan elde edilen verilerin özetlenmesinde tanımlayıcı istatistikler sürekli (sayısal) değişkenler için dağılıma bağlı olarak *ortalama* $\pm$ *standart sapma* veya *medyan*, *minimum* ve *maksimum* olarak tablo halinde verildi. Kategorik değişkenler

sayı ve yüzde olarak özetlendi. Sayısal değişkenlerin normallik durumları; *Shapiro-Wilk*, *Kolmogorov-Smirnov* ve *Anderson-Darling* testleri ile kontrol edildi.

Gruplara göre kategorik değişkenler arasındaki farklılık karşılaştırmalarında beklenen gözelerin 5 ve üzerinde olan 2x2 tablolarda *Pearson Ki-Kare test* kullanıldı.

Bağımsız iki grup karşılaştırılmalarında; sayısal değişkenlerin normal dağılım gösterdiği durumlarda *Independent Samples T-Test*, sayısal değişkenlerin normal dağılım göstermediği durumlarda ise *Mann Whitney U test* kullanıldı.

Preoperatif ve postoperatif ölçümler arasındaki istatistiksel karşılaştırmalarda; sayısal değişkenlerin normal dağılım göstermediği durumda *Wilcoxon test* kullanıldı.

Preoperatif, postoperatif 1. gün ve Postoperatif 7. gün ölçümler arasındaki istatistiksel karşılaştırmalarda; *Paired Samples T-Test* kullanıldı.

İstatistiksel analizler ve grafikler *Jamovi (Version 2.3.24.0)* ve *JASP (Version 0.17.1)* programları ile yapılmış olup ve istatistik analizlerde anlamlılık düzeyi 0.05 (p-değeri) olarak dikkate alındı.

4. BULGULAR

Çalışmaya 32 FS-LASIK 38 PRK olmak üzere toplamda 70 hastanın sağ gözü dahil edildi. Çalışma grubunda ortalama yaş 26.8 ± 5.6 idi. Katılımcıların 44'ü (62.9%) kadındı. Çalışma grupları arasında yaş ortalaması ve cinsiyetler bakımından anlamlı fark saptanmadı (sırasıyla $p=0.856$, $p=0.999$) (Tablo 1).

Tablo 1. Çalışma gruplarında demografik değişkenlerin karşılaştırılması

	Genel (n=70)	Grup		p
		FS-LASIK (n=32)	PRK (n=38)	
Yaş †	26.8 ± 5.6	27.8 ± 5.3	26.2 ± 4.6	0.856*
Cinsiyet ‡				
Erkek	26 (37.1)	12 (37.5)	14 (36.8)	0,999**
Kadın	44 (62.9)	20 (62.5)	24 (63.2)	

‡: n (%), †: Ortalama $\pm$ standart sapma

*, Independent Samples T-Test.

**, Pearson Chi-Square test.

Korneal kalınlık bakımından gruplar arasında anlamlı fark saptanmazken ($p=0.068$) ablasyon derinliği FS-LASIK grubundaki hastalarda PRK grubundaki hastalara göre anlamlı biçimde daha büyüktü ($p<0.001$) (Tablo 2).

Tablo 2. Korneal kalınlık ve ablasyon derinliklerin gruplar arasında karşılaştırılması

	Grup		p*
	FS-LASIK (n=32)	PRK (n=38)	
Korneal kalınlık †	549.2 ± 28.5	537.1 ± 25.5	0,068
Ablasyon Derinliği †	71.0 ± 20.9	49.9 ± 15.4	<0,001

†: Ortalama $\pm$ standart sapma,

*, Independent Samples T-Test.

PRK ve FS-LASIK grubunda sferik değer, silindirik değer, sferik eşdeğer arasındaki preoperatif ve postoperatif ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı azalma saptandı (her biri için $p<0.05$). Preoperatif sferik, silindirik ve sferik eşdeğer ölçümleri FS-LASIK grubunda PRK grubuna göre anlamlı yüksek bulunurken (sırasıyla

p=0.016, p=0.009, p<0.001) postoperatif ölçümlerde FS-LASIK ve PRK grupları arasında anlamlı fark saptanmadı (her biri için p>0.05) (Tablo 3).

PRK ve FS-LASIK grubunda EİDGK ve GİB’de preoperatif ve postoperatif ölçümlerde grup içi ve gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmadı (her biri için p>0.05) (Tablo 3).

Tablo 3. Kırma kusuru ve göz içi basınçlarında dair ölçüm değerlerinin grup içi ve gruplar arası karşılaştırmaları

	Grup		p*
	FS-LASIK (n=32)	PRK (n=38)	
Sferik			
PreOp §	-3.6 [-6.0 – -0.5]	-2.9 [-5.2 – -0.2]	0,016
PostOp §	-0.1 [-1.0 – 1.0]	-0.2 [-0.8 – 1.2]	0,586
p-değeri**	<0,001	<0,001	
Silendirik			
PreOp §	-1.4 [-4.2 – 0.0]	-0.8 [-3.0 – 0.0]	0,009
PostOp §	-0.2 [-1.0 – 0.5]	-0.2 [-2.2 – 0.8]	0,086
p-değeri**	<0,001	<0,001	
Sferik eş değer			
PreOp §	-4.6 [-6.2 – -2.0]	-3.1 [-5.5 – -1.0]	<0,001
PostOp §	-0.2 [-1.0 – 0.8]	-0.2 [-1.0 – 75.0]	0,161
p-değeri**	<0,001	<0,001	
En iyi düzeltilmiş görme keskinliği			
PreOp §	1.0 [0.8 – 1.0]	1.0 [0.8 – 1.0]	0,570
PostOp §	1.0 [0.8 – 1.0]	1.0 [0.8 – 1.0]	0,085
p-değeri**	0,325	0,524	
Göz içi basıncı			
PreOp §	17.5 [12.0 – 27.0]	17.0 [11.0 – 21.0]	0,677
PostOp §	15.0 [12.0 – 23.0]	16.5 [11.0 – 23.0]	0,545
p-değeri**	0,088	0,187	

§: ortalanca [minimum-maksimum]

*, Mann-Whitney U test.

**, Wilcoxon test.

FS-LASIK grubunda SFKK'da preoperatif döneme göre postoperatif 1. günde istatistiksel olarak anlamlı artış izlendi ($p<0.01$). Preoperatif dönem ile postoperatif 7. gün arasında ise anlamlı bir değişim gözlenmedi. Ancak postoperatif 1. gün SFKK postoperatif 7. gün SFKK'dan anlamlı biçimde kalındı ($p<0.001$) (Tablo 4 ve 5).

PRK grubunda; preoperatif SFKK postoperatif 1 ve 7. günlere göre anlamlı biçimde daha ince olarak saptandı (her biri için $p<0.05$). Postoperatif 1 ve 7. günler arasında SFKK'da anlamlı bir değişim gözlenmedi ($p=0.997$) (Tablo 4 ve 5).

Tablo 4. Subfoveal koroidal kalınlık ve koroidal vasküler indeks değerlerinin gruplar arası karşılaştırmaları

	Grup		p
	FS-LASİK (n=32)	PRK (n=38)	
Subfoveal koroid kalınlığı			
PreOp †	279.1 ± 73.8	274.5 ± 60.9	0,779*
PostOp 1.Gün †	283.9 ± 74.5	276.9 ± 60.8	0,675*
PostOp 7.Gün †	276.7 ± 72.6	277.0 ± 59.9	0,986*
Subfoveal KVI			
PreOp §	0.624 ± 0.45	0.631 ± 0.38	0,453*
PostOp 1.Gün §	0.634 ± 0.43	0.637 ± 0.38	0,764*
PostOp 7.Gün §	0.624 ± 0.42	0.631 ± 0.38	0,476*
Submaküler KVI			
PreOp §	0.631 ± 0.42	0.639 ± 0.35	0,397*
PostOp 1.Gün §	0.632 ± 0.49	0.639 ± 0.34	0,530*
PostOp 7.Gün §	0.629 ± 0.40	0.638 ± 0.35	0,312*

†: Ortalama ± standart sapma, §: ortanca [minimum-maksimum]

*. Independent Samples T-Test

FS-LASIK ve PRK grubunda subfoveal KVI'de preoperatif döneme göre postoperatif 1.günde istatistiksel olarak anlamlı artış gözlemlendi (sırasıyla $p<0.05$, $p<0.001$) Preoperatif dönem ile postoperatif 7. gün ölçümleri arasında ise anlamlı bir fark saptanmadı (sırasıyla $p=0.548$, $p=0.773$). Postoperatif 1.gün subfoveal KVI ise her iki grupta da postoperatif 7.güne göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde yüksekti (her biri için $p<0.05$) (Tablo 4 ve 5).

Submaküler KVI değerlerine dair FS-LASIK ve PRK grubunda grup içinde ve gruplar arasında preoperatif, postoperatif 1. gün ve postoperatif 7. gün ölçümleri arasında anlamlı fark saptanmadı (her biri için $p>0.05$) (Tablo 4 ve 5).

Preoperatif, postoperatif 1. gün ve postoperatif 7. günde SFKK, subfoveal KVI ve submaküler KVI değerlerine dair ölçümlerde FS-LASIK ve PRK grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmadı (her biri için $p>0.05$) (Tablo 4).

Tablo 5. İkili Karşılaştırmalar (Tablo 4 için)

			FS-LASIK	PRK
Subfoveal koroid kalınlığı				
PreOp	-	PostOp 1.Gün	<0.05	<0.001
PreOp	-	PostOp 7.Gün	0.268	0.003
Postop 1.Gün	-	PostOp 7.Gün	<0.001	0.943
Subfoveal KVI				
PreOp	-	PostOp 1.Gün	<0.05	<0.001
PreOp	-	PostOp 7.Gün	0.548	0.773
PostOp 1.Gün	-	PostOp 7.Gün	<0.05	<0.05
Submaküler KVI				
PreOp	-	PostOp 1.Gün	0.881	0.792
PreOp	-	PostOp 7.Gün	0.740	0.661
PostOp 1.Gün	-	PostOp 7.Gün	0.545	0.781
Paired Samples T-Test				

5.TARTIŞMA

Refraktif cerrahinin dünya çapında yaygın olarak uygulanmasıyla, özellikle miyopide arka segment ile ilgili olarak, cerrahinin komplikasyonları hakkında önemli endişeler vardır. Bazı çalışmalar refraktif cerrahinin retina üzerindeki etkilerini araştırmıştır (70). Ancak farklı refraktif cerrahilerin koroid üzerindeki olası etkilerine dair çok fazla veri bulunmamaktadır. Biz de bu amaçla refraktif cerrahinin koroid üzerindeki potansiyel etkisini belirlemek için koroid tabakasındaki morfolojik değişiklikleri değerlendirdik. Çalışmamızda farklı refraktif cerrahiler geçiren miyop hastalardaki koroidal değişikliklerini değerlendirmeyi amaçladık.

Bu çalışmada PRK ve FS-LASIK hastalarının SFKK ve KVİ yönünden değişimlerini preoperatif dönem ile postoperatif 1.gün ve postoperatif 7.gün deki sonuçları ile karşılaştırdık. FS-LASIK grubunda SFKK’da preoperatif döneme göre 1.günde istatistiksel olarak anlamlı artış gözlemlendi ve bu artış 7.günde normale dönmüş olarak saptandı. PRK grubunda ise 1.günde yine SFKK’da artış gözlemlendi ve 7.günde preoperatif değerlere dönmediği saptandı. Subfoveal KVİ için ise her iki grupta da postoperatif 1.günde preoperatif döneme göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlemlendi ve bu artışın postoperatif 7.günde preoperatif değerlerle benzer olduğu gözlemlendi. Ancak gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı. Submaküler KVİ için gruplar arasında ve grupların kendi içinde cerrahi öncesi dönemle cerrahi sonrası dönem arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenmedi.

SFKK artışının 1.günde FS-LASIK grubunda preoperatif döneme göre artmış olmasının nedeni, refraktif cerrahi sırasında GİB'deki geçici artışın, oldukça vaskülarize bir doku olan koroidi uyarması olabilir (71). GİB’deki artış, oküler perfüzyon basıncının azalmasına ve oksijenin kısmi azalmasına yol açar, bunun sonucu olarak vasküler endotel yoluyla artan şekilde nitrik oksit sentezi olur. Bu nedenle nitrik oksit, muhtemelen kan akımındaki değişiklikler veya vasküler olmayan düz kasın gevşemesi yoluyla koroid kalınlaşmasını tetikleyebilir (72), bu da koroidal kan akışı oto-regülasyonunda rol oynayabilir. Benzer şekilde, FS-LASIK grubunda, vakum aşamasında, koroidin mekanik olarak gerilmesi ve GİB'deki geçici artış koroid

kalınlığının yükselmesinin sebebi olabilir, ancak bu yükseklik ameliyattan 1 hafta sonra preoperatif değerlere dönmüştür.

İkinci olarak koroid kalınlığındaki artış, cerrahi sonrası inflamatuvar yanıt ve vasküler geçirgenliğe bağlı olabilir. Cerrahi travma, aköz hüümörde prostaglandinlerin salınmasına neden olur, kan-aköz bariyerine zarar verir ve inflamatuvar mediyatörlerin salınmasına neden olur (73). Bu mediyatörler vitreus boşluğuna yayılıp retinaya ulaşarak iç kan-retina bariyerinin bozulmasına neden olur ve başka bir alanda inflamatuvar mediyatörlerin salgılanmasına ve perifoveal kapillerlerin geçirgenliğini artırarak koroid kalınlaşmasına neden olabilir (74). Bu durum hem FS-LASIK de hem de PRK daki koroid kalınlık artışını açıklayabilir.

Jing Zhang ve ark'ın yaptığı yüksek miyop hastalarda LASIK ve fakik göz içi lens implantasyonu sonrası koroid kalınlığı değişiminin değerlendirildiği 116 hastalık bir çalışmada cerrahiden 2 saat sonra ölçülen koroid kalınlığının cerrahi öncesi döneme göre yüksek olduğunu ve bu yüksekliğin 1.haftada cerrahi öncesindeki seviyeye döndüğünü saptamışlardır (75). M Li ve ark'ın yaptığı 70 hastalık başka bir çalışmada ise LASIK uygulanan hastalarda cerrahi sonrası dönemde koroid kalınlığında artış olduğunu saptamışlardır (76).

İlk olarak 2016 yılında Agrawal ve ark yayınladıkları bir makalede 345 sağlıklı gözde yaptıkları ölçümler sonucunda koroidin vasküler durumunun bir ölçüsü olarak KVI'nin kullanılabileceğinden bahsetmişlerdir. Koroid kalınlığının daha fazla değişkenden etkilendiğinin ve daha fazla değişkenlik gösterdiğini ancak KVI'nin koroidi gözlemlmek için daha kararlı bir belirteç olduğundan bahsetmişlerdir. Yaptıkları ölçümlerde koroid kalınlığının daha genç, daha kısa aksiyel uzunluk, daha yüksek GİB ve daha düşük sistolik kan basıncı olan kişilerde daha kalın olduğundan, KVI'nin ise bu sistemik durumlardan etkilenmediğinden sadece SFKK ile ilişkili olduğundan ve daha kalın SFKK'ya sahip olan hastaların daha yüksek KVI ile ilişkili olduğundan bahsetmişlerdir (77).

Bu zamana kadar refraktif cerrahi sonrası KVI'nin değerlendirildiği sadece bir çalışma yayınlanmıştır. Yalçınkaya ve ark'ın 29 LASIK ve 30 SMILE hastasını karşılaştırdıkları çalışmada optik koherens tomografi anjiyografi (OKT-A) ile

postoperatif 1.günde maküler damar dansitesinde artış bulmuşlardır. Çalışmalarında koroid kalınlığından bahsedilmemekte olup OKT ile değerlendirdikleri KVI'de cerrahi öncesi dönemle cerrahi sonrası 1.ve 7.gündeki dönemlerde herhangi bir fark saptamamışlardır (78). Bizim çalışmamızda ise FS-LASIK ve PRK grubunda postoperatif 1.günde preoperatif döneme göre SFKK artışına ek olarak subfoveal KVI yönünden de istatistiksel olarak anlamlı bir artış saptandı ve bu artışın postoperatif 7.günde preoperatif değerlere döndüğü gözlemlendi. Buna göre postoperatif 1.günde SFKK artışının subfoveal KVI artışıyla korele olduğu görüldü.

Bu çalışma, küçük bir örneklem büyüklüğü ve nispeten kısa takip süresi gibi bazı kısıtlamalara sahiptir. Bu nedenle koroid bölgesindeki vasküler ve morfolojik değişikliklerini değerlendirmek için uzun süreli gözlem çalışmalarına ihtiyaç vardır. İkincisi, ameliyatta aseptik koşullara ihtiyaç duyulması nedeniyle gerçek zamanlı GİB ölçülemedi. Üçüncüsü, FS-LASIK sonrası OKT-A cihazı ile koroid bölgesinin mikro sirkülasyonunu değerlendiremedik. Koroidal bölgenin mikro sirkülasyonunu OKT-A kullanarak değerlendirmek, ani GİB artışının kalınlık ve vasküler değişim üzerindeki etkisini doğrulayabilir.

6.SONUÇLAR

1. Miyop ve astigmatizma kırma kusurunun düzeltilmesinde PRK ve FS-LASIK yöntemleri etkili ve güvenli prosedürler olarak görünmektedir.
2. Her iki refraktif cerrahi yöntemden sonra da postoperatif 1.günde koroid kalınlığında artış görülmüştür.
3. Her iki refraktif cerrahi yöntemden sonra da postoperatif 1.günde subfoveal koroidal vasküler indekste artış görülmüştür.
4. Artan koroid kalınlığı ve koroidal vasküler indeks değeri genellikle cerrahiden 1 hafta sonra cerrahi öncesi değerlere dönmektedir.
5. Cerrahi sonrası koroid etkilenmesini değerlendirmek için koroidal vasküler indeks koroid kalınlığıyla birlikte kullanılabilen bir belirteçtir.
6. Bulgularımızı doğrulamak için daha fazla hasta sayısına sahip prospektif ve randomize çalışmalar gereklidir.

KAYNAKLAR

- 1.Schimmelpfennig BH, Waring GO. Development of refractive keratotomy in the nineteenth century. In Refractive Keratotomy for Myopia and Astigmatism. Ed. Waring GO III. St Louis: Mosby–Yearbook Inc. 1992: 171–178.
- 2.Barraquer Moner J. Refractive Keratoplasty. Es Inf Oftal 1949;2-10.
- 3.Trokel SL, Srinivasan R Braren B. Excimer Laser surgery of the cornea. Am J.Ophthalmol. 1983;96:710-715.
- 4.Alio IL, Artola A, Claramonte PJ, AyaJa MJ, Sanchez SP. Complications of photorefractive keratectomy for myopia: two year follow-up of 3000 cases. J Cataract Refract Surg. 1998;24:619-626.
- 5.Pallikaris IG, Papatzanaki ME, Stathi EZ, et al. Laser in situ keratomileusis. Lasers Surg Med. 1990;10:463–8.
- 6.Sugar A, Rapuano C.J., Culbertson W. W., Huang D. Varley G. A., AgapitosP.J, de Luise V.P., Koch D.D. Laser in Situ Keratomileusis for Myopia andAstigmatism: Safety and Efficacy. A Report by the American Academy of Ophthalmology. Ophthalmology 2002; 109:1.
- 7.Jacobs JM, Taravella MJ. Incidence of intraoperative flap complications in laser in situ keratomileusis. J Cataract Refract Surg. 2002 ;28:23-8.
- 8.C.Strohmaier,C.Runge,O.Seyeddain,M.Emesz,C.Nischler,A.Dexl,G.Grabner, H.A. Reitsamer, Profiles of intraocular pressure in human donor eyes during femtosecond laser procedures—a comparative study, Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 54 (2013) 522–528. .
- 9.K.J. Cho, J.H. Kim, H.Y.L. Park, C.K. Park, Glial cell response and iNOS expression in the optic nerve head and retina of the rat following acute high IOP ischemia–reperfusion, Brain Res. 1403 (2011) 67–77.
- 10.Y. Suwan, M.A. Fard, L.S. Geyman, A. Tantraworasin, T.Y. Chui, R.B. Rosen, R. Ritch, Association of myopia with peripapillary perfused capillary density in patients with glaucoma: an optical coherence tomography angiography study, JAMA Ophthalmol. 136.
- 11.D. Wang, M. Liu, Y. Chen, X. Zhang, Y. Xu, J. Wang, C-h To, Q. Liu, Differences in the corneal biomechanical changes after SMILE and LASIK, J. Refract. Surg. 30 (2014) 702–707.
- 12.Y.Zhang,J.Lan,D.Cao,C.Yang,D.Yang,W.Xie,J.Zeng, Microvascular changes in macula and optic nerve head after femtosecond laser-assisted LASIK: an optical coherence tomography angiography study, BMC Ophthalmol. 20 (2020) 1–7.
- 13.JA, Bonanno. Molecular mechanism underlying the corneal endothelial pump. Exp Eye Res. 2012, Cilt 95, 2-7.
- 14.Maurice DM. The cornea and sclera. In Davson H (ed): The Eye, 3rd ed, Vol 1b. New York, Academic Press, 1984.

- 15.Hazlett LD, Wells P, Spann B, Berk RS. Epithelial desquamation in the adult mouse cornea: A correlative TEM-SEM study. *Ophthalmic Res* 1980 12:315.
- 16.Thoft RA, Friend J. The X, Y, Z hypothesis of corneal epithelial maintenance. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1983; 24: 1442.
- 17.Kanski's Clinical Ophthalmology, Ninth Edition, Section 7: Cornea.
- 18.Hogan MJ, Alvarado JA, Weddell E: *Histology of the Human Eye*. Philadelphia, WB Saunders, 1971.
- 19.Lang GK, Göz Hastalıkları. Palme Yayıncılık, Ankara 2001: 117-120.
- 20.Meek KM, Boote C. The organization of collagen in the corneal stroma. *Exp Eye Res*. 2004; 78:503–12.
- 21.Cintron C, Covington HI. Proteoglycan distribution in developing rabbit cornea. *J Histochem Cytochem* 1990; 38:675.
- 22.Johnson DH, Bourne WM, Campbell RJ: The ultrastructure of Descemet's membrane. I. Changes with age in normal cornea. *Arch Ophthalmol* 1982 100:1942.
23. Doğru M, Refraktif Lazer Cerrahisinde Korneal Yara İyileşmesi ve Apoptozis; Özçetin H, Şener B (eds). *Miyopi ve Tedavisi*. Nobel Tıp Kitabevi, İstanbul 2002: 165-67.
- 24.Dua, Harminder S. Human Corneal Anatomy Redefined: A Novel Pre-Descemet's Layer (Dua's Layer). *Ophthalmology*. September 2013, Cilt Volume 120, Issue 9, Pages 1778-1785.
- 25.Sugar J. Cornea and external disease. In: Yanoff M, Duker JS, Augsburger JJ et al eds. *Ophthalmology*. 2nd ed. St. Luis: Mosby; 2004: 413-501.
- 26.Pepose JS, Uebels JL. Cornea and Sclera. In: Adler's Physiology of the Eye. Tenth Edition. St. Louis: Mosby; 2003: 59-92.
- 27.Klyce SD, Jenison GL, Crosson CE, Beuerman RW: Distribution of sympathetic nerves in the rabbit cornea. *ARVO Abstract*. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1986; 27 (suppl):354.
- 28.Waltman SR, Hart WM. The cornea. In: Moses RA, Hart WM, eds. *Adler's physiology of the eye*. 8th ed. St. Luis: The C.V. Mosby Company; 1987: 36-45.
- 29.Gipson IK. The ocular surface: The challenge to enable and protect vision: The friedenwald lecture. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2007; 48:4390.
- 30.Guyer DR, S.A., Green WR, The choroid: structural considerations. *Retina*, 17-31. *Retina*, 1989: p. 17-31.
- 31.Basic Anatomy. In: American Academy of Ophthalmology BCSC. Section 12, Retina and Vitreous, 2018-2019. ; :5-20.

- 32.Booij JC, Baas DC, Beisekeeva J, Gorgels TGMF, Bergen AAB. The dynamic nature of Bruch's membrane. *Prog Retin Eye Res.* 2010;29(1):1-18.
- 33.Nickla, D.L. and J. Wallman, The multifunctional choroid. *Prog Retin Eye Res*, 2010. 29(2): p. 144-68. .
- 34.Xie, Rui. Evaluation of Choroidal Thickness Using Optical Coherent Tomography: A Review. *Frontiers.* 2021, Cilt 8.
- 35.Karaçorlu M, A.S., Özdemir H, Maküla Hastalıklarında Optik Koherens Tomografi, ed. A.S. Karaçorlu M, Özdemir, Güneş Tıp Kitabevi, Ankara, 2015, 3-21.
- 36.Gupta, M.P., et al., Retinal Anatomy and Pathology. *Dev Ophthalmol*, 2016. 55: p. 7- 17.
- 37.Remington LA. Chapter 4 Retina. In: Falk K, Hart CM, eds. *Clinical Anatomy and Physiology of the Visual System*. 3rd ed. Elsevier; 2012:61-92.
- 38.İnan S. Retina Anatomisi. *Kocatepe Tıp Dergisi.* 2014;15(3):355-359.
- 39.Nickla D.L., Wallman J. The multifunctional choroid. *Prog Retin Eye Res.* 2010 Mar; 29(2):144-68.
- 40.Snell R.S., *Clinical Anatomy of the Eye*. Second Edition. Blackwell Science Inc., 1998; 157-160.
- 41.Nuijts RM, Nabar VA, Hament WJ, Eggink FA. Wavefront-guided versus standard laser in situ keratomileusis to correct low to moderate myopia. *J Cataract Refract Surg.* 2002; 28:1907-1913.
- 42.Ceyhan D. Kırma Kusurları. *Optik Refraksiyon ve Rehabilitasyon, TOD Eğitim Yayınları*, 2010; 72-86.
- 43.Netto MV, Dupps W Jr, Wilson SE, Wavefront-guided ablation: evidence for efficacy compared to traditional ablation, *Am J Ophthalmol* 2006 ve 360.
- 44.American Academy of Ophthalmology, 2019-2020 edition, Basic and Clinical Science Course, Section 3: Clinical Optics.
- 45.Özçetin H, Şener B. Gözde kırılma kusurları ve uyum. *Miyopi ve Tedavisi. Nobel Tıp Kitabevleri, Bursa*; 2002;(1):63-95.
- 46.Akova Y, Cenap G, *Klinik Optik, Temel Göz Hastalıkları, Bölüm 13*, 3. Baskı, Aydın P, Akova YA eds, Ankara, Güneş Kitabevi, 2015, 127-136.
- 47.Refractive Surgery. İçinde: Yanoff M, Duker JS (editörler), *Ophthalmology*, 4. Baskı, Elsevier; 2014.p.81-161e1.
- 48.Bengisu Ü. Göz hastalıkları, 4. baskı. Ankara. Palme Yayıncılık. 1998;1-23, 69-89, 123- 137. .
- 49.American Academy of Ophthalmology, 2019-2020 edition, Basic and Clinical Science Course, Section 13: Refractive Surgery.
- 50.Azar DT, Ang RT. LASEK. In Yanoff M, Duker JS ed. *Op second ed.* St Louis. MO: Mosby; 2004:199-203.

- 51.Coşar B. Akova Y, Lasik dışındaki refraktif cerrahi yöntemleri, Temel Göz Hastalıkları, Bölüm 3, 3. Baskı, Ankara Güneş Kitabevi, 2015,399-400.
- 52.Ismail MM. Correctionof hyperopia with intracorneal implants. J Cataract Refract Surgery. 2002;527-530.
- 53.Eser İ, Özdamar Y, Refraktif cerrahi, Göz İçi Cerrahisi, American Academy of Ophtalmology, Cilt 13, Bölüm 8, 157-168.
- 54.Zaldivat R, Davidorf JM, Oscherow S, Ricur GiPiezzi V. Combined posterior chamber phakic intraocular lens and laser in situ keratomileusis: bioptics for extreme myopia. J Refract Surg. 1999;299-308.
- 55.Swinger CA, Duane's Clinical Ophtalmology 2005 Edition on Cd Rom Volume6.Cornea and Refraktif Surgery; Keratomileus.
- 56.Sinjab M; Five steps to start your refractive surgery: A case-based systematic approach. Jaypee Brothers Medical Publishers Private Limited. 2014;206-215.
- 57.Ozdamar A. , Akova YA. Refraktif Cerrahi , LASIK, Temel Göz Hastalıkları. Güneş Tıp Kitapevleri,Ankara 2010;303-316.
- 58.Refraktif Cerrahi, Hasta Değerlendirme, Cilt13, American Academy of Ophthalmology; 2008-2009.
- 59.M.Sinjab Mazen, Keratokonus Tedavisine Pratik Yaklaşım, KeratokonusTanı, Springer, 2012.
- 60.Ataş, M ve Çiçek, A. Ekzimer Lazer Yüzey Ablasyonu. Oftalmolojide Lazerler. Ankara : Anadolu Kitabevi, 2020, Cilt 1.
- 61.Gülmez, M ve Tekçe, A. Femtosaniye Lazerlere Giriş ve Femtosaniye Lazer ile Lasik Cerrahisi. Oftalmolojide Lazerler. Ankara : Anadolu Kitabevi, 2020.
- 62.Kim TI, Alió Del Barrio JL, Wilkins M, Cochener B, Ang M. Refractive surgery. Lancet. 2019 May 18;393(10185):2085-2098.
- 63.Buratto L., Brint S.: LASIK, Principles and Techniques, Slack, Thorofare, 1998.
- 64.WongIY,KoizumiH,LaiWW.Enhanceddepthimagingopticalcoherence tomography. Ophthalmic Surg Lasers Imaging. 2011;42 Suppl:S75-84.
- 65.Sull AC, Vuong LN, Price LL, Srinivasan VJ, Gorczynska I, Fujimoto JG, Schuman JS, Duker JS. Comparison of spectral/Fourier domain optical coherence tomography instruments for assessment of normal macular thickness. Retina. 2010;30:235.
- 66.Adhi M, Duker JS. Optical coherence tomography-current and future applications. Curr Opin Ophthalmol. 2013;24:213-221.
- 67.Sezer, Taha. Koroid ve Optik Koherens Tomografi. Türk Oftalmoloji Dergisi. 2016, Cilt 46, 30-37.

- 68.Iovino C, Choroidal Vascularity Index: An In-Depth Analysis of This Novel Optical Coherence Tomography Parameter. *J Clin Med*. 2020 Feb 21;9(2):595.
- 69.Agrawal R, Chhablani J, Tan KA, Shah S, Sarvaiya C, Banker A. Choroidal vascularity index in central serous chorioretinopathy. *Retina*. 2016;36(9):1646-1651.
- 70.Tsai YY, Lin JM. Effect of laser-assisted in situ keratomileusis on the retinal nerve fiber layer. *Retina*. 2000 ve 20(4):342–345.
- 71.Nickla DL, Wallman J. The multifunctional choroid. *Prog Retin Eye Res*. 2010;29(2):144–168.
- 72.Oukens V, Glasgow BJ, Demer JL. Nonvascular contractile cells in sclera and choroid of humans and monkeys. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1998;39(10):1765–1774.
- 73.Miyake K, Ibaraki N. Prostaglandins and cystoid macular edema. *Surv Ophthalmol*. 2002;47(Suppl 1):S203–S218.
- 74.Pendrak K, Papastergiou GI, Lin T, Laties AM, Stone RA. Choroidal vascular permeability in visually regulated eye growth. *Exp Eye Res*. 2000;70(5):629–637.
- 75.Zhang J, He FL, Liu Y, Fan XQ. Comparison of choroidal thickness in high myopic eyes after FS-LASIK versus implantable collamer lens implantation with swept-source optical coherence tomography. *Int J Ophthalmol*. 2020 May 18;13(5):773-781.
- 76.M. Li, H. Cheng, Y. Yuan, J. Wang, Q. Chen, R. Me, B. Ke, Change in choroidal thickness and the relationship with accommodation following myopic excimer laser surgery, *Eye* 30 (2016) 972–978.
- 77.Agrawal, Rupesh et al. “Choroidal vascularity index as a measure of vascular status of the choroid: Measurements in healthy eyes from a population-based study.” *Scientific reports* vol. 6 21090. 12 Feb. 2016.
- 78.Yalçınkaya G, Yıldız BK, Çakır İ, Yıldırım Y, Demirok A. Evaluation of peripapillary - macular microvasculature and choroidal vascularity index after refractive surgery. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. 2022 Mar;37:102714.