



T.C.

ADYAMAN ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

GÖZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

**PSÖDOEKSFOLİASYON SENDROMLU KATARAKT
HASTALARINDA KOMPLİKASYONSUZ
FAKOEMÜLSİFİKASYON SONRASI KOROİD VE RETİNAL
YAPILARIN DEĞERLENDİRİLMESİ**

UZMANLIK TEZİ

DR. İBRAHİM HALİL TÜRKMAN

TEZ DANIŞMANI

DR. ÖĞRETİM ÜYESİ BURAK ÖREN

ADYAMAN - 2025

Jüri Üyeleri**Unvanı Adı Soyadı****İmza**

Üye (Tez Danışmanı)

: .Dr.öğretim üyesi Burak Ören

Üye

: .Dr. öğretim üyesi Abdurrahman Bilen

Üye

: Dr.öğretim üyesi Hasan. Görkem Markirt

Üye

: Doç. Dr mehmet duran

Üye

: Prof. Dr. Öznur Uludağ



TEŞEKKÜR

Bilgi, beceri ve tecrübesiyle uzmanlık eğitimim boyunca birlikte çalışma fırsatı bulduğum için onur duyduğum, eğitimimin her aşamasında desteğini esirgemeyen değerli hocalarım; Dr. Öğretim Üyesi Abdurrahman Bilen'e, Dr. Öğretim Üyesi Hasan Görkem Markirt'e, Dr. Öğretim Üyesi Gazi Bekir Özçakmakçı'ya,

Tezimin yazımında beni destekleyen, uzmanlık eğitimim boyunca bilgi ve tecrübesiyle daima yanımda olan ve birlikte çalışmaktan onur duyduğum tez hocam; Dr. Öğretim Üyesi Burak Ören'e

Uzmanlık eğitimim boyunca eğitimime katkıları olan kliniğimizin uzmanları; Uzm. Dr. Salih Alperen'e, Uzm. Dr. Osman Arslanhan'a, Uzm. Dr. Ayşe Alar Arslan'a,

Üzerimde en büyük emeği olan canım babam, annem ve canım eşim Aylin'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım

İbrahim Halil Türkman

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	II
İÇİNDEKİLER	III
TABLolar DİZİNİ.....	V
ŞEKİLLER DİZİNİ	VI
KISALTMALAR DİZİNİ.....	VII
ÖZET	X
ABSTRACT.....	XI
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1.Göz Anatomisi ve Fizyolojisi	3
2.1.1. Retina ve koroid yapılarının anatomik özellikleri	4
2.1.2. Retinanın katmanları ve fonksiyonları.....	5
2.1.3. Koroidin vasküler yapısı ve görme fonksiyonu ile ilişkisi	6
2.1.4. Oküler kan akımı ve oksijenasyon.....	7
2.1.5. Retina ve koroid kalınlığını etkileyen sistemik ve lokal faktörler	10
2.2. Psödoeksfoliasyon Sendromu ve Fakomülsifikasyon Cerrahisi	12
2.2.1.Psödoeksfoliasyonun tanımı ve epidemiyolojisi	12
2.2.2. Psödoeksfoliasyon sendromunun patofizyolojisi	15
2.2.3. Psödoeksfoliasyon ile ilişkili oküler bulgular	17
2.2.4. Psödoeksfoliasyon sendromu ile katarakt ilişkisi.....	20
2.2.5.Psödoeksfoliasyon sendromlu hastalarda cerrahi zorluklar ve komplikasyonlar	23
2.3. Fakoemülsifikasyon Cerrahisi	25
2.3.1.Fakoemülsifikasyonda zonül zayıflığı ve kapsül germe halkası kullanımı	27
2.3.2.Katarakt cerrahisi teknikleri	29

2.3.3.Fakoemülsifikasyon cerrahisinin prensipleri	30
2.3.4.Komplikasyonsuz fakoemülsifikasyon cerrahisinin uygulama aşamaları	32
2.4.Psödoeksfolyasyonlu Hastalarda Cerrahi Planlama ve Özel Yaklaşımlar	34
2.4.1.Cerrahi sonrası iyileşme süreci ve izlem protokolleri	36
2.4.2.Koroid ve retinal yapıların cerrahi sonrası değişiklikleri	38
2.4.3.Oküler yüzey ve refraktif sonuçlar	40
2.5. Koroid ve Retinal Yapıların İncelenmesi Yöntemleri	41
2.5.1.Optik koherens tomografi (OKT)	42
2.5.2.Fundus Fluorescein Anjiyografi (FFA)	44
2.5.3.Diğer görüntüleme teknikleri	46
3. GEREÇ VE YÖNTEM	49
3.1. Çalışma Tasarımı ve Etik Onay	49
3.2. Örneklem ve Katılımcılar	49
3.3. Cerrahi Yöntem	50
3.4. Klinik Ölçümler	50
3.5. Görüntüleme Protokolü	50
3.6. Ölçüm Standardizasyonu ve Kalite Kontrol	53
3.7. İstatistiksel Analizler	53
4. BULGULAR	54
4.1. Katılımcıların Demografik Özellikleri	54
4.2. Göz İçi Basıncı ve Koroid Kalınlığı Ölçümleri	54
4.3. Retinal Tabaka Kalınlıkları	56
5. TARTIŞMA	59
6. SONUÇLAR	64
8. KAYNAKLAR	67

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Hastaların Tanımlayıcı Özelliklerinin Dağılımı	54
Tablo 2. Katarakt Cerrahisi Öncesi ve Sonrası 1. Ayda Göz İçi Basıncı ve EDI-OKT ile Ölçülen Koroid Kalınlıklarının (Subfoveal, Temporal, Nazal) Karşılaştırmalı Analizi.....	55
Tablo 3. Ameliyat Öncesi ve Sonrası 1. Ayda Makula Kalınlıklarının Karşılaştırmalı Analizi	57
Tablo 4. Ameliyat Öncesi ve Sonrası 1. Ayda RSLT Kalınlıkları Değişiminin Karşılaştırmalı Analizi.....	59

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Optik koherens tomografi (OKT) ile elde edilen retinal tabakaların kalınlık analiz haritaları.	51
Şekil 2. Maküla kalınlığının ETDRS protokolüne göre kantitatif analizi.	52
Şekil 3. Koroid kalınlığının subfoveal, temporal ve nazal bölgelerde EDI-OKT ile ölçümü	52

KISALTMALAR DİZİNİ

SMK	Santral Maküla Kalınlığı
KGH	Kapsül Germe Halkası
EDI-OKT	Enhanced Depth Imaging-Optik Koherens Tomografi
EİDGK	En İyi Düzeltilmiş Görme Keskinliği
EKKE	Ekstrakapsüler Katarakt Ekstraksiyonu
FAF	FundusAutofloresence
FFA	FundusFluorescein Anjiyografi
GAT	Goldman AplanasyonTonometresi
GHT	Ganglion Hücre tabakası
GİB	Göz İçi Basıncı
İSYA	İndosiyanin Yeşili Anjiyografi
GİL	Göz İçi Lensi
İPT	İç Pleksiform Tabaka
İDMK	Inferior Dış Makula Kalınlığı

LOXL1	Lysyloxidase-Like 1
LTBP-2	Latent Transforminggrowthfaktor Beta-binding protein 2
MMP	Matrixmetalloproteinazlar
MRSLT	Makuler Sinir Lifi Tabakası
NKK	Nazal Koroid Kalınlığı
NSAİD	NonsteroidAntiinflamatuvar İlaç
NDMK	Nazal Dış Makula Kalınlığı
OKT	Optik Koherens Tomografi
OKTA	Optik Koherens Tomografi Anjiografi
OHT	Oküler Hipertansiyon
PES	Psödoeksfoliasyon sendromu
PAAG	Primer Açık Açılı Glökom
PEM	Psödoeksfoliatif Materyal
RSLT	Retina Sinir Lifi Tabakası
G-RSLT	Global Retinal Sinir Lifi Tabakası
N-RSLT	Nazal Retinal Sinir Lifi Tabakası
NS-RSLT	Nazal SuperiorRetinal Sinir Lifi Tabakası
NI-RSLT	Nazal Inferior Retinal Sinir Lifi Tabakası
T-RSLT	Temporal Retinal Sinir Lifi Tabakası
TS-RSLT	Temporal SuperiorRetinal Sinir Lifi Tabakası
TI-RSLT	Temporal Inferior Retinal Sinir Lifi Tabakası
RPE	Retina Pigment Epiteli
ROT	Reaktif Oksijen Türleri
SKK	Santral Koroid Kalınlığı

SİMK	Superior İç Makula Kalınlığı
SDMK	Superior Dış Makula Kalınlığı
TKK	Temporal Koroid Kalınlığı
TIMP	TissueInhibitor of Metalloproteinases
TİMK	Temporal İç Makula Kalınlığı
TDMK	Temporal Dış Makula Kalınlığı
SİMK	Superior İç Makula Kalınlığı
NİMK	Nazal İç Makula Kalınlığı
NDRK	Nazal Dış Retina Kalınlığı
İİMK	İnferior İç Makula Kalınlığı

ÖZET

Psödoeksfoliasyon Sendromlu Katarakt Hastalarında Komplikasyonsuz fakoemülsifikasyon Sonrası Koroid ve Retinal Yapıların Değerlendirilmesi

Arş.Gör.Dr. İbrahim Halil TÜRKMAN
Göz Hastalıkları Anabilim Dalı
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Burak ÖREN

Psödoeksfoliasyon sendromu (PES), katarakt cerrahisi sırasında komplikasyon riskini artıran ve glokomatöz progresyonla ilişkili bir mikrofibrillopati olup, cerrahiye verilen retina ve koroid yanıtı tam olarak aydınlatılamamıştır. Bu çalışma, komplikasyonsuz fakoemülsifikasyon uygulanan PES olgularında makula tabakaları, retinal sinir lifi tabakası (RSLT) ve koroid kalınlıklarındaki erken yapısal değişiklikleri ileri görüntüleme yöntemleriyle araştırmayı amaçladı.

Prospektif ve tek merkezli olarak planlanan çalışmaya, fakoemülsifikasyon cerrahisi geçiren 38 PES hastası (21 erkek, 17 kadın; yaş ortalaması $70,7 \pm 6,2$ yıl) dâhil edildi. Cerrahi öncesi ve cerrahi sonrası 1. ayda en iyi düzeltilmiş görme keskinliği (EİDGK; logMAR), göz içi basıncı (GİB; Goldmannaplanasyon) ve yapısal parametreler değerlendirildi. Retinal tabaka kalınlıkları, santral maküla kalınlığı (SMK), retina pigment epiteli (RPE) ve maküler/peripapiller RSLT SD-OCT ile; koroid kalınlıkları ise subfoveal, temporal ve nazal bölgelerde EDI-OCT ile ölçüldü.

Fakoemülsifikasyon sonrası EİDGK belirgin olarak iyileşti; preoperatif 1,00 (0,5–1,80) logMAR iken postoperatif 1. ayda 0,20 (0,00–0,80) logMAR’a geriledi ($p < 0,001$). GİB 19,50 mmHg’den 14,00 mmHg’ye düşerek anlamlı azalma gösterdi ($p < 0,001$). Maküler tabakalarda yaygın kalınlaşma izlendi; özellikle iç pleksiform tabaka ($p = 0,035$), RPE ($p = 0,005$) ve SMK ($p = 0,041$) anlamlı artış gösterirken, ganglion hücre tabakası stabil seyretti ($p = 0,350$). Maküler ve peripapiller RSLT anlamlı şekilde arttı (sırasıyla $p < 0,001$ ve $p = 0,003$). Segment analizi, temporal kompartman ($p = 0,006–0,038$) ve nazal-superior bölgede ($p = 0,001$) belirgin kalınlaşmayı ortaya koyarken, nazal ve nazal-inferior alanlardaki değişiklikler

istatistiksel anlamlılığa ulaşmadı. Koroid kalınlıklarında tüm bölgelerde artış eğilimi olmasına rağmen, farklılıklar anlamlı bulunmadı (tümü $p>0,05$).

Sonuç olarak, komplikasyonsuz fakoemülsifikasyon PES olgularında erken dönemde görme fonksiyonlarını iyileştirmekte ve GİB'yi düşürmektedir. Koroid kalınlığı korunurken, makula tabakaları ve RSLT'de tabaka- ve segment-özgül adaptif değişiklikler ortaya çıkmaktadır. Bu bulgular, PES'li hastaların postoperatif takibinde multimodal OKT'nin özellikle temporal ve nazal-superior segmentlerin değerlendirilmesinde klinik değer taşıdığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler:Psödoeksfoliasyon, fakoemülsifikasyon, retina tabakaları, retinal sinir lifi tabakası, koroid, optik koherens tomografi

ABSTRACT

Evaluation of Choroidal and Retinal Structures Following Uncomplicated Phacoemulsification in Patients with Pseudoexfoliation Cataract

Research Assistant İbrahim Halil TÜRKMAN, MD

Department of Ophthalmology

Supervisor: Assistant ProfessorBurak ÖREN, MD

Pseudoexfoliationsyndrome (PEX) is a microfibrilopathythatincreasesthe risk of intraoperative complications and is associated with glaucomatous progression, while the retinal and choroidal responses to surgery remainin sufficiently clarified. This study aimed to investigate early structural changes in macular layers, the retinal nerve fiber layer (RNFL), and choroida lthickness in PEX eyes undergoing uncomplicated phacoemulsification using advanced imaging modalities.

This prospective, single-center study included 38 PEX patients whounderwentphacoemulsification (21 men, 17 women; meanage 70.7 ± 6.2 years). Best-corrected visualacuity (BCVA; logMAR), intraocular pressure (IOP; Goldmannapplanation), and structural parameters were evaluated preoperatively and at postoperative month 1. Macular layert hicknesses, central maculart hickness (CMT), retinal pigment epithelium (RPE), and macular/peripapillary RNFL were measured with spectral-domain OCT (SD-OCT); subfoveal, temporal, and nasal choroidal thicknesses were obtained with enhanced-depth imaging OCT (EDI-OCT).

Following phacoemulsification, BCVA improved from 1.00 (0.50–1.80) to 0.20 (0.00–0.80) logMAR ($p < 0.001$), and IOP decreased from 19.50 to 14.00 mmHg ($p < 0.001$). Widespread macular thickening was observed; significant increases occurred in the inner plexiform layer ($p = 0.035$), RPE ($p = 0.005$), and CMT ($p = 0.041$), while the ganglion cell layer remained stable ($p = 0.350$). Both macular and peripapillary RNFL increased significantly ($p < 0.001$ and $p = 0.003$, respectively). Segmental analys is revealed pronounced

thickening in temporal sectors ($p = 0.006\text{--}0.038$) and in the superonasal region ($p = 0.001$), whereas changes in the nasal and inferonasal sectors were not significant. Although choroidal thickness tended to increase across all locations, differences did not reach statistical significance (all $p > 0.05$).

In conclusion, uncomplicated phacoemulsification in PEX yields early improvement in visual function and IOP reduction, accompanied by layer- and segment-specific adaptive thickening in macular structures and the RNFL, while choroidal thickness is preserved. The findings support the clinical value of multimodal OCT, particularly focused assessment of temporal and superonasal segments, in the postoperative follow-up of PEX patients.

Keywords: Pseudoexfoliation syndrome, phacoemulsification, spectral-domain OCT, enhanced depth imaging OCT, retinal nerve fiber layer, central macular thickness, choroid



1. GİRİŞ

Katarakt, dünyada tedavi edilebilir körlüğün önde gelen nedeni olup, özellikle ileri yaş grubunda yaşam kalitesini ciddi ölçüde etkileyen küresel bir sağlık problemidir. Günümüzde katarakt cerrahisinin amacı yalnızca opak lensin uzaklaştırılması değil, aynı zamanda hastaların en kısa sürede yüksek görsel fonksiyonlara yeniden kavuşmasını sağlamaktır. Bu bağlamda fakoemülsifikasyon cerrahisi, minimal invaziv yapısı, daha küçük kesiler, düşük komplikasyon oranı, hızlı iyileşme süreci ve yüksek hasta memnuniyeti nedeniyle modern oftalmolojide “altın standart” haline gelmiştir (1).

Her ne kadar fakoemülsifikasyon cerrahisi yüksek başarı oranlarına sahip olsa da bazı klinik durumlarda cerrahi sürecin zorluk derecesi artmakta ve komplikasyon riski yükselmektedir. Bu durumların başında PES (Psödoeksfoliyasyon sendromu) gelmektedir (2). PES, lens kapsülü, iris, trabeküler ağ ve siliyer cisim gibi oküler yapılarda anormal fibriller materyal birikimi ile karakterize olup, elastik lif metabolizmasındaki bozulmaya bağlı sistemik birmikro fibrillopati olarak kabul edilmektedir (3). Epidemiyolojik veriler, hastalığın prevalansının coğrafi bölgeler arasında değiştiğini göstermektedir: İskandinav ülkelerinde %20’ye ulaşan oranlar bildirilirken, Türkiye’de %6–12 arası sıklık rapor edilmiştir. Yaşla birlikte görülme sıklığı artmakta, özellikle 70 yaş ve üzeri bireylerde daha yüksek oranlara ulaşmaktadır. Ayrıca, kardiyovasküler ve serebrovasküler hastalıklarla ilişkisinin bulunması, PES’in yalnızca oftalmolojik değil, sistemik açıdan da önemli bir sendrom olduğunu ortaya koymaktadır (4).

PES’in katarakt cerrahisindeki önemi, zonül liflerinde zayıflık, pupil dilatasyonunda yetersizlik, lens instabilitesi ve kapsül frajilitesi gibi faktörlerden kaynaklanmaktadır. Bu yapısal değişiklikler, intraoperatif komplikasyon riskini artırmakta ve cerrahiye teknik açıdan daha güç hale getirmektedir. Literatürde, PES varlığında kapsül rüptürü, vitreus prolapsusu ve intraoküler lens yerleştirilmesinde zorluk gibi komplikasyonların daha sık görüldüğü bildirilmektedir (5). Bu nedenle PES’li olgularda cerrahinin ayrıntılı preoperatif değerlendirme ile planlanması, zonül dayanıklılığının dikkatle incelenmesi, gerekli durumlarda kapsül germe halkası gibi destekleyici araçların kullanılması kritik öneme sahiptir.

Fakoemülsifikasyonun cerrahi avantajlarına rağmen, PES varlığında postoperatif dönemde de inflamasyon, göz içi basınç artışı ve görsel rehabilitasyonda gecikme daha sık görülmektedir (6). Bu nedenle cerrahi sonrası yakın takip protokolleri, göz içi basıncı

ölçümleri ve anti-inflamatuar tedavilerin titizlikle uygulanması gerekir (7). Ayrıca refraktif sonuçlarda sapmalar ve oküler yüzey problemleri PES’li hastalarda daha belirgin olabilmekte, bu da hasta memnuniyetini olumsuz etkileyebilmektedir (8).

Son yıllarda gelişmiş görüntüleme yöntemleri, PES’li olgularda cerrahi öncesi ve sonrası retina ve koroid yapılarının ayrıntılı incelenmesine imkân sağlamıştır(9). Optik Koherens Tomografi (OKT), non-invaziv yapısı ve mikrometre düzeyinde çözünürlüğü ile retina ve koroid tabakalarının kalınlıklarının, damar yapılarının ve fonksiyonel durumlarının değerlendirilmesinde standart hale gelmiştir (10). Özellikle swept-source OKT ile koroid damarlarının derin kesitleri görüntülenebilmekte, bu da cerrahinin arka segment üzerindeki etkilerinin daha hassas izlenmesini mümkün kılmaktadır (11). Bunun yanında, FundusFluorescein Anjiyografi (FFA), retina ve koroid damarlarının dinamik dolaşım özelliklerini ve kapiller geçirgenliği değerlendirme imkânı sunarak OKT’ye tamamlayıcı bilgiler sağlamaktadır (12). İndosiyanın Yeşili Anjiyografi (İSYA), koroid damarlarının daha derin tabakalarını ortaya koyarken; FundusAutofloresans (FAF) retina pigment epitelinin metabolik durumunu göstermektedir. Son yıllarda klinik kullanıma giren OKT anjiyografi (OKTA) ise non-invaziv damar görüntülemesiyle mikrodamar yapılarının üç boyutlu değerlendirilmesine olanak tanımaktadır (13). Bu multimodal yaklaşımlar, cerrahi öncesi risklerin daha doğru belirlenmesine ve cerrahi sonrası dönemde yapısal değişikliklerin erken saptanmasına katkı sağlamaktadır.

Tüm bu bilgiler ışığında, PES’li katarakt hastalarında komplikasyonsuz fakoemülsifikasyon cerrahisi sonrası retina ve koroid yapılarının ayrıntılı incelenmesi, literatürdekimevcut bilgi boşluklarını dolduracak nitelikte önemli veriler sağlayacaktır. Çalışmamızın amacı,PES’li katarakt hastalarında cerrahi sonrası erken dönemde gözlenen fonksiyonel ve anatomik değişiklikleri ortaya koymak, bu değişiklikleri ileri görüntüleme yöntemleri ile destekleyerek literatürdekimevcut verilerle karşılaştırmak ve PES’in cerrahi sonuçlar üzerindeki özgün etkilerini daha iyi anlamaktır. Böylelikle hem cerrahi planlamaların geliştirilmesine hem de uzun vadeli klinik yaklaşımların iyileştirilmesine katkıda bulunulması hedeflenmektedir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1.Göz Anatomisi ve Fizyolojisi

Göz, görme işlevinin gerçekleştiği ve oldukça kompleks yapılarla donatılmış bir organ olarak insan biyolojisinde benzersiz bir yere sahiptir. Görme olayı, sadece basit bir ışık algılamasından ibaret olmayıp, ışığın optik ortamlar aracılığıyla retinal düzeyde odaklanması, ardından fotoreseptörler aracılığıyla sinirsel uyarılara dönüştürülmesi ve nihayetinde bu sinyallerin beyin korteksinde yorumlanması sürecini içermektedir. Bu bütünsel işleyişte gözün anatomik yapıları birbiriyle yüksek derecede uyumlu ve tamamlayıcı bir işlevselliğe sahiptir. Özellikle kornea, iris, lens ve vitreus gibi ön segment yapıları, ışığın kırılmasını ve retinaya doğru şekilde yönlendirilmesini sağlarken, arka segmentte yer alan retina, koroid ve optik sinir bu görsel bilginin işlenmesi ve merkezi sinir sistemine iletilmesinde temel rol oynamaktadır (6). Göz küresi anatomik olarak üç temel tabakadan oluşur. En dışta bulunan fibroz tabaka sklera ve korneadan oluşur ve gözün yapısal bütünlüğünü korur. Orta tabaka olan vasküler tunik, uvea olarak adlandırılır ve koroid, silyer cisim ve irisi içerir. Bu tabaka, hem damar ağı bakımından zengin olması hem de retinanın beslenmesini sağlaması açısından hayati bir öneme sahiptir. En içte ise nörosensöriyel retina yer alır ve bu yapı, ışık uyarılarını sinirsel sinyallere dönüştürerek görsel algının temelini oluşturur. Bu tabakaların birbiriyle olan anatomik ve fizyolojik ilişkisi hem görme mekanizmasının sürekliliğini hem de göz sağlığının korunmasını sağlar. Özellikle yaşlanma, dejeneratif hastalıklar veya sistemik bozukluklar bu yapıların işlevini olumsuz etkileyebilmekte ve bazı göz hastalıklarının temelini oluşturabilmektedir. PEG gibi sistemik etkili göz hastalıkları, sadece lens kapsülünde biriken anormal materyallerle sınırlı kalmayıp, aynı zamanda göz içi basıncını (GİB) etkileyen glokomatöz süreçlere ve arka segment yapıların fonksiyonel değişikliklerine de neden olabilmektedir (3). Bu bağlamda, gözün anatomik bütünlüğü ve fizyolojik işleyişi hakkında kapsamlı bilgiye sahip olmak, özellikle katarakt cerrahisi gibi invaziv müdahalelerin başarı oranını artırmak açısından temel bir gereklilik olarak karşımıza çıkmaktadır. Fakoemülsifikasyon gibi modern cerrahi tekniklerin etkinliğini değerlendirmek ve cerrahi sonrası yapısal değişiklikleri doğru yorumlayabilmek için gözün normal anatomisinin detaylı bir şekilde anlaşılması önem taşımaktadır. Çünkü bu anlayış, hem önceden var olan patolojik süreçlerin değerlendirilmesinde hem de cerrahi sonrası oluşabilecek olası komplikasyonların önlenmesinde hekimlere önemli bir referans çerçevesi sunmaktadır (9).

2.1.1. Retina ve koroidyapılarının anatomik özellikleri

Retina, görsel algının başladığı, oldukça özelleşmiş bir nörosensoriyel tabaka olarak gözün en iç kısmında yer alır ve fotoreseptör hücrelerden oluşan yapısıyla ışığın algılanmasında başrol oynar. Anatomik olarak yaklaşık 0,2 ile 0,5 mm kalınlığında olan retina, on farklı katmandan oluşur ve bu katmanlar arasında sinaptik iletimi sağlayan nöronal bağlantılar yer almaktadır. Rod ve kon hücreleri olarak bilinen fotoreseptörler, düşük ışık koşullarında ve renkli görmede farklı düzeyde duyarlılığa sahiptir. Bu hücrelerden başlayan görsel bilgi, bipolar ve gangliyon hücreleri aracılığıyla optik sinire iletilmekte ve buradan da beyin korteksine taşınmaktadır. Retina, özellikle makula bölgesinde yoğunlaşan kon hücreleri sayesinde merkezi ve detaylı görmenin olduğu yerdir. Fovea olarak adlandırılan merkez nokta, bu açıdan görsel keskinliğin en yoğun olduğu bölge olarak bilinir. Retinanın hemen altında yer alan koroid tabakası ise gözün damar açısından en zengin bölümüdür. Bu yapı, başlıca görevi olan oksijen ve besin taşınmasının ötesinde, retina üzerinde oluşabilecek termal stresin azaltılması gibi yardımcı işlevleri de yerine getirir. Koroid, Bruch membranı aracılığıyla retina pigment epiteline bağlanır ve bu bağlantı görsel işlevin sürdürülmesinde hayati bir öneme sahiptir. Koroidin damarsal yapısı dört ana katmandan oluşur: süperfisyel damar tabakası, Sattler tabakası, Haller tabakası ve koroid kılcıl damar ağı (koriokapillaris). Bu damar yapıları sayesinde retina, direkt olarak kendi vaskülaritesi olmayan dış retina bölümlerini beslemekte ve metabolik dengenin sağlanmasına katkıda bulunmaktadır. Koroid kalınlığı bireyler arasında farklılık göstermekle birlikte, yaşa, göz içi basıncına ve sistemik vasküler hastalıklara bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Bu nedenle, koroidin yapısal incelenmesi, retina ile değerlendirildiğinde, görsel işlevin sağlıklı yürütülmesi açısından oldukça önemli veriler sunar (14).

PES olan hastalarda, özellikle koroid ve retina yapılarına ait mikrovasküler değişiklikler literatürde sıkça bildirilmektedir. Bu sendromda biriken fibriller materyaller yalnızca ön segmentte değil, aynı zamanda arka segmentte de mikrosirkülasyon bozukluklarına yol açabilmektedir. Özellikle koroid kalınlığında azalma, koriokapillaris perfüzyonunda düzensizlik ve retina pigment epiteline fonksiyonel bozulmalar pes'in retinal ve koroidal etkileri arasında değerlendirilmektedir. Fakoemülsifikasyon cerrahisi sonrası yapılan OKT ölçümleriyle bu yapısal değişimlerin ayrıntılı olarak değerlendirilmesi hem cerrahinin etkinliğini hem de göz içi dinamiklerin yeniden organizasyonunu anlamak açısından önemli bilgiler sağlamaktadır. Koroid ve retina arasındaki fizyolojik denge, sadece

yapısal bütünlük açısından değil, aynı zamanda nöronal aktivitenin sürekliliği bakımından da kritik bir role sahiptir. Bu nedenle, cerrahi sonrası süreçte meydana gelen değişikliklerin doğru bir şekilde izlenmesi ve değerlendirilmesi, ileride oluşabilecek komplikasyonların önceden öngörülmesine olanak tanır. PES gibi sistemik etkili göz hastalıklarında bu yapıların dikkatle analiz edilmesi, tedavi stratejilerinin kişiselleştirilmesinde de yol gösterici olabilir. Anatomik detayların bu denli hassas olduğu göz organında, her katmanın fonksiyonel ve yapısal özelliklerinin iyi anlaşılması, görsel kalitenin sürdürülebilirliği için vazgeçilmezdir (15).

2.1.2. Retinanın katmanları ve fonksiyonları

Retina, gözün görme işlevinin başladığı ve yüksek oranda özelleşmiş sinir hücrelerinden oluşan, oldukça kompleks yapıda bir dokudur. İnce bir zardan oluşmasına rağmen, retinanın katmanlı yapısı sayesinde ışığın algılanmasından merkezi sinir sistemine bilgi iletimine kadar pek çok hayati işlev aynı anda gerçekleşmektedir. Embriyolojik olarak nöral tüpten gelişen retina, on farklı histolojik katmandan oluşur ve bu katmanlar arasında ışığın dönüştürülmesi, işlenmesi ve sinirsel sinyale çevrilmesi gibi süreçler karmaşık bir şekilde organize olmuştur. Bu çok katmanlı yapı, görsel uyarıların doğru bir biçimde algılanması ve beyine iletilmesi açısından temel bir öneme sahiptir. Retinanın en dış tabakasında, ışığa duyarlı fotoreseptör hücreler bulunur. Bu hücreler, rod ve kon olarak sınıflandırılır. Rod hücreleri düşük ışık şiddetine karşı yüksek hassasiyet gösterirken, kon hücreleri renkli ve detaylı görmeden sorumludur. Rodlar sayıca daha fazla olup periferik görme için kritik bir rol oynarken, konlar özellikle fovea bölgesinde yoğunlaşarak merkezi görme kalitesini belirler. Fotoreseptör tabakanın hemen altında yer alan pigment epitel tabakası, ışığın yansımalarını azaltarak görüntü netliğini artırır ve fotoreseptör hücrelerin beslenmesini sağlar. Ayrıca bu epitel tabaka, fotoreseptörlerin dış segmentlerinin yenilenmesi sürecinde önemli görevler üstlenmektedir. Bu bölgedeki işlevsel aksamalar, retinanın genel sağlığı üzerinde doğrudan etki yaratabilmekte ve makula dejenerasyonu gibi ciddi hastalıklara zemin hazırlayabilmektedir (13). İç katmanlara doğru ilerledikçe, bipolar hücreler aracılığıyla gelen sinyaller gangliyon hücrelerine iletilir. Gangliyon hücrelerinin aksonları ise birleşerek optik siniri oluşturur ve bu sinir vasıtasıyla bilgi beyne aktarılır. Bu sinirsel aktarım süreci, retinanın sadece ışık algılayıcı bir yapı olmadığını, aynı zamanda sinirsel entegrasyonu üstlenen bir ağ gibi çalıştığını ortaya koymaktadır. Retinanın bu katmanlar arası iletişim sistemi, ışıkla başlayan görsel uyarının anlamlı bir görüntüye dönüşmesini mümkün kılar.

Özellikle iç pleksiform ve dış pleksiform katmanlar, hücreler arası sinaptik iletişimin yoğunlaştığı bölgeler olup, retinanın görsel bilgiyi işleme kabiliyetini artıran önemli sinaptik organizasyonlara sahiptir (16).

Retinanın bu çok katmanlı yapısı, görme fonksiyonunun sürekliliği için yüksek metabolik faaliyetlere ihtiyaç duyar. Bu nedenle hem retina içindeki damarlar hem de koroidden gelen damar ağları aracılığıyla sürekli bir oksijen ve besin akışı sağlanır. Bu hassas denge bozulduğunda, retinada fonksiyon kaybı kaçınılmaz hale gelir. PES gibi sistemik hastalıklar, retina üzerinde direkt olarak olmasa da dolaylı olarak dolaşım bozuklukları ve yapısal değişiklikler yoluyla etkili olabilmektedir. Katarakt cerrahisi gibi işlemler sonrası retinanın yapısal katmanlarında oluşabilecek değişikliklerin değerlendirilmesi, özellikle OKT gibi görüntüleme yöntemleriyle mümkün hale gelmiştir. Bu değerlendirmeler, retinanın her bir katmanının cerrahi sonrası nasıl etkilendiğini anlayabilmek açısından da önemli ipuçları sunmaktadır. Retinanın katmanlarındaki bu özenli işleyiş, görme sisteminin ne denli hassas ve ince dengelere dayandığını göstermektedir. İnsan gözü, retinanın katmanlarındaki bu iş birliği sayesinde yalnızca ışığı algılamaz, aynı zamanda gördüğümüz dünyayı anlamlandırabilmemize de olanak tanır. Bu nedenle, retinal katmanların sağlığı, yalnızca göz için değil bireyin genel yaşam kalitesi açısından da büyük bir öneme sahiptir (17).

2.1.3. Koroidin vaskülyar yapısı ve görme fonksiyonu ile ilişkisi

Koroid, göz küresinin orta tabakası olan uveanın önemli bir bileşeni olup, retinanın dış tabakasının oksijen ve besin ihtiyaçlarını karşılayan zengin damar ağıyla dikkat çeker. Retina gibi metabolik olarak aktif bir dokunun yaşamını sürdürebilmesi için oldukça güçlü ve sürekli bir dolaşıma ihtiyaç duyduğu düşünüldüğünde, koroidin sahip olduğu vasküler yapıların işlevi daha da belirginleşmektedir. Koroid, başta koriokapillaris olmak üzere dört ana damarsal yapıdan oluşur ve her biri, retinanın farklı bölümlerini besleyerek görme fonksiyonunun sürekliliğini sağlar. Yapısal olarak koroid, sklera ile retina arasında yer almakta olup hem mekanik destek hem de fizyolojik homeostazın korunması açısından kritik roller üstlenmektedir. Koroid, özellikle dış retina katmanlarını beslerken, oksijenin ve metabolik ürünlerin taşınmasında aktif bir görev üstlenir. Bu tabakanın en iç kısmında yer alan koriokapillaris, geniş çaplı ve düz şekilli kılcal damarlardan oluşur. Bu damar ağı, retina pigment epiteliyle doğrudan temas hâlinindedir ve bu temas, madde alışverişinin verimliliğini artırarak fotoreseptör hücrelerin optimal işlevlerini sürdürmesini sağlar (18). Koroidin damar ağı, özellikle fotik stres altındaki bölgelerde termal ısının dağıtılmasına da yardımcı olur. Bu

özellik, koroidi yalnızca bir besleyici yapı olmaktan çıkarıp, aynı zamanda termoregülasyon ve retina sağlığının korunması gibi daha geniş kapsamlı işlevlerle donatmaktadır. Koroidin vasküler yoğunluğu ve kalınlığı, bireyden bireye farklılık gösterebileceği gibi yaş, sistemik hastalıklar, gib değişiklikleri ve cerrahi müdahaleler gibi faktörlerden de etkilenebilmektedir. Özellikle PES'dekoroidvasküleritesinde belirgin değişiklikler gözlenmekte, bu durum ise retinanın oksijenlenmesini ve beslenmesini dolaylı yoldan etkileyerek görme fonksiyonunu riske atabilmektedir. Koroidin bu hassas dengesi, görsel bilgi iletim zincirinin ilk halkasında yer alan fotoreseptörlerin sağlıklı çalışması için gereklidir. Koroidin damarsal bozuklukları, oksijen difüzyonunu engelleyerek hipoksik süreçleri tetikleyebilir ve böylelikle fotoreseptör dejenerasyonuna zemin hazırlayabilir (11).

Fakoemülsifikasyon gibi modern katarakt cerrahileri sonrası, koroidin yapısında geçici ya da kalıcı değişikliklerin meydana gelebileceği bildirilmiştir. Bu değişiklikler arasında koroid kalınlığında azalma ya da artış, damar geçirgenliğinde değişim ve koroid kan akımında düzensizlik yer almaktadır. Cerrahi sonrası dönemde koroidin bu şekilde etkilenmesi, özellikle daha önce PES gibi vasküler sistemde bozukluklara yol açan hastalıkların varlığı durumunda daha belirgin hale gelmektedir. Bu nedenle, koroid tabakasının vasküler yapısının ameliyat öncesi ve sonrası dönemde dikkatle incelenmesi, yalnızca cerrahinin başarısını değerlendirmek açısından değil, aynı zamanda uzun vadeli görme fonksiyonunun korunması bakımından da büyük önem taşır. Koroid ve retina arasındaki bu fizyolojik iş birliği, görmenin yalnızca bir duyuşsal algı süreci olmadığını, aynı zamanda damar sağlığı, metabolik denge ve dokular arası koordinasyonun mükemmel bir uyum içinde çalışmasını gerektiren karmaşık bir sistem olduğunu ortaya koymaktadır. İnsan gözü, yalnızca retina ile değil, onun arkasındaki görünmeyen ancak hayati işlevler taşıyan koroid ile bir bütün olarak değerlendirildiğinde anlam kazanmaktadır. Bu bütünlüğün bozulduğu durumlarda görme yetisi yalnızca azalmakla kalmaz, kimi zaman geri dönüşümsüz şekilde kaybolabilir(19). Bu nedenle, koroidin vasküler yapısının incelenmesi, görme sağlığının korunmasında vazgeçilmez bir adımdır.

2.1.4. Oküler kan akımı ve oksijenasyon

İnsan gözünün fizyolojik bütünlüğü, yalnızca anatomik yapıların varlığıyla değil, bu yapıların sağlıklı bir dolaşım sistemiyle beslenmesiyle sürdürülebilir. Göz gibi metabolik olarak yüksek aktiviteye sahip bir organın, özellikle retina ve koroid gibi dokularının yaşamlarını sürdürebilmesi için yeterli oksijen ve besin maddesi alımı hayati bir gerekliliktir. Bu noktada oküler kan akımı, göz içi yapılara gerekli oksijenin taşınmasını sağlayan en temel

mekanizmalardan biri olarak ön plana çıkar. Özellikle retina gibi vasküler yapısı oldukça özelleşmiş bir doku, oksijenasyon düzeyine oldukça duyarlıdır. Bu nedenle, gözün fizyolojik işleyişini değerlendiren bir çalışmada, oküler perfüzyonun ve oksijen taşınımının anlaşılması büyük önem taşımaktadır. Oküler kan akımı, temelde oftalmik arterin dalları aracılığıyla gerçekleşir. Oftalmik arter, internal karotis arterden köken alır ve göz ile orbital yapıların tüm vasküler gereksinimlerini karşılar. Oftalmik arterin en önemli dallarından biri olan santral retinal arter, retinanın iç katmanlarını beslerken, kısa posterior siliyer arterler ise koroidin geniş damar ağına kan taşır. Bu ayrım göz içi oksijenasyonun iki farklı mekanizma üzerinden sürdürüldüğünü gösterir (1). Retinanın iç tabakaları santral retinal arter tarafından oksijenlenirken, dış tabakalar koroid üzerinden gelen kan akışıyla beslenir. Bu durum, retina içindeki oksijen basıncının ve oksijen dağılımının farklı bölgelerde değişiklik göstermesine neden olur. Bu fizyolojik farklılık, özellikle patolojik süreçlerde retinanın belirli katmanlarının daha fazla etkilenmesine zemin hazırlayabilir. Retinanın yüksek metabolik talepleri nedeniyle, dokunun oksijen gereksinimi sabit değil, değişkendir. Görsel uyarının artması, retinada daha fazla enerji tüketimini ve dolayısıyla daha fazla oksijen ihtiyacını beraberinde getirir. Bu dinamik yapı, retinanın fonksiyonel aktivitesine duyarlı bir kan akım mekanizmasının varlığını zorunlu kılar. Retina, bu ihtiyacı karşılamak için oto-regülasyon mekanizmasına sahiptir. Oto-regülasyon, sistemik kan basıncındaki dalgalanmalara rağmen retina damarlarının çapını değiştirerek sabit bir kan akımı sağlamaya çalışır. Bu özellik sayesinde, retina belirli bir dereceye kadar hipoksiye karşı korunabilmektedir. Ancak, PES gibi sistemik etkileri olan oküler hastalıklarda, bu oto-regülatif kapasitenin bozulabileceği ve retinal oksijenasyonun ciddi anlamda etkilenebileceği bildirilmiştir (20).

Koroid ise retina kadar belirgin bir oto-regülasyon yeteneğine sahip değildir. Bunun yerine, koroid damarları daha çok sempatik ve parasempatik sinir sistemi aracılığıyla düzenlenir. Bu düzenleme, özellikle kan akımının ani değişimlerinde veya sistemik vasküler basınçtaki ani yükselmelerde önemli bir tampon görevi görür. Ancak koroid kan akımının kontrolü, retinaya kıyasla daha az özellik gösterdiğinden, sistemik dolaşım bozukluklarından daha hızlı etkilenebilir. Koroidin zayıf oto-regülasyon yeteneği, GİB artması gibi durumlarda beslenme bozukluklarına ve dolaylı olarak retinal fonksiyonlarda gerilemeye yol açabilir. Bu bağlamda değerlendirildiğinde, oküler dolaşım sistemi bir bütün olarak çalışsa da retina ve koroid gibi farklı segmentlerin kan akımı kontrolü bakımından farklı özellikler taşıdığı görülmektedir. Gözün oksijenlenmesi yalnızca kan akımıyla değil, aynı zamanda bu kanın taşıdığı oksijenin dokuya etkin şekilde ulaşmasıyla mümkündür. Retina, sinir hücrelerinden

oluşan yapısıyla oksijen tüketimi açısından beyine benzer bir profil gösterir. Özellikle fotoreseptör hücreler, oksijen açısından oldukça hassastır ve oksijenin yetersiz kaldığı koşullarda hızla işlev kaybına uğrayabilir (2). Retina pigment epiteli ile koroid arasındaki ilişki, bu hücrelerin oksijenlenmesinde belirleyici bir rol oynar. Bu noktada Bruch membranı, oksijenin difüzyonuna aracılık eden bir geçiş yolu olarak görev yapar. Bu membranın yapısal olarak kalınlaşması ya da geçirgenliğinin azalması, fotoreseptörlerin yeterli oksijen alamamasına neden olabilir. Yaşla birlikte Bruch membranında oluşan değişiklikler ve PES'e bağlı yapısal bozulmalar, retina-koroid etkileşimini doğrudan etkileyerek oksijen dengesini bozabilir. Oküler oksijenasyonun izlenebilirliği ve değerlendirilmesi, son yıllarda gelişen ileri görüntüleme teknolojileri sayesinde daha ayrıntılı şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Özellikle OKTA retina ve koroid dolaşımının yüksek çözünürlükte ve non-invaziv şekilde değerlendirilmesine olanak tanımaktadır. Bu yöntem, kan akımının dinamik özelliklerini, mikrovasküler yapıları ve perfüzyon düzeylerini detaylı olarak ortaya koyabilmektedir. Katarakt cerrahisi sonrası dönemde yapılan bu tür analizler, cerrahinin retina ve koroid oksijenasyonu üzerindeki etkilerini gösterebilmekte, aynı zamanda PES gibi hastalıkların vasküler yapılar üzerindeki olası sonuçlarını da ortaya koymaktadır. Özellikle cerrahi sonrası dönemde retina ve koroid tabakalarında gözlenen mikrovasküler değişikliklerin, görsel iyileşme süreciyle doğrudan ilişkili olduğu düşünülmektedir (10).

Oküler oksijenasyonun bir diğer belirleyici faktörü ise GİB dir. GİB 'de meydana gelen artışlar, özellikle koroid damarlarını sıkıştırarak kan akımını azaltabilir ve dolayısıyla retina ile koroid oksijenlenmesini olumsuz yönde etkileyebilir. PES, glokomla olan ilişkisi nedeniyle sıklıkla artmış GİB ile birlikte seyreder. Bu durumda retinal damarlar üzerinde mekanik baskı artar ve perfüzyon basıncı düşer. Bu fizyopatolojik süreç, retina hücrelerinde geri dönüşü olmayan hasarlara neden olabilir. Bu nedenle, oküler dolaşımın etkinliği yalnızca damarsal yapıların durumu ile değil, aynı zamanda GİB gibi parametrelerle de doğrudan ilişkilidir. Özellikle cerrahi müdahaleler öncesinde ve sonrasında bu parametrelerin düzenli takibi, komplikasyon risklerini azaltma açısından önemli bir klinik yaklaşımdır. Göz içi oksijenasyonun optimal düzeyde sürdürülebilmesi, görme yetisinin korunması açısından vazgeçilmez bir koşuldur. Retinanın metabolik ihtiyaçlarının yüksekliği, kan akımındaki en küçük bozulmaların dahi görme fonksiyonu üzerinde ciddi sonuçlara yol açabileceğini göstermektedir (8). Oküler dolaşım sisteminde meydana gelen yetersizlikler, genellikle sinsi ilerler ve hastalar görme kaybını fark ettiklerinde çoğu zaman geri dönüşü olmayan bir süreç girilmiş olur. Bu nedenle, özellikle PES gibi sistemik etkili göz hastalıklarında, oküler kan

akımı ve oksijenasyonun titizlikle değerlendirilmesi ve bu konuda multidisipliner yaklaşımlar geliştirilmesi büyük önem taşır. Oküler kan akımı ve oksijenasyon, gözün anatomik ve fizyolojik bütünlüğünün korunmasında temel belirleyicilerdendir. Retinanın katmanlı yapısı, koroidin damar zenginliği ve bu iki yapının sinerjik işleyişi, sağlıklı bir görme fonksiyonunun temelini oluşturur. Göz yalnızca görsel algılamayı sağlayan bir organ değildir; aynı zamanda karmaşık bir mikrosirkülasyon ağına, oksijen taşınım mekanizmalarına ve dinamik fizyolojik uyum yeteneğine sahip bir sistemdir. Bu sistemde meydana gelecek herhangi bir bozulma, zincirleme bir etkiyle görme fonksiyonunun tamamını etkileyebilir. Bu nedenle, oküler dolaşım ve oksijenlenmenin hem klinik uygulamalarda hem de bilimsel araştırmalarda öncelikli bir değerlendirme alanı olması gerekmektedir (21).

2.1.5. Retina ve koroid kalınlığını etkileyen sistemik ve lokal faktörler

Gözün arka segment yapıları arasında yer alan retina ve koroid, yalnızca görsel işlevlerin yürütülmesi açısından değil, aynı zamanda sistemik sağlık durumlarının izlenmesi ve değerlendirilmesi açısından da büyük bir öneme sahiptir. Bu iki yapının anatomik bütünlüğü, özellikle kalınlıkları üzerinden değerlendirildiğinde, pek çok sistemik hastalık ve lokal patoloji hakkında bilgi sunabilmektedir. Retina ve koroid kalınlığı; yaş, cinsiyet, refraksiyon kusurları, GİB gibi bireysel faktörlerden etkilenebildiği gibi, hipertansiyon, diyabet, dislipidemi ve otoimmün hastalıklar gibi sistemik durumlarla da yakından ilişkilidir. Günümüzde gelişmiş görüntüleme teknikleri, özellikle OKT, bu dokuların kalınlığını yüksek çözünürlükte ve noninvaziv olarak değerlendirme imkânı sunmakta, böylece bu değişkenlerin dinamik olarak izlenebilmesine olanak tanımaktadır. Retina, fotoreseptör hücrelerden başlayarak gangliyon hücrelerine kadar uzanan katmanlı bir yapıya sahip olması nedeniyle, fizyolojik ya da patolojik değişimlere karşı oldukça duyarlıdır (22). Retina kalınlığı, doğrudan görme fonksiyonu ile ilişkili olduğundan hem lokal hem de sistemik faktörlerden etkilendiğinde bu durum görsel performansa yansıtılabilmektedir. Örneğin, yaş faktörü retinanın kalınlığı üzerinde belirgin bir etkiye sahiptir. Yaş ilerledikçe retinanın nöronal hücre yoğunluğu azalmakta, özellikle iç katmanlarda belirgin bir incelme gözlenmektedir. Bu değişim, yaşa bağlı makula dejenerasyonu gibi hastalıkların temelini oluşturabilir. Aynı şekilde, yüksek miyopik bireylerde göz küresinin arka segmentinde meydana gelen aksiyel uzama, retina dokusunun gerilmesine ve incelmesine neden olabilir. Bu durum, özellikle periferik retina bölgelerinde yırtık ve dekolman riskini artırmaktadır. GİB 'de meydana gelen değişimler de retina kalınlığını etkileyebilir. Glokom gibi kronik basınç artışıyla seyreden

hastalıklarda, özellikle sinir lifi tabakasında incelmeye gözlenmekte ve bu durum, görme alanı kayıplarına neden olabilmektedir. Retinanın kalınlığını etkileyen bir diğer önemli faktör ise sistemik damar hastalıklarıdır. Hipertansiyon, retinal damarların yapısında daralma, tortuoze ve geçirgenlik artışına neden olarak retina içi ödem oluşumuna yol açabilir. Bu durum, özellikle makula bölgesinde kalınlık artışına ve görme keskinliğinde azalmaya neden olur. Diyabet ise retina üzerinde daha yıkıcı etkiler yaratabilmektedir (23). Diyabetik retinopati sürecinde gelişen mikrovasküler değişiklikler, kapiller geçirgenlik artışı ve perisit kaybı ile retinanın hem kalınlığı hem de yapısal bütünlüğü bozulur. Kronik hiperglisemiye bağlı olarak gelişen makula ödemi, özellikle santral makula kalınlığının (SMK) artmasına yol açarken, ilerleyen evrelerde iskemik süreçlerle birlikte retinada diffüz incelmeler de görülebilmektedir. Ayrıca sistemik inflamatuvar hastalıklar da retinanın yapısal bütünlüğünü bozabilir. Multipl skleroz gibi nörodejeneratif hastalıklarda, optik sinir ile bağlantılı gangliyon hücre tabakasında (GHT) incelmeye görülebilmekte ve bu değişiklikler, hastalığın seyri hakkında dolaylı bilgiler sunabilmektedir (24).

Koroid kalınlığı da tıpkı retina gibi hem sistemik hem de lokal faktörlerden etkilenecek değişim gösterebilmektedir. Koroid, yoğun damar ağı ile retina dış katmanlarının oksijenlenmesini sağlayan bir yapı olması nedeniyle, damar sağlığının bir yansıması olarak değerlendirilebilir. Koroid kalınlığını etkileyen en önemli sistemik faktörlerden biri yine yaş olarak karşımıza çıkmaktadır. Yaş ilerledikçe koroid damarlarında sklerotik değişiklikler oluşur, elastikiyet azalır ve bu değişimler neticesinde koroid kalınlığında azalma meydana gelir. Bu fizyolojik süreç, görme fonksiyonunun sürdürülmesinde koroidin ne denli önemli olduğunu ve yapısal değişimlerin ne tür sonuçlara yol açabileceğini ortaya koyar. Koroid kalınlığı ayrıca sistemik tansiyon, hidrasyon durumu, vücut pozisyonu ve hatta sirkadiyen ritme bağlı olarak da değişkenlik gösterebilir. Sabah saatlerinde koroid kalınlığı daha yüksek ölçülürken, gün ilerledikçe bu kalınlıkta azalma eğilimi görülmektedir. Bu durum, otonom sinir sisteminin koroid damarları üzerindeki etkisi ile ilişkilidir. Hipertansiyon gibi durumlar, koroid damarlarının yapısını bozarak kalınlığın azalmasına yol açabileceği gibi, bazı vakalarda geçici kalınlık artışları da gözlenebilir (25). Diyabet, koroid üzerinde de tıpkı retina gibi ciddi etkiler yaratır. Diyabetik bireylerde koroid kalınlığında düzensizlikler, fokal incelmeler ya da diffüz değişiklikler sıkça bildirilmiştir. Bu değişimlerin, retinanın oksijenlenmesi üzerinde ciddi etkiler yaratabileceği düşünülmektedir. PES gibi bazı oküler hastalıklarda koroid kalınlığında belirgin değişimlere yol açabilmektedir. Bu sendromda biriken fibriller materyalin yalnızca lens kapsülünde değil, aynı zamanda iris, siliyer cisim ve

koroid damarları üzerinde de birikerek yapısal bozulmalara neden olduğu bilinmektedir. Bu durum, özellikle fakoemülsifikasyon cerrahisi sonrası dönemde koroid kalınlığında azalma ya da damar geçirgenliğinde değişim şeklinde kendini gösterebilmektedir. Bu değişimlerin retina üzerinde dolaylı etkiler yaratabileceği, dolayısıyla iki dokunun kalınlık değerlendirmelerinin birlikte yapılmasının daha anlamlı sonuçlar vereceği anlaşılmaktadır. Aynı şekilde, katarakt cerrahisi sonrası özellikle ilk haftalarda görülen inflamatuvar değişikliklerin hem retina hem de koroid kalınlığında geçici artışlara yol açtığı gösterilmiştir. Bu artışlar genellikle kendiliğinden gerilemekle birlikte, bazı vakalarda uzun süreli perfüzyon değişikliklerine neden olabilmektedir (7).

GİB, yalnızca retina değil, aynı zamanda koroid üzerinde de etkilidir. Artmış GİB, koroid damarlarının sıkışmasına ve dolayısıyla kan akımının azalmasına neden olabilir. Bu durum, özellikle koroid kalınlığında azalma ile sonuçlanır. Bu etki, glokom hastalarında sıklıkla gözlenmektedir. Ayrıca glokomun farklı tiplerinde, koroid kalınlığında gözlenen değişikliklerin hastalığın patogeneziyle ilişkili olabileceği öne sürülmektedir. Öte yandan, bazı farmakolojik ajanlar da bu dokuların kalınlığını etkileyebilir. Özellikle steroidler, uzun süreli kullanımlarda koroid damarlarında permeabilite artışı yaratarak kalınlık artışına neden olabilirken, bazı antihipertansif ilaçların da benzer etkiler yaratabileceği bildirilmiştir. Tüm bu bulgular, gözün yapısal bütünlüğünün yalnızca anatomik sınırlara değil, aynı zamanda fizyolojik ve sistemik dengeye de bağlı olduğunu ortaya koymaktadır. Retina ve koroid kalınlığı; yalnızca yapısal bir parametre değil, aynı zamanda göz sağlığına ilişkin değerlibiyobelirteçtir. Bu kalınlıkları etkileyen faktörlerin başında yaş, cinsiyet, refraksiyon kusurları ve GİB gibi bireysel değişkenler gelirken, hipertansiyon, diyabet, sistemik inflamasyon, vasküler bozukluklar ve farmakolojik ajanlar gibi sistemik etmenler de önemli rol oynamaktadır. Lokal cerrahi müdahaleler, PES gibi oküler hastalıklar ve günlük fizyolojik değişiklikler de bu dokuların kalınlığında belirgin farklılıklara yol açabilmektedir. Bu nedenle, retina ve koroid kalınlığının değerlendirilmesi, multidisipliner bir bakış açısıyla ele alınmalı ve sadece lokal patolojiler değil, bireyin genel sağlık durumu da bu değerlendirmelere dahil edilmelidir. Gözün bu iki önemli yapısının izlenmesi hem hastalıkların erken tanısında hem de tedavi sürecinin etkinliğinin değerlendirilmesinde kıymetli bir parametre olarak kabul edilmelidir (26).

2.2. Psödoeksfoliasyon Sendromu ve Fakomülsifikasyon Cerrahisi

2.2.1. Psödoeksfoliasyonun tanımı ve epidemiyolojisi

PES, önceleri yalnızca oküler bir hastalık olarak değerlendirilmekteyken, günümüzde sistemik özellikler taşıyan kompleks bir fibrillopati olarak kabul edilmektedir. Gözün ön segment yapılarında, özellikle lens kapsülü, iris, siliyer cisim ve trabeküler ağ gibi bölgelerde, anormal ve amorf yapılı bir fibriller materyalin birikmesiyle karakterize olan bu durum, genetik, çevresel ve yaşa bağlı faktörlerin etkileşimiyle ortaya çıkan multifaktöriyel bir hastalık modeline sahiptir. Bu sendromun klinik olarak en belirgin özelliği, biyomikroskopik muayenede pupil dilatasyonu sonrasında, lens ön kapsülünde hedef tahtası benzeri psödoeksfoliatif materyalin görülmesidir. Ancak bu görünür bulgu, hastalığın yalnızca lokalize etkisini yansıtır. Oysa bu sendrom, başta oküler yapılar olmak üzere, vücudun çeşitli organlarında mikrofibril benzeri protein agregatlarının birikimiyle seyreden sistemik bir patolojiyi de beraberinde getirir(27). PES sıklıkla yaşa bağlı bir durum olarak tanımlansa da altta yatan genetik yatkınlık bu hastalığın ortaya çıkışında önemli bir role sahiptir. Özellikle LOXL1 (LysylOxidase-Like 1) geninde meydana gelen polimorfizmler, bu sendromla güçlü şekilde ilişkilendirilmiştir. Bu gen, elastik liflerin stabilizasyonundan sorumlu enzimatik bir proteini kodlamakta ve fibril oluşum sürecinde rol oynamaktadır. LOXL1 genindeki varyasyonlar, fibril üretiminde dengesizliğe ve bu protein yapıların göz dokularında anormal şekilde birikmesine neden olmaktadır. Ancak genetik yatkınlık her zaman hastalığın gelişimiyle sonuçlanmamakta; çevresel koşullar, yaş, coğrafi faktörler ve ultraviyole maruziyeti gibi unsurlar da hastalığın ortaya çıkmasında belirleyici olabilmektedir. Özellikle kuzey enlemlerinde yaşayan bireylerde daha yüksek oranda görülmesi, güneş ışığına maruziyetin, epidermal hasar ve oküler oksidatif stres üzerinden hastalık patogenezinin katkıda bulunabileceğini düşündürmektedir(7). Epidemiyolojik veriler, PES'in dünya genelinde heterojen dağılım gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu dağılım, yalnızca genetik havuzun farklılığıyla değil, aynı zamanda sosyoekonomik yapı, sağlık hizmetlerine erişim, beslenme alışkanlıkları ve çevresel faktörlerle de ilişkilidir. İskandinav ülkelerinde, özellikle İzlanda ve Finlandiya gibi bölgelerde, bu sendromun prevalansı %20'ye kadar çıkarken; Asya ve Afrika kıtalarında bildirilen oranlar çok daha düşüktür. Türkiye gibi coğrafi olarak hem Avrupa hem de Asya kültürlerinin etkisi altındaki ülkelerde ise prevalansın orta düzeyde olduğu söylenebilir. Türkiye'deki çeşitli çalışmalarda bildirilen oranlar bölgesel farklılıklar göstermekle birlikte %6 ile %12 arasında değişmektedir. Bu durum, ülkemizde farklı iklim tiplerinin ve yaşam tarzlarının etkili olduğunu düşündürmektedir. Aynı zamanda kırsal bölgelerde yaşayan bireylerde daha yüksek prevalans oranlarının bildirilmesi, tarımsal faaliyetlerde güneşe uzun süre maruz kalmanın bir risk faktörü olabileceğini ortaya koymaktadır (4).

Hastalığın yaşla birlikte görülme sıklığı önemli ölçüde artmaktadır. 60 yaş altında oldukça nadir görülen PES, 70 yaş üzeri bireylerde daha sık saptanmakta, 80 yaş üzerindeki bireylerde ise %40'a varan oranlara ulaşabilmektedir. Bu yaşa bağlı artış, hastalığın fizyolojik yaşlanma süreciyle birlikte ilerleyen bir patogeneze izlediğini göstermektedir. Yaşlanan göz dokularında elastik lif yapısının bozulması, oksidatif stresin artması ve hücresel detoksifikasyon mekanizmalarının zayıflaması, psödoeksfolyasyon materyalinin birikimini hızlandırmakta ve klinik semptomların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Ayrıca, erkek bireylerde bu sendromun görülme sıklığının kadınlara göre bir miktar daha yüksek olduğu bazı çalışmalarda rapor edilmiştir. Ancak bu fark, genel popülasyon verileriyle karşılaştırıldığında istatistiksel olarak belirginlik arz etmemektedir. PES'in yalnızca bir göz hastalığı değil, aynı zamanda sistemik vasküler patolojilerle ilişkili olabileceği yönünde artan kanıtlar mevcuttur. Bu hastalığa sahip bireylerde kardiyovasküler hastalık, serebrovasküler olaylar, aort anevrizmaları ve periferik damar hastalıkları gibi sistemik komplikasyonların daha sık bildirildiği çalışmalarda ortaya konmuştur(28). Fibrillopatik sürecin yalnızca gözle sınırlı kalmadığı, vasküler endotelyumda da benzer mikrofibril birikimlerinin görülebildiği ve bu durumun vasküler rijiditeyi artırarak sistemik dolaşımı etkileyebileceği düşünülmektedir. Bu nedenle, PES tanısı alan bireylerin yalnızca göz sağlığı açısından değil, sistemik sağlık açısından da yakından izlenmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Sendromun bir diğer önemli yönü, göz içi cerrahi işlemler, özellikle de katarakt cerrahisi açısından oluşturduğu risklerdir. PES'li hastalarda zonüler zayıflık, pupil dilatasyonunda yetersizlik ve lens instabilitesi gibi cerrahiye zorlaştıran anatomik değişiklikler gözlenmektedir. Bu durum, fakoemülsifikasyon gibi mikrocerrahi tekniklerde cerrahin deneyim düzeyini önemli kılmakta, aynı zamanda komplikasyon riskini artırmaktadır. Katarakt operasyonları sırasında kapsül desteğinin zayıf olması, vitreus prolapsusu, Göz içi lens (GİL) yerleştirmede zorluklar ve ameliyat sonrası inflamasyon gibi sorunlar PES varlığında daha sık ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, PES tanılı hastaların, katarakt cerrahisi öncesinde detaylı değerlendirme yapılmasını ve cerrahi planlamanın hastalığın karakteristiğine göre şekillendirilmesini zorunlu kılmaktadır (5).

Modern görüntüleme yöntemleri sayesinde PES'in etkileri yalnızca klinik bulgular üzerinden değil, aynı zamanda retina ve koroid gibi derin dokuların yapısal ve fonksiyonel durumları üzerinden de değerlendirilebilir hale gelmiştir. Bu bağlamda, özellikle retina ve koroid kalınlıklarının incelenmesi, oksijenlenme ve mikrovasküler perfüzyon düzeylerinin belirlenmesi, hastalığın sistemik etkilerinin oküler yansıması hakkında değerli bilgiler

sunmaktadır. PES'in, göz içi damar yapılarında oluşturduğu değişiklikler nedeniyle retina dolaşımında bozulmalar yaratabileceği, bu bozulmaların da görme fonksiyonları üzerinde uzun vadede etkiler oluşturabileceği düşünülmektedir. PES, yaşla ilişkili, genetik yatkınlık zemininde ortaya çıkan ve hem oküler hem de sistemik komplikasyonlarla seyreden kompleks bir hastalıktır. Tanısal açıdan klinik muayene temel belirleyici olmakla birlikte, görüntüleme yöntemleri ve sistemik değerlendirmelerle desteklenen bütüncül bir yaklaşım hem hastalığın yönetimi hem de cerrahi planlama açısından büyük önem taşır. Özellikle fakoemülsifikasyon cerrahisinin bu hastalarda daha dikkatli planlanması, cerrahın tecrübesine ve hastaya özgü anatomik yapıların titizlikle değerlendirilmesine bağlıdır. PES yalnızca bir göz hastalığı değil, sistemik etkileri de olan geniş kapsamlı bir sendrom olarak ele alınmalı ve tedavi süreçleri bu bütünlük içinde değerlendirilmelidir (12).

2.2.2. Psödoeksfoliasyon sendromunun patofizyolojisi

PES, önceleri sadece gözün ön segmentinde anormal bir protein birikimiyle sınırlı bir hastalık olarak kabul edilirken, zaman içinde yapılan çalışmalar bu tablonun sistemik bir mikrofibrillopatiyi yansıttığını ortaya koymuştur. PES'in patofizyolojisi, göz dokularında karakteristik olarak biriken ve elektron mikroskopisinde granüler-fibriller yapıda gözlemlenen anormal ekstrasellüler materyalin üretimi, taşınması, birikimi ve uzaklaştırılması süreçlerindeki bozukluklar temelinde şekillenmektedir. Bu bozukluklar yalnızca lokal hücresel süreçleri değil, aynı zamanda genetik yatkınlık, oksidatif stres, enflamasyon ve vasküler disfonksiyon gibi sistemik düzeydeki mekanizmaları da kapsamaktadır. Bu yönüyle PES patofizyolojisi, basit bir protein birikimi süreci olmanın ötesinde, pek çok fizyolojik ve patolojik etkenin bir araya geldiği kompleks bir sistem bozukluğunu temsil etmektedir. PES'in patogenezinde rol oynayan başlıca yapı, psödoeksfoliatif materyal (PEM) olarak adlandırılan anormal fibriller proteindir. Bu materyal, başta lens kapsülü olmak üzere iris, siliyer cisim, trabeküler ağ, kornea endoteli ve zonüler liflerde birikerek bu yapıların işlevlerini bozmakta ve çeşitli klinik sonuçlara yol açmaktadır. PEM'in yapısal olarak elastik liflerle ilişkili proteinlerin düzensiz organizasyonu ile oluştuğu düşünülmektedir. Fibrillin-1, elastin, fibulin, LOXL1, LTBP-2 (latent transforming growth factor beta-binding protein 2) ve mikrofilaman bileşenlerinin bu materyalin içinde bulunduğu gösterilmiştir. Özellikle LOXL1 enzimi, elastik liflerin çapraz bağlanmasında görev almakta ve bu proteinin ekspresyonundaki bozulmalar, elastik matriksin dağılmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, LOXL1 geni psödoeksfoliasyonun gelişiminde kritik bir rol oynamakta, genetik çalışmalar bu genin

polimorfizmlerinin hastalığa duyarlılığı artırdığını ortaya koymaktadır. Ancak, LOXL1 genindeki mutasyonların her zaman PES'e yol açmaması, genetik yatkınlığın çevresel ve fizyolojik etmenlerle etkileşim içinde olduğunu göstermektedir (3).

Patofizyolojik sürecin bir diğer önemli bileşeni, hücre dışı matriks metabolizmasındaki dengesizliktir. Göz dokularında yer alan fibroblast benzeri hücreler, elastik lif bileşenlerinin üretiminden sorumludur. Ancak PES hastalarında bu üretim sürecinde düzensizlikler meydana gelir. Matriks metalloproteinazlar (MMP) ve bunların doğal inhibitörleri olan TIMP'ler (Tissue Inhibitors of Metalloproteinases) arasındaki dengenin bozulması, ekstrasellüler matriksin normal yıkım ve yenilenme sürecini sekteye uğratır. Bu durum, PEM'in göz dokularında birikmesine ve çevre dokular üzerinde baskı oluşturarak işlev bozukluklarına neden olmasına yol açar. Özellikle trabeküler ağda meydana gelen birikim, göz içi sıvı drenajının bozulmasına, dolayısıyla GİB artmasına ve PES ile ilişkili glokomun gelişimine zemin hazırlar. Patofizyolojik olarak bu basınç artışı, retinanın gangliyon hücrelerinde hasara, optik sinir başında atrofiye ve ilerleyici görme kaybına neden olur. PES'in gelişiminde oksidatif stresin de önemli bir yeri vardır. Göz dokuları, yüksek metabolik faaliyetleri nedeniyle serbest radikal oluşumuna oldukça yatkındır. Normalde antioksidan savunma mekanizmaları bu reaktif oksijen türlerini (ROT) nötralize ederken, PES hastalarında bu sistemlerin zayıfladığı ve antioksidan enzim düzeylerinin düştüğü gösterilmiştir. Özellikle glutatyon peroksidaz, süperoksit dismutaz ve katalaz gibi enzimlerin aktivitesinde azalma olduğu bildirilmiştir (14). Bu azalma hem PEM üretimini artırmakta hem de hücre membranı lipidlerinin oksidasyonunu kolaylaştırarak hücre hasara neden olmaktadır. Bu mekanizma lens epitel hücrelerinden başlayarak trabeküler ağ, iris pigment epiteli ve kornea endoteline kadar pek çok yapıyı etkileyebilir. Oksidatif stresin ayrıca DNA hasarına neden olabileceği ve bunun da hücre proliferasyonu, apoptoz ve matriks sentezi üzerinde olumsuz etkiler yaratarak PES'in ilerlemesine katkıda bulunduğu düşünülmektedir. Enflamasyon da PES'in patofizyolojisinde dolaylı ancak önemli bir rol oynamaktadır.

PEM birikimi, göz içi dokularda mekanik stres oluşturmakta ve lokal hücre yanıtlarını tetiklemektedir. Bu durum, sitokin salınımını, özellikle de interlökin-6 (IL-6), tümör nekroz faktörü-alfa (TNF- α) ve matriks metalloproteinazları uyarak inflamatuvar süreci başlatabilir. Bu süreç hem PEM üretimini hem de dokusal hasarı artıran bir kısır döngüye yol açar. PES hastalarında serum ve göz içi sıvılarda bu sitokinlerin düzeylerinin arttığı gösterilmiştir. Bu bulgular, sendromun yalnızca mekanik değil, aynı zamanda inflamatuvar bir süreç içerdiğini

ve bu mekanizmanın göz içi yapıların zamanla fonksiyonlarını kaybetmesinde etkili olduğunu göstermektedir (17).

PES patofizyolojisinin bir diğer boyutu da vasküler sistem üzerindeki etkileridir. Kapsamlı çalışmalar, PEM'in yalnızca gözle sınırlı olmadığını, vasküler endotelyumda da benzer proteinik agregatların birikebildiğini göstermektedir. Bu birikim, endotel hücrelerinin işlevlerini bozar, damar duvarlarında elastikiyet kaybına neden olur ve vasküler tonusun düzenlenmesini olumsuz etkiler. Bu durum, sistemik düzeyde hipertansiyon, serebrovasküler olaylar ve koroner arter hastalıkları gibi kardiyovasküler riskleri artırabilir. Oküler düzeyde ise bu bozukluk, iris vaskülarizasyonunun bozulmasına, pupiller yanıtın yetersizliğine ve cerrahi müdahalelerde komplikasyon riskinin artmasına yol açar. Özellikle fakoemülsifikasyon cerrahisi sırasında pupil dilatasyonunun yetersizliği, zonüler zayıflık ve lens instabilitesi gibi patofizyolojik sonuçlar cerrahi başarıyı doğrudan etkileyebilir. Zonüler liflerin zayıflaması da PES'in karakteristik patofizyolojik sonuçlarından biridir. Zonüler lifler, lensi yerinde tutan ve akomodasyon sürecini sağlayan yapılar olarak gözde kritik bir görev üstlenir. PEM birikimi bu liflerin yapısını bozarak mekanik dayanıklılığını azaltır. Bu da özellikle katarakt cerrahisinde lens yerleşiminde zorluklara, kapsül rüptürüne ve vitreus prolapsusuna neden olabilir. Ayrıca PES hastalarında lensin spontan subluksasyonu ya da dislokasyonu gibi ileri düzey komplikasyonlara rastlanabilmektedir. Bu durumlar, yalnızca cerrahi riskleri değil, aynı zamanda postoperatif iyileşme sürecini de olumsuz etkiler. Tüm bu patofizyolojik süreçler, PES'in karmaşık ve çok bileşenli bir hastalık olduğunu göstermektedir (2). Sadece göz içi yapılarda değil, sistemik düzeyde de çok sayıda doku ve sistemi etkileyen bu tablo, multidisipliner bir yaklaşımla ele alınmayı gerektirir. Özellikle yaşlı bireylerde PES varlığı, sadece bir göz hastalığı olarak görülmemeli, bireyin genel sağlık durumu, vasküler riski ve cerrahiye uygunluğu da dikkate alınmalıdır. Bu bütüncül bakış açısı, hastalığın erken tanısı, uygun yönetimi ve cerrahi başarıyı artırmak açısından kritik öneme sahiptir. PES'in patofizyolojisi, anormal protein birikimi ile başlayan ve oksidatif stres, inflamasyon, enzimatik dengesizlik ve vasküler disfonksiyonla derinleşen bir süreci temsil etmektedir. Bu süreç, hem göz içi yapıların işlevlerini bozar hem de sistemik sağlık üzerinde potansiyel tehditler oluşturur. Gelişen bilimsel anlayışla birlikte bu mekanizmaların daha ayrıntılı şekilde ortaya konması, PES'in erken tanısı, ilerlemesinin önlenmesi ve cerrahi müdahalelerde komplikasyon risklerinin azaltılması için değerli bir temel oluşturacaktır (8).

2.2.3. Psödoeksfoliasyon ile ilişkili oküler bulgular

PES, ön segment dokularında amorf, mikrofibriller yapıdaki proteinik materyalin birikimiyle karakterize olmakla birlikte, bu birikimin oluşturduğu sonuçlar yalnızca morfolojik sınırlarda kalmaz. Oluşan değişiklikler, gözün birçok anatomik yapısını hem doğrudan hem de dolaylı yollarla etkileyerek belirgin oküler semptomlara ve patolojilere zemin hazırlar. Bu etkilerin en belirgin olanları arasında zonül liflerde meydana gelen zayıflık ve GİB dengesinin bozulması sonucunda gelişen glokom riski yer almaktadır. Bu yapısal ve fonksiyonel değişiklikler, PES'in klinik seyri, tedavi planlaması ve cerrahi yaklaşımlar açısından büyük önem taşımaktadır.

2.2.3.1.Zonül liflerinde zayıflık

Zonül lifleri, lensin yerinde sabitlenmesini sağlayan, hassas ama aynı zamanda fonksiyonel olarak oldukça güçlü bağ dokusu yapılarıdır. Bu lifler, lensin çevresini sararak kapsül ile siliyer cisim arasında bağlantı kurar ve böylece akomodasyon mekanizmasının temelini oluşturur. Ancak PES'de, bu yapıların biyomekanik dayanıklılığı ciddi şekilde bozulur. Bunun temelinde yatan en önemli neden, zonül lifleri üzerine çöken ve biriken PEM'in zamanla bu yapıların elastikiyetini ve esnekliğini azaltmasıdır. Ayrıca bu materyalin, zonül lifleri üreten ve besleyen siliyer epitel dokularını da etkileyerek biyokimyasal bütünlüğü bozduğu anlaşılmaktadır. Zonüler zayıflık, klinik olarak çoğu zaman başlangıçta fark edilmeyebilir. Ancak göz içi cerrahilere yaklaşıldığında, özellikle fakoemülsifikasyon gibi invaziv işlemler sırasında, bu zayıflığın ne kadar önemli sonuçlara yol açabildiği açık bir biçimde görülür. Katarakt cerrahisinde, zonüler desteğin zayıf olması, lensin stabilitesini bozar, cerrahi sırasında kapsül kesesi yırtılmaları, vitreus prolapsusu ve GİL'in yerleştirilmesinde zorluklar gibi önemli komplikasyonları beraberinde getirir. PES'li hastalarda zonül liflerinin yalnızca fiziksel zayıflık değil, aynı zamanda sayısal olarak da azalma gösterdiği bildirilmiştir. Mikroskopik düzeyde yapılan analizlerde, bu liflerin kısaldığı, gerildiği ve düzensiz şekilde yerleştiği gözlemlenmiştir. Bununla birlikte zonül zayıflığının bazı klinik belirtileri de mevcuttur. Örneğin, lensin hafif subluksasyonu ya da iridofakodonezis gibi bulgular, hastalığın ileri evrelerinde gözlenebilir. Bu durumlar çoğunlukla sinsi seyreder ve ancak dikkatli bir biyomikroskopik muayene ile fark edilebilir. Zonüler dayanıklılıktaki azalma, PES'li bireylerde spontan lens dislokasyonları gibi nadir ancak ciddi komplikasyonlara da yol açabilmektedir. Cerrahi öncesinde zonüler stabilitenin dikkatle değerlendirilmemesi durumunda bu tür vakalarda cerrahi başarısızlık oranı artmakta ve postoperatif görsel iyileşme gecikebilmektedir (6).

Zonül liflerindeki zayıflık, yalnızca mekanik bir problem değildir; aynı zamanda biyokimyasal ve hücrel bir sürecin sonucudur. Yapılan araştırmalar, PEM'in zonüler bazal membranlara tutunarak burada dejeneratif süreçleri tetiklediğini göstermiştir. Ayrıca bu materyalin içerdiği bazı proteolitik enzimlerin zonül lif yapısını parçaladığı ve bu yolla liflerin dayanıklılığını azalttığı bildirilmektedir. Zonül zayıflığı geliştiğinde, lensin doğal pozisyonu da bozulmakta, bu durum refraktif kusurların ortaya çıkmasına ve akomodasyon yeteneğinin azalmasına yol açmaktadır. PES 'de zonül zayıflığının erken tespiti, yalnızca cerrahi planlama açısından değil, aynı zamanda komplikasyonların önlenmesi ve görme fonksiyonunun korunması açısından da büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle, bu hastalarda pupilla dilatasyonu, lens hareketliliği ve irisin cevabı gibi parametrelerin dikkatle değerlendirilmesi önerilmektedir. Zonül liflerindeki bu zayıflık, yalnızca fizyolojik bir bozulmayı değil, bireyin yaşam kalitesini doğrudan etkileyen fonksiyonel bir yitimi de beraberinde getirmektedir (21).

2.2.3.2. Göz içi basınç artışı ve glokom riski

PES'in en yaygın ve ciddi komplikasyonlarından biri de GİB artışı ve buna bağlı olarak gelişen sekonder açık açılı glokomdur. PES ile ilişkili glokom, genellikle unilateral başlamakla birlikte, zamanla bilateral hale gelebilen progresif ve ciddi bir görme kaybı ile seyreden kronik bir hastalıktır. Glokomun gelişiminde temel etken, trabeküler ağın PEM ve pigment granülleri ile tıkanması sonucu aköz hümörün yeterince drene edilememesidir. Bu mekanizma, GİB'in zamanla yükselmesine, optik sinirin zarar görmesine ve kalıcı görme kayıplarına yol açmaktadır. PES glokomu, primer açık açılı glokoma (PAAG) göre daha agresif seyirlidir. GİB seviyeleri genellikle daha yüksek ölçülür ve basınç dalgalanmaları daha belirgindir. Ayrıca bu formdaki glokomun tedaviye yanıtı da daha sınırlıdır; medikal tedaviyle basıncın kontrol altına alınması zor olabilir. Bunun başlıca nedeni, PEM'nin yalnızca trabeküler ağı tıkanması değil, aynı zamanda bu dokuda yapısal dejenerasyona neden olmasıdır. Trabeküler hücrelerdeki fonksiyon kaybı ve mekanik baskı, filtrasyon kapasitesini azaltarak direncin artmasına neden olur. Bu da GİB'in kronik olarak yüksek seyretmesine yol açar (16).

PES glokomu, genellikle asemptomatik başladığı için erken evrede tanınması oldukça güçtür. Hastalar çoğunlukla ileri evrelerde, görme alanı kayıpları ya da merkezi görmede azalma gibi şikayetlerle başvururlar. Bu nedenle PES tanısı konmuş her birey, düzenli olarak GİB ölçümleri ve görme alanı testleri ile izlenmelidir. Yüksek basınç fark edilmeden uzun süre devam ettiğinde, optik sinir başında geri dönüşü olmayan atrofi ve retinal sinir lifi

tabakasında (RSLT) incelme meydana gelir. Bu değişiklikler, özellikle OKT gibi görüntüleme yöntemleriyle saptanabilir ve glokomun tanısında büyük kolaylık sağlar. PES hastalarında glokom riski, yalnızca basınç artışıyla değil, aynı zamanda vasküler bozukluklarla da ilişkilidir. Göz içi mikrosirkülasyonda görülen perfüzyon azlığı, optik sinir başına yeterli oksijen ve besin maddesi taşınmasını engeller. Bu durum, glokomun iskemik mekanizmalarla da ilerleyebileceğini gösterir. Aynı zamanda PEM'in içerdiği bazı biyolojik ajanların, trabeküler hücrelerde apoptoza neden olduğu ve bu durumun drenaj sistemini doğrudan bozduğu bildirilmiştir. Bu bilgiler, glokomun yalnızca mekanik bir tıkanma sonucu değil, hücresel düzeyde gelişen bir patoloji olarak da ele alınması gerektiğini göstermektedir (2).

PES ile ilişkili glokomun tedavisinde, medikal yaklaşımlar ilk basamak olmakla birlikte, birçok vakada cerrahi tedavi gerekebilir. Medikal tedaviye dirençli olgularda trabekülektomi ya da tüp implantları gibi girişimsel yöntemlere başvurulmaktadır. Ancak bu cerrahilerin başarısı da PES varlığında daha düşük olabilmektedir. Zira cerrahi sonrası inflamasyon riski daha yüksektir ve yara iyileşmesi süreci daha komplikedir. Bu nedenle, PES glokomu olan hastalarda tedavi planlaması, çok yönlü değerlendirmeyi ve yakın takip protokolünü zorunlu kılar. PES, yalnızca göz ön segmentinde sınırlı değişikliklerle seyretmeyip, zonül liflerden trabeküler ağa kadar uzanan geniş bir etki alanına sahiptir. Zonül liflerinde meydana gelen zayıflık, cerrahi süreçleri karmaşık hale getirirken, GİB artışı ve glokom riski, bireyin görsel fonksiyonlarını tehdit eden uzun vadeli bir komplikasyondur. Bu nedenle, PES tanısı alan her birey, bu oküler bulgular açısından düzenli aralıklarla değerlendirilmelidir. Hastalığın erken tanınması ve komplikasyonlara karşı hazırlıklı olunması hem görme kaybının önlenmesinde hem de yaşam kalitesinin korunmasında kritik bir rol oynar (25).

2.2.4. Psödoeksfoliasyon sendromu ile katarakt ilişkisi

PES, göz içi dokuların fizyolojik yapısında geri dönüşü olmayan değişiklikler meydana getiren sistemik bir fibrillopatik bozukluk olarak gözde birçok patolojik sürece zemin hazırlamaktadır. Bu süreçlerden biri de katarakt oluşumudur. Katarakt, göz merceğinin opaklaşması sonucu gelişen, ilerleyici ve sıklıkla yaşa bağlı olan bir durumdur. Ancak psödoeksfoliasyonun varlığı, kataraktın gelişimini yalnızca hızlandırmakla kalmaz; aynı zamanda bu sürecin biyolojik alt yapısını da etkileyerek, hastalığın klinik seyrini ve cerrahi yönetimini karmaşık hale getirir. Katarakt ile PES arasındaki ilişki, patofizyolojik, biyokimyasal, hücresel ve cerrahi boyutlarıyla çok yönlü olarak değerlendirilmeyi gerektirir.

PES'te göz içi ortama salınan PEM'nin, lens epitel hücreleri üzerinde oluşturduğu mekanik ve biyokimyasal stresin, katarakt oluşumunun başlıca nedenlerinden biri olduğu düşünülmektedir. Özellikle lens ön kapsülü üzerinde biriken bu materyal, epitel hücrelerinde mitotik aktivitenin bozulmasına, metabolik yetersizliğe ve hücre yaşlanmasının hızlanmasına yol açmaktadır. Bu hücresel düzeydeki stres, lens içindeki proteinlerin yapısal bütünlüğünü bozarak opaklaşma sürecini tetikler. Ayrıca lens epitelinde antioksidan enzim aktivitelerinin azaldığı ve bunun sonucunda oksidatif hasarın arttığı, yapılan çeşitli biyokimyasal çalışmalarda gösterilmiştir. PES varlığında artan oksidatif stres, katarakt oluşumunu hızlandıran başlıca mekanizmalardan biridir (17).

Kataraktın oluşumunda lensin yaşla birlikte kaybettiği geçirgenlik ve protein sentezi dengesi de önemli rol oynamaktadır. Ancak PES hastalarında bu sürecin daha erken yaşlarda ve daha belirgin şekilde ortaya çıktığı klinik olarak gözlenmiştir. Bunun nedeni, PEM'in sadece lens yüzeyinde değil, lensin iç yapısında da metabolik dengesizlik yaratmasıdır. Lens hücreleri enerji üretiminde yetersiz kaldığında, protein agregasyonları başlar ve bu agregasyonlar ışık geçirgenliğini engelleyerek kataraktın gelişimine yol açar. PEM'ini içerdiği bazı biyolojik bileşenlerin, lens hücre membranlarına entegre olarak iyon dengesini bozduğu ve bu durumun ozmotik stres üzerinden opasifikasyonu hızlandırdığı da düşünülmektedir. Bu biyokimyasal dengesizlikler, özellikle kortikal ve nükleer katarakt tiplerinde daha belirgin olmakla birlikte, subkapsüler opasitelerle de birlikte görülebilir. Kataraktın PES ile olan ilişkisi yalnızca biyolojik düzeyde değil, aynı zamanda klinik olarak da oldukça önemlidir. PES hastalarında katarakt daha hızlı ilerleyebilir ve sıklıkla daha yoğun opasiteler şeklinde seyreder. Bu durum, cerrahi karar alma sürecinde daha erken dönemde müdahale edilmesini zorunlu hale getirebilir. Öte yandan, PEM'in iriste, pupilla kenarında ve trabeküler ağda da birikmesi, pupiller cevabın zayıf olmasına ve pupil dilatasyonunun yetersizliğine neden olur. Bu da fakoemülsifikasyon cerrahisi sırasında görüş alanının daralmasına ve operasyonun teknik zorluklarının artmasına yol açar. Ayrıca lens kapsülünün PES hastalarında daha kırılgan olduğu bilinmektedir. Bu durum, katarakt cerrahisinin her aşamasında dikkatli planlama ve ileri düzey cerrahi beceri gerektirir(6).

Zonül liflerinin PES'te zayıflamış olması, katarakt cerrahisiyle ilgili en ciddi risklerden biridir. Bu hastalarda zonül desteğinin yetersizliği, cerrahi sırasında lensin stabil kalmasını engelleyebilir. Kapsül germe halkası (KGH) gibi yardımcı cerrahi aletler, zonül liflerinin yükünü azaltmak amacıyla kullanılmakta; ancak bu materyallerin yerleştirilmesi de cerrahin deneyim düzeyine bağlı olarak komplikasyon riskini artırabilmektedir. PES ile ilişkili

katarakt cerrahilerinde, arka kapsül rüptürü, vitreus prolapsusu, lens subluksasyonu gibi ciddi komplikasyonlara daha sık rastlanmaktadır. Bu nedenle, cerrahi öncesi değerlendirmede psödoeksfoliasyonun varlığı titizlikle araştırılmalı, operasyon süreci buna göre yapılandırılmalıdır. Psödoeksfoliasyonun etkilediği diğer bir parametre de ameliyat sonrası iyileşme sürecidir. PES hastalarında cerrahi sonrası inflamasyonun daha yoğun olduğu ve kornea endotelinde hasar riskinin arttığı bildirilmektedir. GİL'de stabilite sorunu yaşanma ihtimali de bu hastalarda daha yüksektir. Ayrıca, cerrahi sonrası gelişen arka kapsül opasifikasyonları da PES varlığında daha sık görülmektedir. Bu durum, görsel iyileşmenin gecikmesine ya da ikincil müdahale gereksinimine yol açabilir. Lens epitel hücrelerinin anormal proliferasyonu ve PEM birikiminin devam etmesi, bu ikincil komplikasyonların patofizyolojisinde rol oynamaktadır. PES ile katarakt arasındaki ilişkinin bir diğer boyutu ise yaş faktörüdür. Yaşlı bireylerde hem katarakt gelişme riski hem de PES prevalansı artmakta; bu iki durumun bir arada bulunma olasılığı giderek yükselmektedir. Bu hasta grubunda sistemik hastalıkların varlığı, ilaç kullanımı, vasküler yetmezlik gibi faktörler cerrahi sürecin daha dikkatli yürütülmesini gerektirir. Yaşla birlikte kornea duyarlılığı ve endotel hücre yoğunluğu da azaldığından, cerrahi sırasında uygulanacak fakoemülsifikasyon enerjisinin titizlikle ayarlanması, kornea sağlığı açısından kritik öneme sahiptir. Aynı zamanda, bu yaş grubundaki bireylerin postoperatif takiplerinin düzenli yapılması, komplikasyonların erken saptanması bakımından büyük önem taşır (21).

PES ile katarakt arasındaki ilişkiyi değerlendirirken yalnızca klinik değil, aynı zamanda hasta deneyimine odaklanmak da insani bir yaklaşım açısından anlamlıdır. PES hastaları genellikle görme azalması, kontrast duyarlılığı kaybı ve ışık dağılması gibi şikayetlerle başvururlar. Bu semptomlar, yalnızca fiziksel işlevsellik değil, bireyin günlük yaşam kalitesi üzerinde de belirgin etkilere sahiptir. Kataraktın PES ile birlikte seyrettiği durumlarda, bireylerin psikolojik olarak daha fazla kaygı yaşadığı, cerrahi sürece dair korkularının arttığı ve tıbbi açıklamaların daha fazla açıklık gerektirdiği bilinmektedir. Bu bağlamda, hekim-hasta iletişiminin güçlendirilmesi, cerrahiye yönelik kararların ortaklaşa alınması ve postoperatif dönemin destekleyici yaklaşımlarla yönetilmesi önem kazanmaktadır. PES ile katarakt arasında patofizyolojik, klinik ve cerrahi düzeyde güçlü bir ilişki bulunmaktadır. PES, lensin yapısal bütünlüğünü bozmakta, protein agregasyonlarını artırmakta ve oksidatif stres mekanizmaları yoluyla katarakt gelişim sürecini hızlandırmaktadır. Ayrıca cerrahi süreci zorlaştıran zonül zayıflığı, pupil dilatasyon yetersizliği ve kapsül fragilitesi gibi unsurlar, PES'li bireylerde katarakt cerrahisini yüksek

riskli bir girişim haline getirmektedir. Bu nedenle, PES tanısı almış her bireyde katarakt varlığı dikkatle izlenmeli; cerrahi planlama bireyin göz yapısına, sistemik durumuna ve beklentilerine göre özelleştirilmelidir. Bu bütüncül yaklaşım, yalnızca başarılı bir cerrahi sonuç değil, aynı zamanda bireyin yaşam kalitesini artıracak insani bir tedavi süreci sağlar (12).

2.2.5.Psödoeksfoliasyon sendromlu hastalarda cerrahi zorluklar ve komplikasyonlar

PES, göz içi dokularda anormal proteinik materyal birikimiyle karakterize olan, yaşlı bireylerde sık görülen ve sıklıkla sistemik etkileri de olan dejeneratif bir hastalıktır. Bu sendrom yalnızca göz içi yapıları etkileyip belirli anatomik değişikliklere yol açmakla kalmaz; aynı zamanda katarakt cerrahisi gibi mikroskobik düzeyde hassasiyet gerektiren operasyonlarda çok sayıda zorluk ve risk yaratır. Özellikle fakoemülsifikasyon gibi yüksek hassasiyetli katarakt cerrahilerinde, PES varlığı, cerrahın yaklaşımını baştan sona değiştiren, operasyonun teknik seyrini doğrudan etkileyen bir durumdur. PES hastalarında göz içi yapıların anatomik ve biyomekanik özelliklerinin farklılık göstermesi, preoperatif değerlendirmeden başlayarak, cerrahi esnasında ve sonrasında çeşitli komplikasyonların ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Bu nedenle PES'li bireylerde cerrahi zorlukların iyi anlaşılması, önleyici yaklaşımların geliştirilmesi ve hasta güvenliğini önceleyen yöntemlerin benimsenmesi cerrahinin başarısı için hayati önemdedir (4).

PES'li hastalarda cerrahi süreci zorlaştıran en temel faktörlerden biri zonül liflerinin zayıflığıdır. Zonül lifleri, lensi yerinde tutan ve özellikle fakoemülsifikasyon sırasında lensin stabilitesini sağlayan yapılardır. Ancak PES hastalarında bu lifler zamanla incelmış, gerilmiş veya kısmen kopmuş olabilir. Bu durum, cerrahi sırasında lensin aniden yer değiştirmesine, kapsülün yırtılmasına ya da vitreus içine geçişe neden olabilir. Zonül liflerinin yeterince sağlam olmaması, kataraktın emülsifiye edilmesi ve GİL'in güvenli şekilde yerleştirilmesini büyük ölçüde güçleştirir. Bu nedenle cerrahlar, zonül zayıflığını önceden fark etmek ve gerekiyorsa cerrahi sırasında KGH ya da destek halkası gibi yardımcı cihazlardan faydalanmak zorundadır. Ancak bu cihazların da yanlış yerleştirilmesi ya da zamanlamasının iyi ayarlanmaması durumunda yeni komplikasyonlar gelişebilir. Cerrahiyi zorlaştıran bir diğer önemli unsur, pupiller cevabın PES hastalarında yetersiz olmasıdır. PEM'in iris üzerine birikmesi, iris kaslarının biyolojik bütünlüğünü bozar ve bu da pupil dilatasyonunun yetersiz olmasına yol açar. Küçük pupilla, cerrahi görüş alanını daraltır ve fakoemülsifikasyon

sırasında hem ön kapsül yırtılmasını hem de lensin güvenli parçalanmasını zorlaştırır. Bu tür durumlarda pupilek spansiyon halkaları, iris kancaları ya da visko midriyazis gibi mekanik ya da farmakolojik müdahalelere ihtiyaç duyulabilir. Ancak bu teknik müdahaleler iris travmasına, inflamasyonun artmasına veya pupiller deformitelere neden olabileceğinden dikkatli kullanılmalıdır. Cerrahi öncesi pupil dilatasyonuna verilen yanıt, ameliyatın seyri hakkında önemli ipuçları verir ve cerrahın planlamasında belirleyici olabilir. PES'in katarakt cerrahisinde bir diğer kritik etkisi, ön kapsülün fragilitesidir. PES hastalarında kapsül yapısının incelmış ve elastikiyetini kaybetmiş olması, ön kapsül kesisi sırasında yırtılma riskini artırır. Özellikle kapsüloreksis sırasında kapsülün istenmeyen yönlerde doğru kaçması, cerrahinin kontrolünü zora sokabilir. Kapsülün yırtılması, fakoemülsifikasyon sırasında ultrasonik enerjinin lensin dışına yayılmasına neden olarak zonül lifleri ve kornea endoteli üzerinde olumsuz etkiler yaratabilir. Bu nedenle PES hastalarında kapsül kesisi daha dikkatli ve yavaş yapılmalı, gerektiğinde kapsül boyasını içeren tripan mavisi gibi boyalar kullanılarak cerrahi görüş artırılmalıdır (23).

Kornea endotel hücrelerinin hassasiyeti, PES'li bireylerde dikkatle izlenmesi gereken bir diğer cerrahi parametredir. Bu bireylerde oksidatif stres ve sistemik mikroiskemik süreçler nedeniyle kornea endoteli genellikle zayıflamış durumdadır. Fakoemülsifikasyon sırasında açığa çıkan ultrasonik enerji, intraoküler sıvı hareketleri ve ön kamara dengesizlikleri, endotel hücre kaybını daha da artırabilir. Cerrahi sırasında bu hasarı önlemek adına viskoelastik maddelerin etkin ve yeterli kullanımı büyük önem taşır. Ayrıca ameliyat süresinin mümkün olduğunca kısa tutulması önerilir. Endotel hasarı sonrası korneal ödem gelişmesi durumunda, postoperatif görsel iyileşme gecikebilir ve hastada görsel şikâyetler artabilir. Cerrahi sırasında karşılaşılan bir diğer ciddi komplikasyon, arka kapsül rüptürü ve vitreus kaybıdır. PES'in neden olduğu zonül instabilitesi ve kapsül fragilitesi, bu komplikasyonun gelişme riskini artırır. Rüptür sonrası GİL'in doğru pozisyona yerleştirilmesi güçleşir, hatta bazı durumlarda lens yerleştirilemeyebilir ve göz afakik kalabilir. Vitreus prolapsusu varsa, anterior vitrektomi kaçınılmaz hale gelir. Bu durum cerrahi sürenin uzamasına, cerrahi sonrası inflamasyonun artmasına ve görsel prognozun olumsuz etkilenmesine neden olur. Ayrıca, GİL'in yerleştirileceği alanın yetersiz olması durumunda, iris altı ya da skleral fiksasyon gibi alternatif tekniklere başvurulması gerekebilir. Bu teknikler ileri düzey cerrahi beceri gerektirir ve operasyon sürecini daha karmaşık hale getirir (22).

PES'li hastalarda cerrahi zorluklar yalnızca operasyon sırasında değil, ameliyat sonrasında da kendini göstermektedir. Bu hastalarda postoperatif inflamasyonun şiddeti daha

yüksek olabilir. Aynı zamanda GİL'in stabil kalması zaman zaman problem yaratabilir. PES'e bağlı zonül liflerinin zayıf olması, yerleştirilen lensin zamanla disloke olmasına veya subluksasyonuna neden olabilir. Bu durum görsel kalitenin düşmesine ve ikinci cerrahi müdahale gereksinimine yol açabilir. Ayrıca katarakt cerrahisi sonrası gelişen arka kapsül opasifikasyonu, PES'li hastalarda daha sık ve daha hızlı gelişmektedir. Bu da lazer kapsülotomi gerekliliğini doğurabilir. Ancak zonül desteği zayıf olan gözlerde bu işlemin de dikkatle planlanması ve uygulanması gerekir. PES'li bireylerde cerrahinin zorluklarının sadece teknik detaylarla sınırlı olmadığını kabul etmek gerekir. Bu hastaların genellikle yaşlı olması, eşlik eden sistemik hastalıklarının bulunması, ilaç etkileşimleri, operasyon korkusu ve iyileşme sürecine dair kaygılar cerrahi süreci insani boyutlarıyla da karmaşıktır. Hekim-hasta iletişiminin bu bağlamda önemi büyüktür. Cerrahiden önce hasta ve yakınlarına açık ve anlaşılır bilgiler verilmesi, cerrahinin riskleri ve olası komplikasyonlarının detaylı şekilde açıklanması hem hasta memnuniyetini hem de tedaviye uyumu artırır. Hastaların postoperatif dönemde yakından izlenmesi ve oluşabilecek sorunlara karşı hızlı müdahale edilmesi, uzun vadeli başarı açısından kritiktir. PES, katarakt cerrahisinde pek çok teknik ve klinik zorluğu beraberinde getiren kompleks bir tablodur. Zonül zayıflığı, pupil dilatasyonunun yetersizliği, kapsül fragilitesi ve endotel hassasiyeti gibi faktörler cerrahiye teknik açıdan riskli hale getirirken, postoperatif komplikasyonlar ve hasta memnuniyeti açısından da dikkatli bir yaklaşımı zorunlu kılar. Bu nedenle PES hastalarında cerrahi müdahale, yalnızca deneyimli cerrahlar tarafından ve kişiye özel planlama ile gerçekleştirilmelidir. Böylelikle hem görsel başarı oranı yükseltilir hem de cerrahi sürecin insani yönü daha sağlıklı yönetilmiş olur (26).

2.3. Fakoemülsifikasyon Cerrahisi

Göz hastalıklarının tedavisinde teknolojinin ilerlemesiyle birlikte cerrahi teknikler de evrim geçirmiş ve daha az invaziv, daha hızlı iyileşme sağlayan yöntemler ön plana çıkmaya başlamıştır. Bu gelişmelerin en dikkate değer olanlarından biri fakoemülsifikasyon cerrahisidir. Özellikle katarakt tedavisinde devrim niteliği taşıyan bu yöntem, yalnızca ameliyat sürecini değil, hasta memnuniyetini ve görsel iyileşme hızını da köklü şekilde değiştirmiştir. Geleneksel katarakt cerrahilerine kıyasla daha küçük kesilerle uygulanan ve göz içi dokuya minimal travma veren bu yöntem hem cerrah hem de hasta açısından pek çok avantaj barındırmaktadır. Modern göz cerrahisinin geldiği bu aşama, mikrocerrahi prensipleriyle bütünleşerek, daha öngörülebilir, daha güvenli ve daha etkili sonuçlar doğurmaktadır (24).

Fakoemülsifikasyon, temel olarak, göz içi doğal lensin opaklaşmış yapısının ultrasonik titreşimlerle parçalanarak küçük parçalara ayrılması ve ardından bu parçaların göz dışına alınması işlemidir. Bu teknikle gözün ön yüzeyinden çok küçük bir kesi yapılır ve bu kesiden ultrason enerjisi sağlayan prob içeriye yönlendirilir. Lensin merkezine odaklanan bu enerji, opaklaşmış katarakt materyalini sıvılaştırır ve ardından aspirasyon yoluyla dışarı çıkarılır. Bu işlem sırasında göz içi dengesini sağlamak ve dokuları korumak için viskoelastik maddeler kullanılır. Fakoemülsifikasyon sonrasında GİL aynı kesi hattından yerleştirilerek, görme fonksiyonunun yeniden kazandırılması sağlanır. Operasyonun tamamı genellikle 15-30 dakika içinde gerçekleştirilir ve hastalar çoğunlukla aynı gün taburcu edilir. Fakoemülsifikasyonun modern cerrahide bu denli yaygın ve tercih edilen bir yöntem haline gelmesinin arkasında pek çok neden yatmaktadır. Bu yöntem, özellikle cerrahi travmanın minimal düzeyde tutulmasını sağlaması açısından öne çıkar. Daha küçük kesi gerektirmesi, kornea astigmatizmasını azaltır ve iyileşme süresini hızlandırır. Ayrıca yara yeri kendiliğinden kapanabileceği için dikiş gereksinimi ortadan kalkar. Enfeksiyon riski azalır ve cerrahiden sonraki dönemde görme fonksiyonu hızla geri kazanılır. Cerrahlar açısından da operasyonun tekrarlanabilirliği ve kontrol edilebilirliği yüksektir. Ayrıca GİL yerleşiminin daha stabil ve merkezi olması da fakoemülsifikasyonun görsel sonuçlarını artırmaktadır. Özellikle yaşlı hastalarda ya da sistemik hastalıkları bulunan bireylerde cerrahi sürenin kısalığı ve cerrahi stresin düşük olması, bu yöntemi daha da cazip hale getirir (17).

Fakoemülsifikasyon cerrahisinin bir diğer önemli özelliği, cerrahi sırasında gelişebilecek komplikasyonların erken fark edilebilmesi ve müdahale edilebilirliğinin yüksek olmasıdır. Bu yöntemle yapılan ameliyatlarda ön segment yapılar daha net izlenebilir; ultrason enerjisinin kontrollü kullanımı ve modern göz içi irrigasyon sistemleri sayesinde cerrahi alan daha stabildir. Bu sayede arka kapsül rüptürü, zonül zayıflığı, vitreus prolapsusu gibi riskli durumlar cerrah tarafından daha erken fark edilip yönetilebilir. Aynı zamanda cerrahinin dikişsiz olması, ameliyat sonrası dönemde oluşabilecek inflamatuvar süreçlerin kontrol altına alınmasını kolaylaştırır. Hastanın postoperatif şikayetleri azalır ve cerrahiye bağlı görme kalitesi bozulmadan korunur. Fakoemülsifikasyonun uygulanabilirliği, lensin yapısı ve sertliğine bağlı olarak değişebilir. Özellikle ileri evre nükleer kataraktlarda lens materyali çok sert olduğundan, daha yüksek enerji gereksinimi doğar. Bu da göz içi dokular, özellikle kornea endotel hücreleri için risk oluşturabilir. Bu nedenle bu tip hastalarda cerrahin deneyimi büyük önem taşır. Öte yandan, PES gibi durumlar da fakoemülsifikasyonu teknik olarak daha zor hale getirebilir (3). Zonül liflerinin zayıflığı, pupil dilatasyonunun yetersizliği ve kapsülün

kırılgan yapısı gibi nedenler, cerrahinin özenli şekilde planlanmasını zorunlu kılar. Bu gibi durumlarda yardımcı cerrahi ekipmanların hazır bulundurulması, komplikasyonların önlenmesi açısından önemlidir. Bu bağlamda, fakoemülsifikasyonun teknik üstünlüklerinin yanında, her hasta için bireysel planlama yapılması gerektiği unutulmamalıdır. Hasta açısından bakıldığında fakoemülsifikasyon, cerrahiden sonra günlük hayata dönüş süresini ciddi şekilde kısaltır. Hastalar çoğu zaman ameliyattan sonraki bir ya da iki gün içinde net görüşe ulaşır ve görsel rehabilitasyon ihtiyacı minimal düzeyde olur. GİL'lerin kalitesi ve optik merkezlenmesinin daha yüksek olması da görme fonksiyonunun daha kaliteli şekilde geri dönmesini sağlar. Ayrıca cerrahi sonrası astigmatizma miktarının düşük kalması, gözlük bağımlılığını azaltarak hastanın yaşam kalitesini artırır. Özellikle yaşlı hastalarda bağımsız yaşam sürdürebilme açısından bu tür kazanımlar büyük önem taşır. Görsel konforun geri kazanılması, bireyin psikolojik iyilik haline de doğrudan katkı sağlar (13).

Bu cerrahinin psikososyal etkilerini de göz ardı etmemek gerekir. Kataraktla birlikte gelişen görme kaybı, yaşlı bireylerde bağımlılık hissini artırır, depresif semptomları tetikler ve sosyal izolasyona neden olabilir. Ancak fakoemülsifikasyon sonrası görme keskinliğinin yeniden kazanılması, bireyin yaşamla olan bağını güçlendirir. Kendi işlerini yapabilme, sosyal çevreyle tekrar etkileşime geçebilme ve daha aktif bir yaşam sürdürebilme duygusu, yalnızca fiziksel değil, ruhsal sağlığı da olumlu etkiler. Bu yönüyle fakoemülsifikasyon, yalnızca medikal değil, aynı zamanda insani bir kazanım sunar. Cerrahinin başarısı yalnızca optik sonuçlarla değil, hastanın yaşama yeniden katılım düzeyiyle de ölçülmelidir. Fakoemülsifikasyon cerrahisi, günümüzde katarakt tedavisinde altın standart haline gelmiş, güvenilirliği ve etkinliği yüksek bir yöntemdir. Gerek cerrahi teknikler açısından sağladığı avantajlar, gerekse hasta memnuniyetini artıran sonuçlarıyla, oftalmolojide modern cerrahinin vazgeçilmez bir parçası olmuştur. Bu yöntemin başarısı, cerrahin bilgi ve deneyiminin yanında, hastaya özel planlama yapılmasına da bağlıdır. Özellikle zor vakalarda, cerrahin tüm olasılıkları önceden değerlendirerek operasyonu yapılandırması, komplikasyon riskini en aza indirger. Hasta güvenliğini önceleyen, multidisipliner yaklaşımlar fakoemülsifikasyonun uzun vadeli başarı oranlarını artırır ve cerrahiyi yalnızca bir teknik işlem olmaktan çıkarıp insana değer veren bir tıbbi deneyime dönüştürür (1).

2.3.1.Fakoemülsifikasyonda zonül zayıflığı ve kapsül germe halkası kullanımı

Fakoemülsifikasyon cerrahisi sırasında en önemli yapısal elemanlardan biri zonül lifleridir. Zonüller, lensin yerinde sabit kalmasını sağlayan fibröz yapılar olarak, katarakt

ameliyatı sırasında lensin stabilitesini korumada kritik rol üstlenir. PES gibi patolojilerde zonül lifleri zayıflar veya kısmen kopar, bu da cerrahi esnasında lens kapsülünün stabilitesini kaybetmesine neden olur. Zonül zayıflığı varlığında, lensin yer değiştirmesi veya kapsülün yırtılması gibi ciddi komplikasyonlar ortaya çıkabilir. Bu durum, cerrahın operasyon stratejisini derinlemesine etkilemekle birlikte ameliyatın başarısını belirleyen faktörlerden biridir. Zonül zayıflığının cerrahi açıdan oluşturduğu zorluklar, özellikle lensin parçalanması ve çıkarılması sırasında ortaya çıkar. Fakoemülsifikasyonun yüksek enerjili ve titreşim gerektiren aşamalarında lens stabilitesinin olmaması, ultrasonik probun doğru şekilde yönlendirilmesini zorlaştırır. Ayrıca zonül zayıflığı nedeniyle oluşan instabilite, kapsülün ön veya arka tarafında yırtılmalara yol açabilir. Böyle durumlarda vitreus prolapsusu riski artar ve cerrahın ileri teknik bilgi ve tecrübesi devreye girer. Bu nedenle zonül zayıflığı varlığının önceden belirlenmesi, ameliyat öncesi planlamanın ayrılmaz bir parçası olmalıdır. Ultrasonografi, OKT gibi görüntüleme yöntemleri zonül durumunun değerlendirilmesinde yardımcı olabilir. Zonül zayıflığı durumunda kullanılan önemli yardımcı cihazlardan biri KGH'dir. Bu halkalar, yumuşak ve esnek yapılarıyla zonül destek mekanizmasının yetersiz kaldığı noktalara yerleştirilerek kapsül stabilitesini sağlar. KGH, lens kapsülünün bütünlüğünü korurken, zonül üzerindeki yükü azaltır ve cerrahın lens parçalarını güvenle çıkarabilmesine olanak tanır. Halkalar ön kapsül kenarları boyunca yerleştirilerek lens kapsülünün mekanik dayanıklılığını artırır. Böylece hem cerrahi sırasında hem de postoperatif dönemde lens implantının stabil kalması desteklenmiş olur. KGH kullanımı, cerrahın deneyimine bağlı olarak değişkenlik gösterse de günümüzde standart bir uygulama halini almıştır. Halkaların yerleştirilmesi sırasında dikkat edilmesi gereken en önemli husus, zonül hasarının daha fazla ilerlemesini önlemektir. Yanlış yerleştirme, kapsül yırtılması veya halkanın göz içinde yer değiştirmesine neden olabilir. Bu nedenle halkalar özel cerrahi tekniklerle ve mikroskop altında yerleştirilir. Ayrıca halkaların kullanımı cerrahi süreci uzatabilir ve cerrahi travmayı artırabilir; ancak uzun vadede lens stabilitesi ve görsel sonuçlar açısından büyük fayda sağlar (3, 9, 19).

Zonül zayıflığı ve KGH kullanımı, PES gibi hastalıklarda cerrahi başarının anahtarları arasında sayılır. Zonül destek mekanizmasının güçlendirilmesi, cerrahın ameliyat sırasında ve sonrasında komplikasyon riskini azaltmasına yardımcı olur. Bu da hastanın hızlı iyileşmesi, enfeksiyon riskinin düşmesi ve görsel fonksiyonun maksimum düzeyde korunması anlamına gelir. Ayrıca KGH varlığı, ileri cerrahi müdahalelere olan ihtiyacı azaltır ve hastanın yaşam kalitesini olumlu yönde etkiler. Fakoemülsifikasyon cerrahisinde zonül zayıflığı ile başa

çıkmak sadece mekanik çözümlerle sınırlı kalmaz cerrahın ameliyat planlamasında, enerji kullanımında ve operasyon süresi yönetiminde de hassas olması gerekir. Ultrason enerjisinin minimal düzeyde tutulması, lensin parçalanma tekniklerinin özenle seçilmesi ve kapsülün korunması stratejik öneme sahiptir. Aynı zamanda cerrahi sırasında ortaya çıkabilecek ani komplikasyonlara hızlı müdahale edebilme yeteneği cerrahın başarısını belirler. Bu nedenle zonül zayıflığı tespit edilen hastalarda, cerrahi deneyim ve ekipman yeterliliği en üst seviyede olmalıdır. Fakoemülsifikasyon cerrahisinde zonül zayıflığı önemli bir teknik engel olarak karşımıza çıkar ve KGH kullanımı bu engelin aşılmasında kritik bir rol oynar. Cerrahi başarının artırılması, komplikasyonların önlenmesi ve hastanın görsel fonksiyonunun korunması açısından bu iki kavram birbirini tamamlayan unsurlar olarak değerlendirilir. Bu nedenle modern katarakt cerrahisi, zonül yapısının korunmasına odaklanan ve kapsül stabilitesini sağlayan yöntemleri önceliklendirir. Böylece cerrahi sürecin zorlukları azaltılırken, hastaların yaşam kalitesi anlamlı ölçüde yükseltilmiş olur (3, 9, 19).

2.3.2.Katarakt cerrahisi teknikleri

Katarakt cerrahisinde uygulanan teknikler, teknolojinin gelişimi ve cerrahın deneyimi doğrultusunda çeşitlilik kazanmıştır. Başlangıçta kesici aletlerin ve büyük insizyonların kullanıldığı bu ameliyatlara, günümüzde minimal invaziv yaklaşımlarla daha hızlı, güvenli ve etkili hale gelmiştir. Fakoemülsifikasyon en yaygın ve tercih edilen teknik olmasına rağmen, cerrahiye hazırlık, lensin çıkarılması ve GİL'in yerleştirilmesinin farklı yollarla uygulanması, her hastanın klinik durumuna göre şekillenir. Cerrahın teknik seçimi, kataraktın tipi, sertliği, eşlik eden göz hastalıkları ve anatomik özelliklere bağlı olarak değişir. Fakoemülsifikasyon öncesinde kullanılan bazı geleneksel teknikler hala belirli durumlarda uygulanmaktadır. Ekstrakapsüler katarakt ekstraksiyonu (EKKE) yöntemi, lens çekirdeğinin bütün halinde çıkarıldığı, daha büyük insizyon gerektiren bir tekniktir. Bu yöntem genellikle ileri sertlikteki kataraktlarda tercih edilir ancak cerrahi travmanın fazla olması, iyileşme süresinin uzaması ve enfeksiyon riskinin artması gibi dezavantajlar taşır. Son yıllarda bu yöntem yerini daha az invaziv tekniklere bırakmıştır ancak bazı olgularda halen gereklidir. Mikrocerrahi teknikler, katarakt cerrahisinde küçük insizyonlarla daha az doku hasarı yaratmayı hedefler. Bu yaklaşımlar, cerrahi sonrası kornea astigmatizmasının azalmasını ve görme rehabilitasyonunun hızlanmasını sağlar. Günümüzde bu amaçla kullanılan fakoemülsifikasyon, ultrasonik enerji ile lensin parçalanmasını sağlayarak küçük bir kesiden işlem yapılmasına olanak verir. Ayrıca femtosaniye lazer destekli katarakt cerrahisi, son teknoloji uygulamalar arasında yer alır ve cerrahın hassasiyetini artırırken insan hatasını

minimize eder. Lazer teknolojisi, kapsül kesisi, lens parçalama ve pupil dilatasyonu gibi aşamalarda cerraha yardımcı olur (1).

Katarakt cerrahisinde GİL implantasyonu teknikleri de önemli bir yer tutar. Lensin kapsül içine doğru şekilde yerleştirilmesi, cerrahi başarının ve görsel sonucun ana belirleyicilerindendir. Lens implantlarının türü, materyali ve tasarımı, hastanın ihtiyaçlarına göre seçilir. Lensler, monofokal, multifokal veya torik özellikte olabilir ve hastanın görme ihtiyacına göre farklı avantajlar sağlar. Cerrahide lensin yerleştirilmesi sırasında zonül liflerinin sağlamlığı ve kapsülün durumu dikkate alınmalıdır. Bu nedenle zonül zayıflığı durumunda alternatif lens implantasyon teknikleri ve destek cihazları kullanılabilir. Katarakt cerrahisinde ameliyat sonrası komplikasyonların önlenmesi için cerrahın teknik becerisi kadar operasyonun titizlikle planlanması da önemlidir. Cerrahi esnasında dokuların korunması, enerji kullanımı, intraoküler sıvı dengesi ve mikroskopik görüş alanının korunması gibi faktörler komplikasyonları azaltır. Bunun yanında cerrahi sonrası dönemde hastanın düzenli takibi, inflamasyonun kontrolü ve enfeksiyon riskinin yönetilmesi gereklidir. Teknik seçimin doğru yapılması, cerrahi başarının devamlılığını sağlar. Katarakt cerrahisi teknikleri, hastanın bireysel gereksinimleri ve klinik özelliklerine göre şekillenmekte ve sürekli gelişmektedir. Fakoemülsifikasyon günümüzde en çok tercih edilen ve güvenilir yöntem olsa da cerrahın farklı teknikler konusunda donanımlı olması ve gerektiğinde alternatif yöntemlere başvurabilmesi cerrahi başarının anahtarıdır (26). Teknolojik yeniliklerle desteklenen bu cerrahi teknikler, hastaların yaşam kalitesini artırmayı ve görsel fonksiyonlarını en üst düzeye çıkarmayı amaçlar. Cerrah ile hasta arasındaki iletişim ve güven, cerrahi sürecin insani boyutunu güçlendirir ve başarılı sonuçların temelini oluşturur.

2.3.3.Fakoemülsifikasyon cerrahisinin prensipleri

Fakoemülsifikasyon cerrahisinin prensipleri, modern katarakt tedavisinde başarı ve güvenliği sağlayan temel unsurlardır. Bu prensipler, cerrahinin her aşamasında, ameliyat öncesinden başlayarak ameliyat sonrası bakım süreçlerine kadar geniş bir yelpazede uygulanır ve cerrahın hem teknik hem de klinik kararlarında yol gösterici olur. Fakoemülsifikasyon, göz içindeki opak lensin ultrasonik enerji ile parçalanıp emilmesini sağlayan minimal invaziv bir cerrahi yöntemdir. Bu yöntemin temelinde, dokulara minimum zarar verirken maksimum görsel fonksiyonun yeniden kazanılması hedeflenir. Dolayısıyla cerrahi prensipler hem biyomekanik hem de biyolojik açıdan titizlikle ele alınmalıdır (28).

Cerrahinin ilk ve en önemli prensiplerinden biri, operasyon alanının ve dokuların korunmasıdır. Gözün özellikle kornea endotel hücreleri, cerrahi sırasında ortaya çıkabilecek enerji ve mekanik travmalara karşı hassastır. Bu nedenle cerrah, ultrason enerjisinin dozunu ve süresini mümkün olan en düşük seviyede tutmak için hassas ayarlamalar yapar. Ayrıca göz içi viskoelastik maddelerin kullanımı, dokuların korunmasında kritik rol oynar. Bu maddeler, cerrahi alanın stabilizasyonunu sağlayarak lens kapsülünü destekler ve komşu dokulara zarar gelmesini engeller. Bu prensip, cerrahinin hem güvenliğini artırır hem de ameliyat sonrası komplikasyonların önlenmesine katkı sağlar. Cerrahi sırasında dokulara saygı göstermek ve göz içi yapıları korumak, fakoemülsifikasyonun temel ilkelerindendir. Korneada oluşturulan kesinin minimal boyutta olması, enfeksiyon riskini azaltırken hızlı iyileşmeye olanak tanır. Cerrahi esnasında oluşturulan kapsülöreksisin sağlam kalması, GİL'in doğru pozisyonda kalmasını mümkün kılar. Bu da görme kalitesini doğrudan etkileyen bir unsurdur. Arkakapsülün korunması, ayrıca vitreusun ön segmente ilerlemesini önleyerek olası komplikasyonları azaltır. Bu nedenle cerrahın, cerrahi kesiyi özenle yapması ve kapsül manevralarını dikkatle planlaması gerekir (12).

Enerji kullanımının kontrolü, fakoemülsifikasyonun bir diğer temel prensibidir. Ultrasonik probun oluşturduğu titreşimler, lensin parçalanmasını sağlarken aynı zamanda göz içi dokulara da zarar verebilir. Bu nedenle enerji seviyesi, lensin sertliğine ve cerrahi sürecin aşamasına göre ayarlanmalıdır. Günümüzde pek çok cihaz, enerji kullanımını otomatik olarak optimize eden modlar içermektedir. Bu teknolojiler cerrahi güvenliğini artırırken cerrahın iş yükünü de azaltır. Enerji kullanımının optimize edilmesi, kornea endotel hücre kaybını en aza indirir ve ameliyat sonrası görsel fonksiyonun korunmasına olanak tanır. Cerrahi sürecin hızının ve etkinliğinin artırılması da önemli bir prensiptir. Uzun süren ameliyatlarda hem cerrahi stresin hem de komplikasyon riskinin artmasına yol açabilir. Bu nedenle cerrahın cerrahi adımlarını planlı ve kontrollü biçimde yürütmesi gerekir. Fakoemülsifikasyonda, lens parçalarının küçük boyutlarda hazırlanması, ultrason enerjisinin verimli kullanılması ve aspirasyonun etkin yönetimi, ameliyat süresini kısaltır. Kısa süren cerrahiler, hasta konforunu artırır ve postoperatif dönemde hızlı iyileşme sağlar. Bu prensip, cerrahi etkinlik ile hasta güvenliğinin dengelenmesini öngörür. Fakoemülsifikasyonda kullanılan cerrahi tekniklerin standardizasyonu ve ekip çalışması, başarılı sonuçlar için vazgeçilmezdir. Cerrah, ameliyat ekibiyle uyum içinde çalışmalı, kullanılan cihazların fonksiyonlarını ve olası arızalarını iyi bilmeli, ameliyat sırasında ortaya çıkabilecek sorunlara karşı hazırlıklı olmalıdır. Bu prensip, cerrahi sırasında ortaya çıkabilecek komplikasyonların hızlı tanınmasını ve etkin müdahale

edilmesini mümkün kılar. Aynı zamanda ameliyat öncesi ve sonrası bakım süreçlerinin titizlikle planlanması da bu prensibin kapsamına girer. Hasta odaklı yaklaşım, fakoemülsifikasyon cerrahisinin en insancıl prensiplerinden biridir. Cerrah, hastanın genel sağlık durumu, göz yapısı ve beklentileri doğrultusunda ameliyat planını şekillendirir. Ameliyat öncesinde hastaya ayrıntılı bilgilendirme yapmak, endişelerini gidermek ve cerrahi sürecin gerçekçi sonuçlarını paylaşmak, hasta memnuniyetini artırır. Bu yaklaşım, cerrahi başarının sadece teknik bir sonuç olmadığını, aynı zamanda hastanın psikolojik ve sosyal iyiliğini de içerdiğini ortaya koyar. Hastanın sürece aktif katılımı, iyileşme sürecini olumlu etkiler (4, 22).

Cerrahi sonrası dönemin dikkatle takip edilmesi ve rehabilitasyonun planlanması da cerrahi prensiplerin devamıdır. Ameliyat sonrası inflamasyonun kontrolü, enfeksiyon riskinin minimize edilmesi ve hastanın görsel fonksiyonunun izlenmesi, cerrahinin başarısını pekiştirir. Postoperatif bakımın yeterli olması, komplikasyonların erken tespiti ve tedavisini mümkün kılar. Bu süreçte hasta ile cerrah arasındaki iletişim, hastanın tedaviye uyumunu artırır ve psikolojik destek sağlar. Böylece cerrahi sonuçların uzun vadeli başarısı güvence altına alınır. Fakoemülsifikasyon cerrahisinin prensipleri, teknolojinin ve tıbbi bilginin bir araya gelerek insan hayatına değer kattığı bir uygulama alanıdır. Bu prensipler, cerrahın deneyimiyle birleştiğinde hastaya en güvenli ve en etkili tedaviyi sunar. Her cerrahi adımda göz önünde bulundurulmuş kurallar, hastanın sadece görme kaybının tedavisinde değil, yaşam kalitesinin artırılmasında da önemli rol oynar. Bu nedenle cerrahın hem teknik bilgiye hem de insani değerlere hâkim olması, cerrahiye sadece bir operasyon değil, bir iyileşme yolculuğu haline getirir. Fakoemülsifikasyon cerrahisinin prensipleri, minimal invazivliği, dokulara saygıyı, enerji kullanımının kontrolünü, cerrahi etkinliği, ekip uyumunu ve hasta odaklı yaklaşımı içerir. Bu prensipler doğrultusunda yapılan cerrahiler, hastaların görme fonksiyonunu en üst düzeye çıkarırken, komplikasyonları en aza indirir. Cerrahi başarı, teknolojik gelişmelerin yanı sıra cerrahın bilgi ve deneyimiyle desteklendiğinde anlam kazanır. İnsan hayatına dokunan bu cerrahi yaklaşım, modern oftalmolojinin en önemli yapı taşlarından biridir (4, 22).

2.3.4. Komplikasyonsuz fakoemülsifikasyon cerrahisinin uygulama aşamaları

Komplikasyonsuz fakoemülsifikasyon cerrahisinin uygulama aşamaları, cerrahın deneyimi, kullanılan teknolojik donanım ve hastanın göz yapısının özellikleri doğrultusunda büyük özenle planlanır ve titizlikle uygulanır. Bu aşamalar, cerrahinin başarısını doğrudan

etkilerken hastanın ameliyat sonrası görsel fonksiyonunun korunmasına ve komplikasyonların önlenmesine olanak sağlar. Her ne kadar cerrahi teknikler arasında farklılıklar bulunsa da komplikasyonsuz bir cerrahi için temel süreçler arasında planlama, cerrahi hazırlık, intraoperatif uygulamalar ve postoperatif bakım yer alır. Bu süreçlerin birbirini tamamlayan ve dikkatle yürütülen bütünlüğü, fakoemülsifikasyonun etkinliğini ve güvenilirliğini artırır. Cerrahinin ilk aşaması olan preoperatif değerlendirme, ameliyatın başarıyla sonuçlanması için kritik öneme sahiptir. Bu dönemde hastanın göz anatomisi, kataraktın tipi ve derecesi detaylı şekilde incelenir. Görüntüleme yöntemleri ve biyometrik ölçümler kullanılarak GİL'inde doğru seçimi yapılır. Hastanın sistemik sağlık durumu da dikkate alınarak cerrahi için uygunluk değerlendirilir. Bu aşamada cerrahın hastayla ayrıntılı iletişim kurması, ameliyatın potansiyel riskleri ve beklenen sonuçları hakkında bilgi vermesi, hastanın ameliyata olan güvenini artırır(25). Planlama sürecinde ayrıca zonül durumunun ve göz içi yapılarının stabilitesinin değerlendirilmesi, cerrahi sırasında karşılaşılabilecek zorluklara hazırlıklı olunmasını sağlar. Cerrahi öncesi hazırlık, ameliyatın sorunsuz gerçekleşmesi için gereken steril ortamın sağlanmasını ve ekipmanların tam uyum içinde olmasını kapsar. Gözün sterilizasyonu, lokal anestezi uygulaması ve cerrahi alanın uygun şekilde düzenlenmesi bu aşamada yapılır. Ayrıca cerrahi sırasında kullanılacak viskoelastik maddeler, fakoemülsifikasyon cihazının ayarları ve GİL'lerin hazır bulundurulması önemlidir. Hazırlık süreci, cerrahın cerrahi sırasında karşılaşılabileceği olası komplikasyonlara hızlı müdahale edebilmesini kolaylaştırır. Bu aşamanın titizlikle yürütülmesi, ameliyat sırasında iş akışının kesintisiz devam etmesini sağlar (19).

İntraoperatif dönemde cerrahi, cerrahın becerisi ve teknolojinin desteğiyle dikkatle yürütülür. İlk olarak kornea üzerinde uygun büyüklükte ve konumda kesi açılır; bu kesi, cerrahinin minimal invaziv doğasını koruyacak şekilde tasarlanır. Daha sonra ön kapsülün açılmasıyla lense erişim sağlanır. Bu aşamada kapsülotomi işlemi, lens kapsülünün sağlamlığı ve ilerleyen işlemlerin etkinliği açısından büyük önem taşır. Kapsülün güvenli şekilde açılması, GİL'in doğru yerleştirilmesi için temel oluşturur. Kapsülotominin ardından lens intraoküler sıvılar yardımıyla kapsülden ayrılarak döndürülür, fakoemülsifikasyon cihazı kullanılarak lens ultrasonik enerji yardımıyla parçalanır ve aspire edilir. Bu işlem sırasında enerjinin kontrollü kullanımı, dokulara zarar gelmesini engeller ve cerrahinin güvenliğini artırır. Fakoemülsifikasyon sırasında lensin parçalanması ve aspirasyonu aşamalarında zonül stabilitesine dikkat edilir. Zonül zayıflığı varlığında cerrah, KGH gibi yardımcı araçları kullanarak lens kapsülünün stabilitesini sağlar. Bu sayede lensin tamamının güvenli

ıkarılması mümkün olur. Enerji kullanımının optimize edilmesi ve cerrahi aletlerin etkin yönetimi, operasyon süresinin kısılmasını sağlarken, komplikasyon riskini de azaltır. Cerrahin bu aşamada dikkatli ve sabırlı olması, göz içi dokuların korunmasında kritik rol oynar. Lensin çıkarılmasının ardından GİL implantasyonu gerçekleştirilir. Lensin doğru pozisyonda ve stabil şekilde yerleştirilmesi, ameliyatın görsel sonuçlarını belirler (8).

Cerrahinin son aşaması olan postoperatif bakım, ameliyat sonrası iyileşmenin sorunsuz ilerlemesini sağlar. Hastanın inflamasyon belirtileri, enfeksiyon riski ve görme keskinliği düzenli olarak takip edilir. GİB kontrolü ve uygun ilaç tedavileri ile cerrahi sonrası komplikasyonların önlenmesi hedeflenir. Hastanın ameliyat sonrası süreçte gözünü koruması, verilen ilaçları düzenli kullanması ve kontrollerini aksatmaması, iyileşmenin kalitesini etkiler. Bu nedenle cerrahın hastayı ameliyat sonrası süreç hakkında bilgilendirmesi ve sorularını yanıtlaması hasta açısından önemli bir destek unsuru olur. Komplikasyonsuz fakoemülsifikasyon cerrahisinin aşamaları, her biri kendi içinde karmaşık ve zen gerektiren süreçlerden oluşur. Bu süreçlerde cerrahın deneyimi, teknolojik araçların yeterliliği ve hastanın bireysel özellikleri göz önünde bulundurulur. Cerrahi ncesi doğru planlama, cerrahi esnasında titiz uygulama ve ameliyat sonrası etkili bakım, başarılı sonuçların temelini oluşturur. Her aşama, bir diğerini destekleyerek hastanın görme fonksiyonunun korunması ve yaşam kalitesinin artırılması için elzemdir. Bu nedenle cerrah ve hasta arasında kurulan güven, cerrahinin insani boyutunu güçlendiren ve sürecin başarısını artıran bir unsurdur. Komplikasyonsuz fakoemülsifikasyon cerrahisi, detaylı planlama, özenli cerrahi teknikler ve titiz postoperatif takip ile mümkün olur. Bu bütüncül yaklaşım, sadece cerrahi işlemin kendisini değil, hastanın tedavi yolculuğunu da kapsar. Cerrahın teknik bilgi ve deneyimi, teknolojinin desteği ve hastanın iş birliği ile cerrahi süreç anlam kazanır. Bu bütünlük içinde gerçekleştirilen cerrahiler, hastaların görsel sağlığını korurken yaşam kalitelerini yükselten önemli tıbbi müdahaleler olarak ön plana çıkar. İnsan odaklı bu cerrahi yaklaşım, modern oftalmolojinin temel taşlarından biridir (15).

2.4.Psdoeksfoliasyonlu Hastalarda Cerrahi Planlama ve zel Yaklaşımlar

PES'li hastalarda cerrahi planlama ve özel yaklaşımlar, katarakt cerrahisinde başarı ve komplikasyonların önlenmesi açısından kritik öneme sahiptir. PES, göz içindeki bağ dokuların, özellikle zonüllerin zayıflamasına ve yapısal bozukluklara yol açan karmaşık bir hastalık tablosudur. Bu durum, cerrahi sırasında hem teknik zorluklar yaratır hem de komplikasyon riskini artırır. Bu nedenle cerrahi sürecin her aşamasında dikkatli ve detaylı bir

planlama yapılması gerekir. Bu planlama süreci, hastanın bireysel özellikleri, gözün yapısal durumu ve PES'in şiddeti gibi faktörler göz önünde bulundurularak şekillendirilir. Cerrahi öncesi değerlendirme, PES'li hastalarda normalden daha kapsamlı olmalıdır. Zonül liflerinin sağlamlığının değerlendirilmesi, lens kapsülünün durumu, GİB seviyesi ve koroid ile retina yapılarının durumu detaylı şekilde incelenir. Bu inceleme için yüksek çözünürlüklü görüntüleme teknikleri ve biyometrik ölçümler kullanılır. Zonül zayıflığı, göz içi inflamasyon riski ve olası glokom gelişimi cerrahi planlamada önemli parametrelerdir. Ayrıca hastanın sistemik durumu, özellikle hipertansiyon, diyabet gibi hastalıklar cerrahi riskleri etkileyebilir (11). Cerrahin, bu veriler ışığında ameliyat stratejisini belirlemesi, başarılı sonuçlar için olmazsa olmazdır. Cerrahi teknik seçimi, PES'li hastalarda çok dikkatli yapılmalıdır. Fakoemülsifikasyonun en uygun yöntem olduğu kabul edilmekle birlikte, zonül desteğinin zayıf olduğu durumlarda cerrahi esnasında KGH kullanımı gibi destekleyici yöntemlerin planlanması gereklidir. Lens çıkarma sırasında enerjinin dikkatli kullanılması ve dokulara minimal zarar verilmesi temel hedeflerdendir. Ayrıca ön kapsül kesisinin boyutu ve şekli, cerrahın intraoperatif manevralarını kolaylaştıracak biçimde ayarlanmalıdır. Cerrahın, ameliyat sırasında oluşabilecek ani komplikasyonlara karşı hazırlıklı olması ve gerektiğinde alternatif tekniklere hızlıca geçebilmesi önemlidir. Cerrahi sırasında kullanılan ekipman ve materyaller, PES'li hastalar için özel olarak seçilmelidir (20). Viskoelastik maddeler, lens kapsülünü ve zonülleri koruyacak özellikte olmalı, cerrahın manipülasyonlarını kolaylaştırmalıdır. KGH gibi destekleyici cihazlar, zonül stabilitesini sağlamak ve kapsülün bütünlüğünü korumak amacıyla önceden planlanmalı ve gerektiğinde uygun şekilde yerleştirilmelidir. Cerrahi mikroskobunun yüksek çözünürlüklü olması, cerrahın ince yapıları net görmesini sağlar ve operasyonun güvenliğini artırır. Ayrıca cerrahi sırasında enerji ayarlarının hassas bir şekilde yapılması, dokuların korunmasını sağlar. Cerrahi sonrası bakım, PES'li hastalarda komplikasyonların erken tespiti ve önlenmesi açısından büyük önem taşır. Bu hastalarda inflamasyon ve glokom riski, cerrahinin hemen ardından artabilir. Bu nedenle sıkı takip programları uygulanmalı, hastanın GİB'ı düzenli olarak ölçülmeli ve gerekirse ilaç tedavisi başlanmalıdır. Enfeksiyon riskinin azaltılması için uygun antibiyotik kullanımı, inflamasyonun kontrolü için steroid tedavisi dikkatle planlanmalıdır. Hastanın ameliyat sonrası dönemde dikkatli izlenmesi, cerrahi başarının kalıcı olmasını sağlar (17).

PES'li hastalarda cerrahi yaklaşımda hastanın psikolojik durumu da göz önünde bulundurulmalıdır. Ameliyat öncesi bilgilendirme, hastanın beklentilerini gerçekçi düzeye çekmek ve cerrahi sürece olan güvenini artırmak açısından önemlidir. PES'in yarattığı

zorlukların ve cerrahi risklerin hastaya anlatılması, ameliyat sonrası dönemde iş birliğinin güçlenmesini sağlar. Ayrıca cerrah ile hasta arasında kurulan iletişim, hastanın ameliyat sonrası süreçte yaşadığı endişeleri azaltır ve iyileşme sürecine olumlu katkı sunar. PES'li hastalarda cerrahi planlama ve özel yaklaşımlar, multidisipliner bir anlayışla ele alınmalıdır. Cerrahin deneyimi, teknolojinin sunduğu imkanlar ve hastanın bireysel durumu birlikte değerlendirilerek, ameliyatın her aşaması titizlikle planlanmalı ve uygulanmalıdır. Zonül zayıflığı gibi yapısal sorunlara yönelik özel teknikler ve destek araçları kullanılarak komplikasyon riski minimize edilir. Cerrahi öncesi ve sonrası süreçlerde hasta ile etkili iletişim kurulması, ameliyatın insani boyutunu güçlendirir ve hastanın yaşam kalitesini artırır. Böylece PES'li hastalar, cerrahi sürecin zorluklarına rağmen başarılı ve güvenli bir şekilde katarakt tedavisinden faydalanabilir. Bu bütüncül yaklaşım, günümüz oftalmolojisinin hasta odaklı ve teknolojik gelişmeleri etkin kullanan anlayışını yansıtarak hem cerrahi hem de rehabilitasyon sürecinde yüksek başarı oranlarına ulaşılmasını sağlar. PES ile ilişkili cerrahi zorlukların üstesinden gelmek, cerrahın bilgi ve becerisi kadar, dikkatli planlama ve hasta yönetimi ile mümkün olur. Bu nedenle PES'li hastalarda cerrahi, sadece teknik bir müdahale değil, aynı zamanda hastanın bütünsel sağlık durumunu göz önünde bulunduran insancıl bir süreç olarak değerlendirilmelidir (26).

2.4.1.Cerrahi sonrası iyileşme süreci ve izlem protokolleri

Cerrahi sonrası iyileşme süreci ve izlem protokolleri, katarakt cerrahisi sonrasında hastaların görme fonksiyonunun maksimum düzeyde korunması ve olası komplikasyonların önlenmesi açısından büyük önem taşır. Özellikle PES'li hastalarda, cerrahi sonrası dönemin titizlikle yönetilmesi, cerrahi başarının kalıcı olmasını sağlar ve hastanın yaşam kalitesini olumlu yönde etkiler. Bu süreç, ameliyat sonrası ilk günlerden başlayarak uzun dönem takiplere kadar uzanan bir zaman dilimini kapsar ve multidisipliner bir yaklaşımı gerektirir. İzlem protokollerinin yapılandırılması, hastanın bireysel ihtiyaçları ve cerrahi özellikler göz önünde bulundurularak şekillendirilir. Cerrahi sonrası iyileşme sürecinin temelinde, göz içi inflamasyonun kontrolü ve enfeksiyon riskinin en aza indirilmesi yer alır. Ameliyat sonrası dönemde ortaya çıkabilecek inflamasyon, göz dokularında şişlik, ağrı ve görme kaybına yol açabilir. Bu nedenle cerrahi sonrası hastaya verilen anti-inflamatuvar ilaçların düzenli kullanımı hayati önemdedir. Topikal steroid ve non-steroid anti-inflamatuvar ilaçlar, inflamasyonun şiddetine ve hastanın yanıtına göre ayarlanır. İlaç tedavisinin yanı sıra, hastanın hijyen kurallarına dikkat etmesi ve enfeksiyon riskini artıran durumlar konusunda bilgilendirilmesi gerekir. Bu adımlar, cerrahi sonrası komplikasyonların önlenmesine büyük

katkı sağlar (7). GİB kontrolü, özellikle PES'li hastalarda cerrahi sonrası dönemde yakından izlenmelidir. PES'in doğal seyri gereği, GİB artış riski vardır ve cerrahi sonrası bu durum daha belirgin hale gelebilir. GİB yükselmesi, glokom gelişimi riskini artırır ve erken dönemde tespit edilip tedavi edilmezse kalıcı görme kaybına neden olabilir. Bu nedenle düzenli GİB ölçümleri, iyileşme sürecinin önemli bir parçasıdır. Gerekirse ilaç tedavisi ile basınç kontrol altına alınmalı, bazen cerrahi müdahale gerekebilir. İyileşme sürecinde görme keskinliğinin izlenmesi, cerrahi başarının değerlendirilmesinde temel parametrelerden biridir. Ameliyat sonrası ilk günlerde görme genellikle bulanık olabilir, ancak zamanla iyileşme beklenir. Düzenli görme ölçümleri, cerrahi sonrası komplikasyonların erken tanısını sağlar ve gerekirse müdahale edilmesine olanak tanır. Bu takiplerde hem hastanın subjektif şikayetleri hem de objektif muayene bulguları dikkate alınmalıdır. Görme keskinliğindeki değişiklikler, kornea ödemi, makula problemleri veya lens yerleşim sorunları gibi durumların erken saptanmasına yardımcı olur (16).

İzlem protokolleri, ameliyat sonrası dönem boyunca planlanmış kontrolleri içerir. İlk kontrol genellikle ameliyattan sonraki ilk 24-48 saat içinde yapılır ve cerrahi alanın durumu, inflamasyon ve GİB değerlendirilir. Sonraki kontroller, ameliyattan sonraki ilk hafta, ilk ay ve üç aylık periyotlarla devam eder. Bu kontrollerde cerrahi alanın iyileşme durumu, inflamasyon seviyesi, GİB ve görme fonksiyonu değerlendirilir. Protokol, hastanın bireysel durumuna göre esnek şekilde uyarlanabilir. Yüksek riskli hastalar daha sık kontrol edilirken, sorunsuz seyreden hastalarda kontroller arası mesafe artırılabilir. Ameliyat sonrası hasta eğitimi, iyileşme sürecinin etkin yönetiminde önemli rol oynar. Hastaya, ameliyat sonrası dönemde dikkat etmesi gerekenler, ilaçların kullanımı, gözünü koruma yöntemleri ve acil durumlarda ne yapması gerektiği ayrıntılı olarak anlatılır. Bu eğitim, hastanın ameliyat sonrası dönemde karşılaşılabileceği sorunları önceden bilmesini sağlar ve gerektiğinde hızlı müdahale edilmesine olanak tanır. Ayrıca hastanın psikolojik durumu üzerinde de olumlu etkiler yaratır, hastanın sürece aktif katılımını destekler. Cerrahi sonrası iyileşme süreci boyunca multidisipliner bir yaklaşım benimsenmelidir (3). Oftalmologun yanı sıra, gerekirse glokom uzmanı, retina uzmanı ve diğer sağlık profesyonelleri sürece dahil edilir. Bu sayede hastanın tüm potansiyel sorunları kapsamlı şekilde değerlendirilir ve en uygun tedavi stratejileri belirlenir. Multidisipliner bakım, özellikle PES hastaların karmaşık yapısı nedeniyle tedavi başarısını artırır ve komplikasyonların önüne geçer. Uzun dönem izlem, cerrahi sonrası başarıyı kalıcı kılmak açısından önem taşır. PES, progresif bir hastalık olduğu için cerrahi sonrası dönemde bile göz içi yapılarındaki dejenerasyon devam edebilir. Bu nedenle hastanın

yıllık veya daha sık aralıklarla değerlendirilmesi, yeni gelişen sorunların erken fark edilmesini sağlar. Özellikle GİB ve zonül stabilitesi uzun vadede izlenmelidir. Bu yaklaşım, hastanın görme sağlığının korunmasında kritik rol oynar (6).

Cerrahi sonrası iyileşme süreci ve izlem protokolleri, katarakt cerrahisinin başarılı sonuç vermesinde belirleyici unsurlardır. Bu süreç, inflamasyonun kontrolünden GİB düzenlenmesine, görme fonksiyonunun izlenmesinden hastanın bilgilendirilmesine kadar geniş bir yelpazede dikkat gerektirir. PES'li hastalarda bu protokollerin daha özenli ve sıkı uygulanması, komplikasyon riskinin azaltılmasını ve cerrahi başarının kalıcı olmasını sağlar. İnsan odaklı yaklaşımın ön planda tutulduğu bu süreç, hastaların cerrahi sonrası yaşam kalitesini yükselten temel bir unsurdur. Bu bütüncül iyileşme ve izlem yaklaşımı, modern oftalmolojinin hasta merkezli tedavi anlayışını yansıtarak, hastaların sağlık yolculuğunda cerrah ve hasta arasında güçlü bir iş birliği kurulmasını sağlar. Bu sayede cerrahi başarı sadece teknik bir sonuç değil, aynı zamanda hastanın yaşam kalitesine olumlu katkı yapan kapsamlı bir iyileşme süreci olarak anlam kazanır (14).

2.4.2.Koroid ve retinal yapıların cerrahi sonrası değişiklikleri

Koroid ve retinal yapıların cerrahi sonrası değişiklikleri, özellikle PES'li hastalarda katarakt cerrahisinin etkilerini anlamak açısından büyük önem taşır. Cerrahi müdahaleler, göz içi anatomisinde hem mikroskobik hem de makroskobik düzeyde çeşitli fizyolojik ve yapısal değişikliklere neden olabilir. Bu değişiklikler, görme fonksiyonunun iyileşmesinden komplikasyon gelişimine kadar geniş bir yelpazede etkiler yaratabilir. Özellikle koroid ve retina gibi hassas yapılar, cerrahi sonrası dönemde farklı reaksiyonlar göstererek iyileşme sürecini ve cerrahi başarısını belirler. Cerrahi sonrası koroid tabakasında meydana gelen değişiklikler, öncelikle cerrahi travmaya bağlı inflamatuvar yanıtla ilişkilidir. Fakoemülsifikasyon gibi minimal invaziv tekniklerde dahi göz içi dokularında mikro düzeyde inflamasyon oluşabilir. Bu inflamasyon, koroid damarlarında permeabilite artışına ve dolayısıyla koroidal kalınlıkta geçici değişimlere yol açabilir. Koroid kalınlığındaki bu değişiklikler, cerrahi sonrası dönemde sıklıkla gözlenir ve genellikle birkaç hafta içinde normale döner. Ancak psödoeksfolyasyon gibi sistemik ve lokal dokular üzerinde dejeneratif etkisi olan hastalıklarda, bu iyileşme süreci daha karmaşık olabilir ve kalıcı yapısal değişikliklere zemin hazırlayabilir. Retinal yapılar da cerrahi sonrası dönemde çeşitli değişikliklere maruz kalabilir. Özellikle makula bölgesindeki retina tabakaları, cerrahi travma, inflamasyon ve GİB dalgalanmalarından etkilenir. Bu durum, cerrahi sonrası maküler ödem,

retinal kalınlık değişiklikleri ve mikrodamarsal bozukluklar şeklinde kendini gösterebilir. Maküler ödem, cerrahi sonrasında görme keskinliğinde azalmaya neden olabilir ve cerrahın erken dönemde tanı koyup müdahale etmesi gereklidir. Retinal kalınlık ve yapısal btnlkteki değişiklikler, genellikle optik koherens tomografi (OKT) gibi ileri görüntüleme yöntemleriyle takip edilir ve tedaviye yön verir (16).

Cerrahi sonrası koroid ve retina arasındaki etkileşim, iyileşme sürecinin dinamik bir parçasıdır. Koroidin besleyici fonksiyonu ve retina ile olan fizyolojik bağlantısı, cerrahi sonrası dokuların yeniden organizasyonu ve fonksiyonel düzelme için kritik öneme sahiptir. Koroidal kalınlık değişiklikleri, retina pigment epitel tabakasını ve fotoreseptörleri etkileyerek görme fonksiyonunda geçici veya kalıcı değişimlere yol açabilir. Bu nedenle cerrahi sonrası dönemde her iki yapının da dikkatle izlenmesi, cerrahi başarının sürekli liği açısından gereklidir. PES'li hastalarda bu değişiklikler, hastalığın yol açtığı zonül zayıflığı ve dokuların yapısal hassasiyeti nedeniyle daha belirgin ve komplike olabilir. Koroid ve retina üzerindeki inflamatuvar süreçler daha yoğun seyredebilir, dokuların iyileşme kapasitesi sınırlanabilir ve cerrahi sonrası komplikasyon riski artabilir. Bu durum, cerrahın ameliyat öncesi ve sonrası süreçlerde bu yapıların durumunu titizlikle değerlendirmesini gerektirir. Hastanın bireysel özelliklerine göre planlanan cerrahi ve takip protokolleri, bu yapısal değişikliklerin olumsuz etkilerini azaltmayı hedefler (17).

Güncel araştırmalar, koroid ve retinal yapılar üzerindeki cerrahi etkilerin uzun vadeli sonuçlarını inceleyerek, komplikasyonların önlenmesi ve iyileşmenin desteklenmesi için yeni stratejiler geliştirmektedir. Özellikle görüntüleme teknolojilerindeki gelişmeler, cerrahi sonrası bu yapıların ayrıntılı değerlendirilmesine olanak tanımakta ve cerrahların müdahale zamanını ve yöntemini optimize etmelerine yardımcı olmaktadır. Bu sayede, cerrahi sonrası koroid ve retina değişiklikleri daha erken tespit edilmekte ve etkili tedavi yaklaşımları geliştirilmektedir. Koroid ve retinal yapıların cerrahi sonrası değişiklikleri, katarakt cerrahisinin başarısını ve hastanın görme fonksiyonunu doğrudan etkileyen önemli bir konudur. Bu değişikliklerin takibi ve yönetimi, özellikle PES'li hastalarda daha hassas ve kapsamlı olmalıdır. Cerrahın, cerrahi öncesi değerlendirmede bu yapıların durumunu doğru analiz etmesi ve ameliyat sonrası dönemde düzenli izlem yapması, komplikasyonların nlenmesine ve iyileşme sürecinin desteklenmesine olanak sağlar. Böylece hastaların görsel sağlıkları korunur ve yaşam kaliteleri artırılır. İnsan odaklı bu yaklaşım, modern oftalmolojinin temel ilkeleri arasında yer alır ve cerrahi müdahalelerin başarısını kalıcı kılar (20).

2.4.3.Oküler yüzey ve refraktif sonuçlar

Oküler yüzey ve refraktif sonuçlar, katarakt cerrahisi sonrası hastaların görsel fonksiyonları üzerinde doğrudan etkili olan önemli unsurlardır. Cerrahi müdahalelerin sadece lens yapısını değil, aynı zamanda gözün dış yüzeyini ve optik sistemini de etkileyebileceği bilinmektedir. Bu nedenle cerrahi sonrası dönemde oküler yüzey sağlığının korunması ve refraktif sonuçların optimize edilmesi, hastanın yaşam kalitesini belirleyen temel faktörler arasında yer alır. Özellikle PES gibi karmaşık göz hastalıklarında bu unsurların titizlikle değerlendirilmesi, cerrahi başarının sürdürülebilirliği için büyük önem taşır.Oküler yüzey, kornea, konjunktiva, göz kapakları ve gözyaşı filmi gibi yapıların bütüncül işlevini ifade eder. Katarakt cerrahisi sırasında bu yapıların bazıları geçici olarak etkilenebilir. Cerrahi insizyonlar, ışık ve cerrahi aletlerin kullanımı oküler yüzeyde inflamasyon ve irritasyona yol açabilir. Bu durum, hastalarda ameliyat sonrası dönemde kuru göz şikayetlerinin ortaya çıkmasına neden olabilir. Kuru göz sendromu, görme kalitesini düşürürken hastanın konforunu da olumsuz etkiler. Cerrahi öncesi oküler yüzeyin değerlendirilmesi, mevcut kuru göz veya yüzey bozukluklarının saptanması ve ameliyat sonrası dönemde uygun tedavilerin uygulanması, bu problemlerin önlenmesi açısından önemlidir. Refraktif sonuçlar, cerrahi sonrası hastanın net ve kaliteli görme elde etmesiyle ilgilidir. Katarakt cerrahisinde GİL seçimi ve yerleştirilmesi, optik sistemdeki kırma gücünü belirler ve hastanın refraktif hata yaşama olasılığını etkiler. PES'li hastalarda zonül zayıflığı ve kapsül stabilitesindeki problemler, lensin ideal pozisyonuna yerleşmesini zorlaştırabilir ve bunun sonucu olarak refraktif sapmalar ortaya çıkabilir. Bu durum, hastanın ameliyat sonrası görme keskinliğini ve görsel konforunu azaltabilir. Cerrahin bu riskleri ameliyat öncesi değerlendirmede göz önünde bulundurması ve gerekli önlemleri alması gereklidir (8).

Oküler yüzeydeki değişiklikler ile refraktif sonuçlar arasındaki ilişki, cerrahi sonrası iyileşme sürecinin dinamik bir parçasıdır. Örneğin, oküler yüzeyde oluşan inflamasyon veya kuru göz durumu, kornea yüzeyinde düzensizliklere yol açarak kırma kusurlarını artırabilir. Bu da hastanın net görüşünde dalgalanmalara ve görsel rahatsızlıklara neden olur. Refraktif sonuçların optimize edilmesi için oküler yüzey sağlığının korunması ve gerektiğinde tedavi edilmesi elzemdir. Böylece hastanın hem net hem de konforlu görmesi sağlanabilir. Cerrahi sonrası dönemde uygulanan izlem protokolleri, oküler yüzey ve refraktif sonuçların değerlendirilmesini içerir. Hastaların düzenli olarak muayene edilmesiyle yüzey hastalıkları erken dönemde saptanabilir ve tedaviye başlanabilir. Refraktif sapmaların belirlenmesi için görme keskinliği ölçümleri, keratometri ve topografi gibi objektif testler yapılır. Bu

değerlendirmeler ışığında gerekirse hastaya ilave tedavi yöntemleri veya refraktif düzeltmeler önerilebilir. İzlem sürecinin bu yönü, cerrahi başarının kalıcı ve tatmin edici olmasını destekler (27).

PES'li hastalarda oküler yüzeyin cerrahiye olan hassasiyeti ve refraktif sonuçlardaki değişkenlik, cerrahın ameliyat öncesi planlama ve ameliyat sonrası takipte özel dikkat göstermesini gerektirir. Bu hastalarda yüzey bozuklukları daha sık görülebilir ve lens stabilitesindeki sorunlar refraktif sonuçların öngörülebilirliğini azaltabilir. Cerrahi stratejiler, bu zorluklara uygun olarak uyarlanmalı ve hastaya kişiselleştirilmiş bakım sunulmalıdır. Ayrıca hastanın ameliyat sonrası dönemde oküler yüzey sağlığını destekleyecek yaşam tarzı değişiklikleri ve tedaviler konusunda bilgilendirilmesi önemlidir. Oküler yüzey ve refraktif sonuçlar, katarakt cerrahisinin multidisipliner ve bütüncül değerlendirilmesi gereken önemli bileşenlerindendir. Cerrahi öncesi doğru değerlendirme, intraoperatif titizlik ve postoperatif izlem, bu unsurların optimal şekilde yönetilmesini sağlar. PES'li hastalarda bu süreçler daha karmaşık ve özen gerektirir. Ancak doğru planlama ve hasta odaklı yaklaşımla, cerrahi sonrası dönemde hem oküler yüzey sağlığı korunabilir hem de refraktif sonuçlar maksimize edilebilir. Bu da hastanın yaşam kalitesini ve görsel memnuniyetini artıran temel unsurlar arasında yer alır. İnsan odaklı yaklaşımın ön planda tutulduğu bu süreç, modern göz cerrahisinin başarısını pekiştiren temel bir bileşen olarak değerlendirilir (6).

2.5. Koroid ve Retinal Yapıların İncelenmesi Yöntemleri

Koroid ve retinal yapıların detaylı incelenmesi, oftalmolojide hem hastalıkların tanısı hem de tedavi planlaması açısından kritik bir öneme sahiptir. Gözün arka segmentinde yer alan bu yapılar, özellikle PES gibi dejeneratif hastalıklarda önemli değişikliklere uğrayabilir. Bu nedenle, günümüzde çok çeşitli görüntüleme yöntemleri geliştirilmiş ve klinik uygulamalarda aktif olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemler, yapısal detayları yüksek çözünürlükte ortaya koyabilmekte hem hastalığın evresini belirlemede hem de cerrahi sonrası sürecin takibinde etkin rol oynamaktadır. Koroid ve retina tabakalarının kalınlığı, damar yapısı ve fonksiyonel durumu gibi parametreler bu yöntemlerle ölçülebilmekte, hastalıkların dinamik takibi mümkün hale gelmektedir (19).

İnceleme teknikleri temel olarak non-invaziv ve invaziv kategorilere ayrılabilir. Non-invaziv yöntemler arasında en çok tercih edilenler optik koherens tomografi (OKT), fundusauotofloresan (FAF) görüntüleme ve göz dibi fotoğrafçılığıdır. Bu teknikler, özellikle minimal risk ve hızlı uygulama avantajları sayesinde günlük klinik pratikte yaygın biçimde

kullanılır. Diğer yandan, invaziv yöntemler arasında fundus anjiyografi (FA) gibi damar yapılarını detaylı incelemek için kullanılan teknikler bulunur. Koroid ve retina üzerindeki patolojik değişikliklerin daha kapsamlı olarak ortaya konması amacıyla, bu yöntemlerin kombine kullanımı önerilmektedir. Böylece her bir yöntemin sunduğu avantajlar birleştirilerek daha doğru ve güvenilir tanımlar konulabilmektedir. Bu yöntemlerin seçimi ve uygulanması hastanın klinik durumuna, incelenmesi gereken yapıların özelliklerine ve elde edilmek istenen bilginin türüne bağlı olarak değişir. PES gibi yapısal bozuklukların eşlik ettiği katarakt hastalarında cerrahi öncesi koroid ve retinal yapının detaylı analiz edilmesi, olası cerrahi zorlukların öngörülmesi açısından vazgeçilmezdir. Ayrıca cerrahi sonrası dönemde yapılacak görüntülemelerle yapısal değişikliklerin takip edilmesi, komplikasyonların erken saptanmasını sağlar. Bu kapsamda, OKT gibi ileri teknolojiler hem koroid hem de retina tabakalarının mikrometre düzeyinde incelenmesine olanak tanır ve klinik karar süreçlerini destekler (21).

2.5.1. Optik koherens tomografi (OKT)

OKT, göz hastalıklarının tanı ve takibinde devrim yaratan ileri bir görüntüleme yöntemidir. Özellikle retina ve koroid gibi gözün arka segment yapılarının detaylı analizini sağlayan OKT, non-invaziv yapısı ve yüksek çözünürlükte görüntü sunması nedeniyle klinik oftalmolojide standart hale gelmiştir. Bu teknoloji, ışığın dokulardan yansıma sürelerine dayalı olarak doku kesitleri oluşturur ve milimetrenin çok altındaki detayları gösterebilir. Bu özellik, hastalıkların erken evrelerinde bile mikroskopik değişikliklerin tespit edilmesine olanak verir. Böylece hastaların görsel fonksiyonlarının korunması ve cerrahi başarıların artırılması için önemli bir araç olarak öne çıkar. OKT'nin temel prensibi, düşük koherensli ışığın doku katmanlarından geri yansımasıdır. Bu yansımalar, interferometrik yöntemlerle işlenerek kesitsel görüntüler oluşturur. İlk uygulamaları 1990'larda başlayan OKT, zaman içinde teknolojik gelişmelerle hızla evrilmiştir. Spektral domain ve swept-source OKT gibi ileri nesil cihazlar hem görüntüleme hızını artırmış hem de çözünürlüğü yükseltmiştir. Swept-source OKT, özellikle koroid tabakasının daha derin kesitlerini sağlayarak bu yapının vasküler ve morfolojik özelliklerinin ayrıntılı incelenmesini mümkün kılmıştır. Bu gelişmeler, psödoeksfolyasyon gibi kompleks patolojilerde cerrahi öncesi ve sonrası takibin güvenilirliğini artırır (11).

OKT, retina katmanlarının her birini ayrı ayrı değerlendirme yeteneği ile klinik pratiğe büyük katkı sağlar. Maküler ödem, epiretinal membranlar, retinal dejenerasyon ve glokom gibi hastalıklarda retina sinir lifi tabakasının (RSLT) incelenmesi OKT ile mümkün olur. PES olan hastalarda, zonül liflerindeki zayıflama ve kapsül bütünlüğündeki değişiklikler cerrahi riskleri artırırken, OKT görüntüleri bu yapısal anormalliklerin tespit edilmesinde önemli rol oynar. Cerrahlar bu sayede ameliyat stratejilerini hastanın özel durumu doğrultusunda şekillendirebilir ve komplikasyonları minimize edebilir. Koroid kalınlığı ve vaskülaritesi OKT ile ölçülebilen önemli parametrelerdir. Koroid tabakası, retina için kritik bir beslenme ve destek ağıdır; dolayısıyla koroidvaskülaritesindeki değişiklikler görme fonksiyonunu doğrudan etkiler. Özellikle inflamatuvar durumlar veya cerrahi sonrası dönemde koroid kalınlığında artış ya da azalma gözlemlenebilir. Swept-source OKT teknolojisi sayesinde, koroid damarlarının haritalanması ve mikrovasküler yapının izlenmesi mümkün hale gelmiştir. Bu gelişmeler, hastaların daha hassas ve kişiye özel tedavi planları ile yönetilmesini sağlar (16).

OKT'nin klinik uygulamalarında elde edilen verilerin yorumlanması, deneyim ve uzmanlık gerektirir. Görüntülerdeki katman kalınlıkları, doku yoğunlukları ve ışık geçirgenliği analizleri, hastalığın tipine ve evresine göre farklılık gösterir. Ayrıca, cerrahi sonrası doku iyileşmesi veya komplikasyonların izlenmesinde OKT'nin sağladığı sürekli ve objektif veri akışı, takip protokollerinin etkinliğini artırır. PES'li hastalarda bu süreç, zonül liflerinin yapısal zayıflığı ve koroid değişiklikleri gibi sorunların erken dönemde belirlenmesini sağlayarak görme kaybını önlemeye yardımcı olur. Teknolojik ilerlemelerle birlikte OKT cihazları daha kompakt, hızlı ve kullanıcı dostu hale gelmiştir. Bu durum, cihazın klinik uygulamadaki erişilebilirliğini artırmış, böylece daha geniş hasta kitlesine hizmet verilmesine olanak sağlamıştır. Ayrıca OKT görüntüleri, bilgisayar destekli analizlerle desteklenerek yapay zekâ tabanlı değerlendirme sistemleri geliştirilmiş, bu da tanı ve takip süreçlerini daha objektif ve hızlı kılmıştır. Bu gelişmeler, modern oftalmolojinin hasta odaklı yaklaşımını güçlendiren unsurlar arasında yer alır (14).

OKT'nin bazı sınırlılıkları da göz önünde bulundurulmalıdır. Göz hareketleri, kötü gözyaşı filmi kalitesi veya cerrahi sonrası oluşan doku düzensizlikleri görüntü kalitesini etkileyebilir. Ayrıca, OKT ile elde edilen kesitsel görüntüler, bazı durumlarda diğer görüntüleme yöntemleri ile desteklenmelidir. Multimodal görüntüleme yaklaşımları, koroid ve retina yapılarının bütüncül değerlendirilmesi için önemlidir. Bu sayede, klinik tanı ve tedavi sürecinde hataların azaltılması ve hasta güvenliğinin artırılması sağlanır. OKT, koroid ve

retinal yapıların incelenmesinde modern göz hekimliğinin vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir. Yüksek çözünürlükte ve non-invaziv görüntüleme imkânı sunması, özellikle PES gibi kompleks hastalıklarda cerrahi öncesi ve sonrası değerlendirmelerin doğruluğunu artırmaktadır. Bu teknoloji, hastaların görme fonksiyonlarının korunması ve iyileştirilmesinde cerrah ve klinisyenlere güçlü bir araç sağlar. İnsan odaklı yaklaşımın gerekliliğini bilen tıp camiası için OKT, teknoloji ve şefkatin birleştiği bir köprü gibidir. Hastaların yaşam kalitesini artırmayı hedefleyen bu yöntem, tıbbın ilerleyişinde önemli bir kilometre taşıdır. Böylece, OKT sadece bir görüntüleme yöntemi olmanın ötesinde, hastaların görsel dünyalarına dokunan, onları daha iyi anlayan ve tedavi eden bir teknolojik ve insani yaklaşıma dönüşmüştür. Klinik pratikte sağladığı avantajlarla, göz sağlığı alanında hem bugünün hem de geleceğin umut vaat eden yöntemlerinden biri olmaya devam edecektir (9).

2.5.2.FundusFluorescein Anjiyografi (FFA)

FundusFluorescein Anjiyografi (FFA) ya da kısaca Fluorescein Anjiyografi (FA), retinal ve koroidal damar yapılarının detaylı incelenmesini sağlayan invaziv bir görüntüleme yöntemidir. Göz hastalıklarının tanı, tedavi planlaması ve takibinde kritik bir araç olarak kabul edilen bu teknik, özellikle vasküler patolojilerin değerlendirilmesinde vazgeçilmezdir. PES gibi göz içi yapılarında dejeneratif ve vasküler değişikliklerin görüldüğü durumlarda FFA, damarların yapısı, geçirgenliği ve dolaşım dinamikleri hakkında ayrıntılı bilgi sağlar. Bu özellikleri nedeniyle cerrahi öncesi ve sonrası dönemde koroid ve retina damarlarının değerlendirilmesinde önemli bir rol üstlenir. FFA'nin temelinde, intravenöz yolla uygulanan fluorescein adlı floresan boya vardır. Bu boya, gözün damar sistemine hızla ulaşır ve özel bir kamera sistemi ile retina ve koroid damarlarında yayılımı kaydedilir. Işık altında floresan madde parlaklık kazanarak damar ağının haritalanmasını mümkün kılar. Bu sayede damar geçirgenliği, kapiller kaçaklar, non-perfüzyon alanları, neovaskülarizasyon gibi patolojik bulgular net biçimde gözlemlenir. FFA, retina damar hastalıklarında ve inflamatuvar süreçlerde kritik tanı ve takip aracı olarak kullanılırken, PES'li hastalarda cerrahi risk değerlendirmesinde ek bilgiler sunar. Tekniğin uygulanması sırasında hasta intravenöz yolla fluorescein enjeksiyonu alır ve ardından seri olarak çekilen fundus fotoğrafları ile damarların dinamik görüntüleri elde edilir. Bu işlem genellikle 10-15 dakika sürer ve non-invaziv tekniklere kıyasla biraz daha dikkat gerektirir. Bazı hastalarda alerjik reaksiyon riski ve nadiren daha ciddi yan etkiler görülebilir. Bu nedenle uygulama öncesi hasta ayrıntılı şekilde bilgilendirilir ve uygun önlemler alınır. Klinik pratiğin deneyimli ellerde yürütülmesi, yan etkilerin minimize edilmesinde kritik önem taşır (16).

FFA'nın klinik uygulamaları oldukça geniştir. Diyabetik retinopati, yaşa bağlı makula dejenerasyonu, retinal ven tıkanıklıkları, inflamatuvar retinal hastalıklar gibi pek çok durumun değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. PES'li hastalarda ise zonül liflerinde oluşan zayıflık ve koroidvasküleritesindeki değişikliklerin görsel vasküler karşılıkları araştırılabilir. Bu sayede cerrahi öncesi vasküler riskler daha iyi anlaşılır ve ameliyat stratejileri buna göre planlanabilir. Cerrahi sonrası ise damarsal yapıdaki iyileşme ya da patolojik ilerleme takip edilir. Teknik, retina ve koroid damarlarının geçirgenliği ve dolaşım özelliklerini detaylandırması açısından OKT gibi diğer görüntüleme yöntemlerinden ayrılır. OKT angiografi (OKTA) gibi non-invaziv damar görüntüleme teknikleri geliştirilmiş olsa da FFA'nın sağlamış olduğu dinamik bilgi ve damar kaçaklarının gösterimi halen çok değerlidir. Bu nedenle bazı klinik durumlarda FFA'nın yerini doldurması güçtür. Özellikle damar geçirgenliğinin ve sızıntıların kesin tespiti gereken vakalarda FFA öncelikli tercih olarak kalmaktadır. FFA'nın yorumlanması, deneyim ve bilgi birikimi gerektiren bir süreçtir. Görüntülerdeki renk değişiklikleri, parlaklık yoğunlukları ve zamanlamalar dikkatle değerlendirilmelidir. Kapiller sızıntılar, non-perfüzyon alanları ve yeni damar oluşumları gibi bulguların doğru tespiti, hastalığın evrelemesi ve tedavi yönlendirilmesi açısından hayati öneme sahiptir. Özellikle PES'li hastaların cerrahi süreçlerinde bu bulguların titizlikle izlenmesi, komplikasyon riskinin azaltılmasına katkı sağlar (2).

Teknolojik gelişmeler FFA cihazlarının performansını artırırken, görüntülerin dijital olarak işlenmesi ve analiz edilmesi de kolaylaşmıştır. Bu sayede daha objektif ve nicel değerlendirmeler yapılabilmekte, tedaviye yanıt daha hassas takip edilebilmektedir. Klinik pratikte FFA'nın bu modern versiyonları hem hasta konforunu artırmakta hem de klinisyenlerin iş yükünü azaltmaktadır. Ancak her teknoloji gibi, FFA'nın da uygulanması ve yorumlanması sırasında dikkatli olunmalı, hasta güvenliği ön planda tutulmalıdır. FFA, koroid ve retinal damar yapılarının detaylı dinamik analizini sağlayan güçlü bir görüntüleme yöntemidir. PES gibi vasküler değişikliklerin görüldüğü hastalıklarda cerrahi öncesi ve sonrası değerlendirmelerde hayati bilgiler sunar. Hem tanı hem de takip süreçlerinde bu yöntemin sunduğu zengin vasküler veriler, tedavi başarısını artırır ve hastaların görme fonksiyonunun korunmasına destek olur. İnsan odaklı sağlık hizmetlerinde, FFA gibi ileri teknolojilerin bilinçli ve dikkatli kullanımı, hastaların yaşam kalitesini yükseltmenin anahtarıdır. Bu bağlamda, FFA sadece bir görüntüleme aracı olmanın ötesinde, hastanın görme sağlığını koruma yolunda hekim ve hasta arasında kurulan önemli bir iletişim köprüsüdür. Klinik kararların güçlendirilmesinde ve kişiye özel tedavi planlarının

oluşturulmasında bu teknoloji, modern oftalmolojinin vazgeçilmez unsurlarından biridir. İnsan hayatına dokunan bu hassas yaklaşım, tıp biliminin etik ve insancıl yüzünü temsil eder. Böylece hem hastaların hem de sağlık çalışanlarının ortak çabası ile daha iyi sonuçlar elde edilir ve göz sağlığı alanında sürekli ilerleme sağlanır (12).

2.5.3.Diğer görüntüleme teknikleri

Gözün arka segmentinde bulunan koroid ve retinal yapıların detaylı incelenmesi için Optik Koherens Tomografi (OKT) ve FFA gibi başlıca yöntemlerin yanı sıra çeşitli diğer görüntüleme teknikleri de kullanılmaktadır. Bu alternatif yöntemler, özellikle bazı klinik durumlarda ek bilgi sağlamak ve hastalığın daha kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesini mümkün kılmak amacıyla tercih edilir. Görüntüleme teknolojilerindeki gelişmeler, bu alternatif tekniklerin daha etkin ve erişilebilir hale gelmesini sağlamıştır. Bu sayede göz hastalıklarının tanısında ve tedavisinde multidisipliner ve bütüncül yaklaşımlar geliştirilmiştir. Diğer görüntüleme yöntemleri arasında göz dibi fotoğrafçılığı, ultrasonografi, indosiyenin yeşili anjiyografi (ISYA), FAF ve OKTA gibi teknikler önemli yer tutar. Her biri, gözün farklı yapılarının morfolojik ve fonksiyonel özelliklerini ortaya koymak için özgün avantajlar sunar. PES gibi karmaşık göz hastalıklarında, bu teknikler hem preoperatif değerlendirmede hem de cerrahi sonrası izlemde yardımcı olur. Bu sayede hastaların klinik seyri daha etkin biçimde takip edilir ve tedavi yaklaşımları kişiselleştirilir (13).

Göz dibi fotoğrafçılığı, retina ve optik sinir başı gibi yapıları renkli ve detaylı bir şekilde görüntüleyerek hastalıkların genel değerlendirilmesinde kullanılır. Bu yöntem, retinal damar anomalileri, hemorajiler, pigment değişiklikleri gibi patolojilerin görsel olarak izlenmesine olanak tanır. Klinik takibin temelini oluşturur ve diğer ileri görüntüleme teknikleri için referans sağlar. Fotoğrafların seri olarak çekilmesi, hastalığın zaman içindeki seyri hakkında önemli bilgiler sunar. PES gibi dejeneratif hastalıklarda göz içi yapılarındaki değişikliklerin erken dönemde fark edilmesinde yararlıdır. Ultrasonografi ise optik yapıların net görüntülenemediği durumlarda, özellikle katarakt gibi opasitelerin yoğun olduğu gözlerde tercih edilir. Yüksek frekanslı ses dalgaları kullanarak, göz içi kitleleri, retina dekolmanı, vitreus hemorajisi gibi durumların değerlendirilmesini sağlar. Bu yöntem non-invaziv olup hızlı sonuç verir ve cerrahi öncesi yapıların genel durumu hakkında fikir verir. PES'li hastalarda zonül liflerinin zayıflaması gibi yapı bozuklukları ultrasonla direkt gözlenemese de dolaylı olarak vitreoretinal ilişkiler hakkında bilgi edinilebilir (11).

ISYA, özellikle koroid damarlarının detaylı incelenmesinde tercih edilen bir görüntüleme yöntemidir. FFA'a dan farklı olarak, indosiyanın yeşili daha uzun dalga boyunda ışık yaydığı için koroidin derin damar tabakalarına ulaşabilir. Bu teknik, koroidal vasküler yapının anormalliklerini, damar tıkanıklıklarını ve neovaskülarizasyon alanlarını tespit etmekte önemlidir. PES'li hastalarda koroidvaskülaritesinde meydana gelen değişikliklerin değerlendirilmesi açısından ISYA klinik fayda sağlar. Cerrahi planlamada koroidal kan akımı hakkında detaylı bilgi sunması, komplikasyon risklerinin azaltılmasına yardımcı olur. FAF görüntüleme retina pigment epitelindeki metabolik aktivitenin ve lipofuscin birikiminin görüntülenmesini sağlar. Bu yöntem, özellikle retina pigment epitelinde oluşan hasarların saptanmasında ve hastalıkların ilerleyişinin takibinde kullanılır. PES gibi durumlarda, retina pigment epiteli fonksiyonlarının izlenmesi, hastalığın etkilerinin anlaşılmasında önemli veriler sunar. FAF'nin non-invaziv olması ve hızlı uygulanabilirliği, klinik takiplerde tercih edilmesini sağlar (13).

OKTA, daha yeni bir teknoloji olarak damar yapılarının non-invaziv görüntülenmesini mümkün kılar. Kan akışının ışık yansımalarındaki değişikliklerle tespit edildiği bu yöntem, fluorescein gibi kontrast madde kullanımını gerektirmez. Bu özelliğiyle özellikle riskli hastalarda güvenli bir alternatif olarak öne çıkar. OKTA, retina ve koroid mikro damar ağının detaylı üç boyutlu görüntülerini sunar. PES'de vasküler yapıların değerlendirilmesi ve cerrahi sonrası damar değişikliklerinin takibinde bu teknoloji önemli avantaj sağlar. Ancak, hareket artefaktları ve görüntüleme alanı sınırlılıkları gibi bazı teknik kısıtlamalar bulunmaktadır. Bu çeşitli görüntüleme tekniklerinin birbirleriyle ilişkisi, klinik karar verme süreçlerinde bütüncül bir bakış açısı sağlar. Örneğin, OKT ile yapısal bilgiler elde edilirken, FFA ve ISYA ile damar geçirgenliği ve dolaşım özellikleri değerlendirilir. FAF ve OKTA ise fonksiyonel ve vasküler analizlerde tamamlayıcı bilgiler sunar. Bu çoklu yaklaşım, PES gibi karmaşık hastalıklarda cerrahi öncesi risklerin daha iyi tanımlanmasına ve cerrahi sonrası iyileşme sürecinin etkin takibine olanak tanır. Böylece hastaya özel tedavi stratejileri geliştirilebilir (19).

Teknolojik gelişmeler, bu yöntemlerin entegrasyonunu kolaylaştırmış, dijital platformlarda görüntülerin birleştirilmesi ve analizini mümkün kılmıştır. Yapay zekâ destekli algoritmalar, çoklu modalite verilerini işleyerek daha doğru tanımlar konmasını sağlar. Bu durum hem klinisyenlerin iş yükünü hafifletir hem de hastaların tedavi sürecinde daha etkin takip edilmesini mümkün kılar. İnsan merkezli sağlık anlayışı, bu tür teknolojik ilerlemelerin doğru ve etik kullanımıyla güçlenir. OKT ve FFA dışında kalan diğer görüntüleme teknikleri, gözün arka segmentindeki patolojik değişikliklerin kapsamlı değerlendirilmesinde

vazgeçilmez tamamlayıcılar olarak hizmet eder. PES gibi kompleks hastalıklarda bu yöntemlerin multidisipliner ve entegre kullanımı, cerrahi başarının artmasını ve hastaların yaşam kalitesinin iyileşmesini sağlar. Her hastanın farklı yapısal ve fonksiyonel özelliklerinin dikkate alındığı bu kapsamlı değerlendirme, tıbbın insancıl yönünü yansıtan en değerli yaklaşımlardan biridir. Bu sayede, teknolojinin gücü insan şefkatiyle birleşerek göz sağlığında sürdürülebilir iyileşmeler gerçekleştirilir.



3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Çalışma Tasarımı ve Etik Onay

Bu tez çalışması, PES tanısı almış ve komplikasyonsuz fakoemülsifikasyon cerrahisi uygulanmış katarakt olgularında retina ve koroid mikroyapılarında cerrahi öncesi ve cerrahiden sonraki birinci ayda meydana gelen değişiklikleri karşılaştırmalı olarak incelemek amacıyla planlanmış prospektif, tek merkezli ve gözlemsel bir klinik araştırmadır. Çalışma Adıyaman Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı'nda yürütülmüş, 2013 Helsinki Bildirgesi ilkelerine uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Araştırma protokolü Harran Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından onaylanmış ve tüm katılımcılardan yazılı aydınlatılmış onam alınmıştır.

3.2. Örneklem ve Katılımcılar

Örneklem büyüklüğü bağımlı iki grup karşılaştırmasına dayalı güç analizi ile hesaplanmıştır. Bu amaçla G*Power 3.1.9.6 yazılımı (Franz Faul, Kiel Üniversitesi, Almanya) kullanılmış; iki yönlü hipotez testi için etki büyüklüğü (d_z) 0,50, alfa (α)=0,05 ve güç ($1-\beta$)=0,85 değerleri esas alınmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda minimum örneklem büyüklüğü 38 olarak belirlenmiş ve çalışmaya 21'i erkek (%55,3), 17'si kadın (%44,7) olmak üzere toplam 38 olgu dahil edilmiştir. Katılımcıların yaş ortalaması $70,7 \pm 6,2$ yıl olup, yaş dağılımı 58–83 yıl arasında değişmektedir. Hastalar ardışık uygunluk esasına göre seçilmiş, çalışma süresi boyunca polikliniğe başvuran ve dahil edilme kriterlerini karşılayan olgular değerlendirilmiştir.

Çalışmaya dahil edilme kriterleri arasında klinik olarak doğrulanmış PES tanısı, katarakt cerrahisi endikasyonu, tek veya her iki gözde komplikasyonsuz fakoemülsifikasyon cerrahisinin planlanabilmesi ve hem preoperatif hem de postoperatif dönemde güvenilir OKT görüntülemesinin yapılabilmesi bulunmaktadır. Çalışmadan dışlanma kriterleri ise; 18 yaşından küçük olgular, daha önce geçirilmiş intraoküler cerrahi öyküsü, glokom tanısı veya şüpheli optik disk değişiklikleri, diyabetik retinopati, yaşa bağlı maküla dejenerasyonu ya da diğer retinal vasküler hastalıkların varlığı, cerrahi sırasında majör komplikasyonların (arka kapsül rüptürü, vitreus kaybı vb.) gelişmesi ve düzenli kortikosteroid veya immünsüpresif ilaç kullanımı olarak belirlenmiştir. İntraoperatif ciddi komplikasyon gelişen olgular protokol gereği analiz dışı bırakılmış ve çalışma per-protokol analizi esas alınarak yürütülmüştür.

3.3. Cerrahi Yöntem

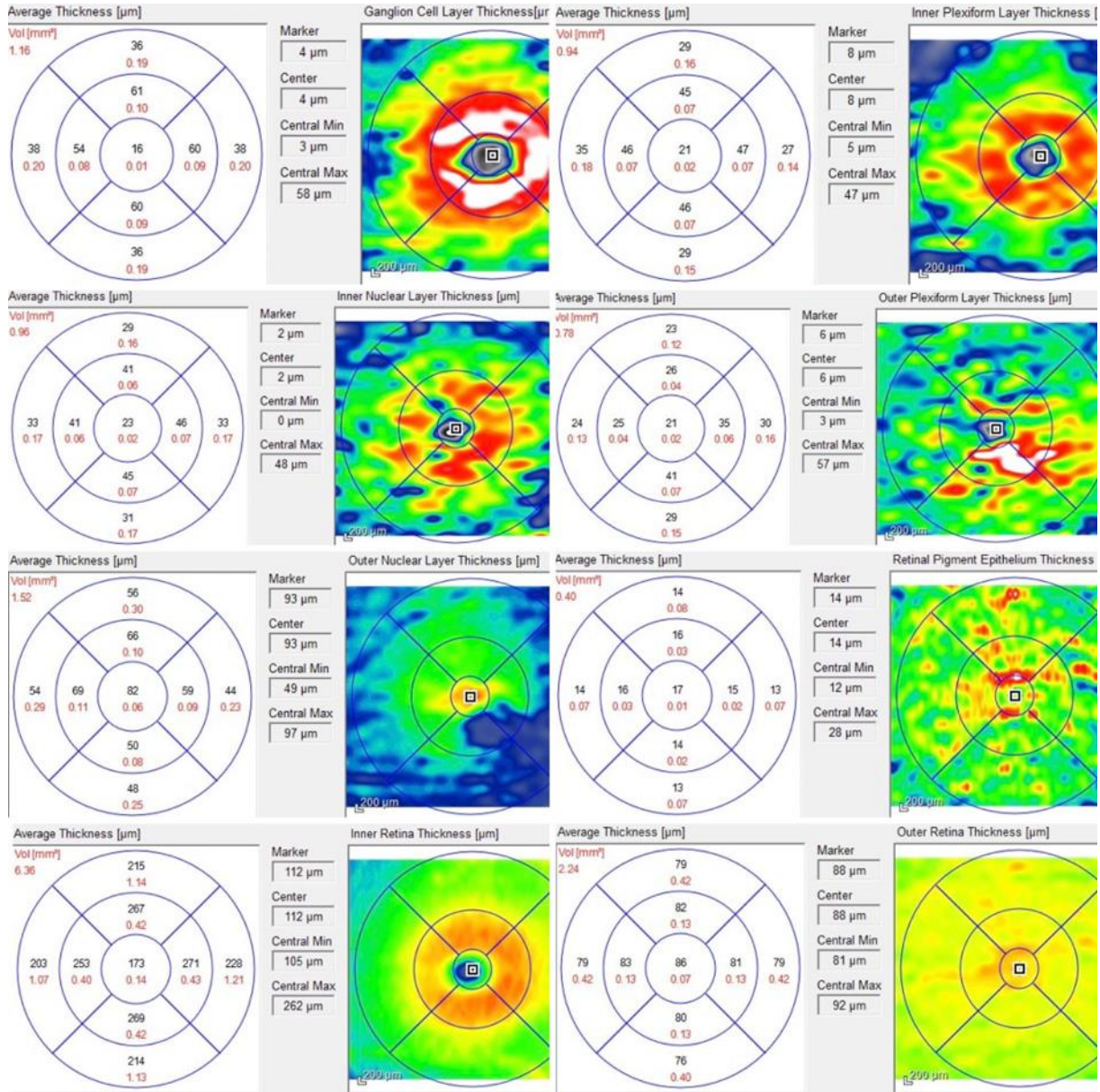
Tüm cerrahi işlemler aynı cihaz (CenturionVisionSystem, Alcon, ABD) ile deneyimli tek cerrah (B.Ö.) tarafından gerçekleştirilmiştir. Operasyonlarda cerrahi standartizasyon amacıyla Stop-and-Chop tekniği uygulanmış, temporal korneal tünel kesisi ile ön kamaraya girilmiş ve sodyum hiyalüronat bazlı viskoelastik madde enjekte edilmiştir. Kapsüloreksis sonrasında lens ultrasonik fakoemülsifikasyon yöntemi ile parçalanarak aspire edilmiş, arka kapsül bütünlüğü korunmuş ve hidrofobik/hidrofilik akrilik tek parça GİL kapsül içine yerleştirilmiştir. Tüm hastalarda intraoperatif profilaktik önlemler alınmış, postoperatif dönemde antibiyotik, steroid ve non-steroid antiinflamatuvar damlalar standart klinik protokole uygun şekilde başlanmıştır.

3.4. Klinik Ölçümler

Klinik değerlendirmeler cerrahiden bir gün önce ve cerrahiden bir ay sonra olmak üzere iki ayrı zamanda yapılmıştır. En iyi düzeltilmiş görme keskinliği (EİDGK) logMAR eşeli ile değerlendirilmiş, GİB ise altın standart yöntem olan Goldmannaplanasyontonometresi (GAT) ile ölçülmüştür. Ölçümlerin sabah saatlerinde (09:00–11:00) yapılmasına özen gösterilmiş, böylece diüurnal varyasyonun etkisi azaltılmıştır. Ayrıca, tüm ölçümlerin aynı teknisyen tarafından yapılması sağlanarak gözlemci kaynaklı değişkenlik minimuma indirilmiştir.

3.5. Görüntüleme Protokolü

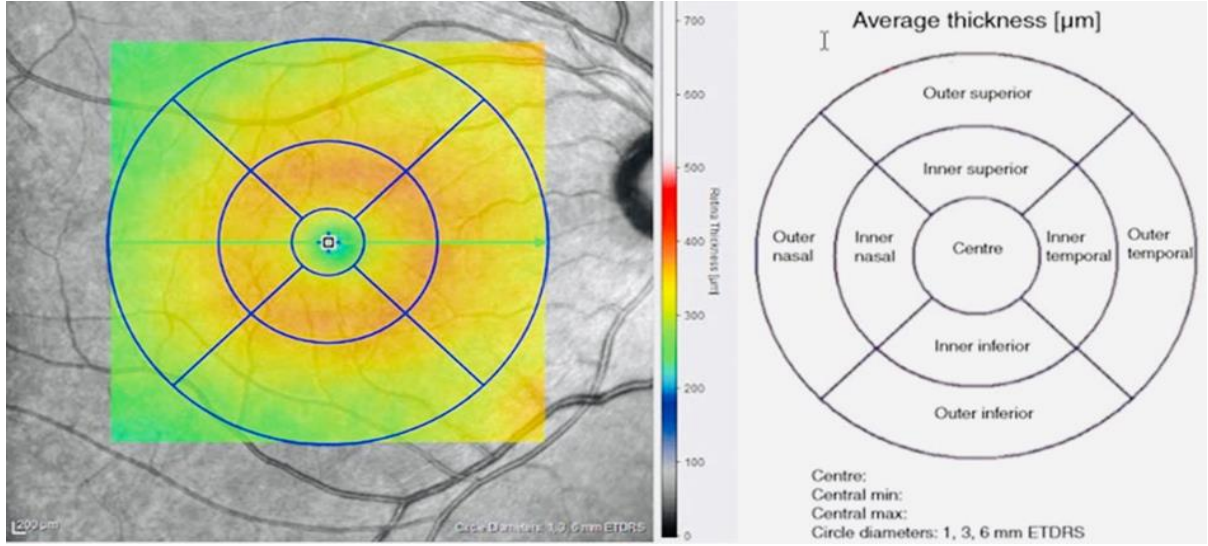
Retinal ve koroidal yapılar Spektral-Domain OKT (Heidelberg Engineering, Almanya) cihazında Enhanced Depth Imaging (EDI) modu kullanılarak incelenmiştir. Bu yöntem, koroidin Bruch membranı/retina pigment epiteli (RPE) kompleksinden koryoskleral sınıra kadar ölçülebilmesine imkân tanımakta ve koroid kalınlığı çalışmalarında güvenilir bir yöntem olarak kabul edilmektedir. Maküler tabakalar OKT üzerinden ayrıntılı olarak incelenmiş; iç makula tabakaları, fotoreseptör tabakası, ganglion hücre tabakası, iç pleksiform tabaka, iç nükleer tabaka ve retina pigment epiteli kantitatif olarak ölçülmüştür. Bu analiz yöntemi Şekil 1’de örneklenmektedir.



Şekil 1. Optik koherens tomografi (OKT) ile elde edilen retinal tabakaların kalınlık analiz haritaları.

Görüntülemeye iç makula tabakaları, fotoreseptör tabakası, ganglion hücre tabakası, iç pleksiform tabaka, iç nükleer tabaka ve retina pigment epiteli izlenmektedir.

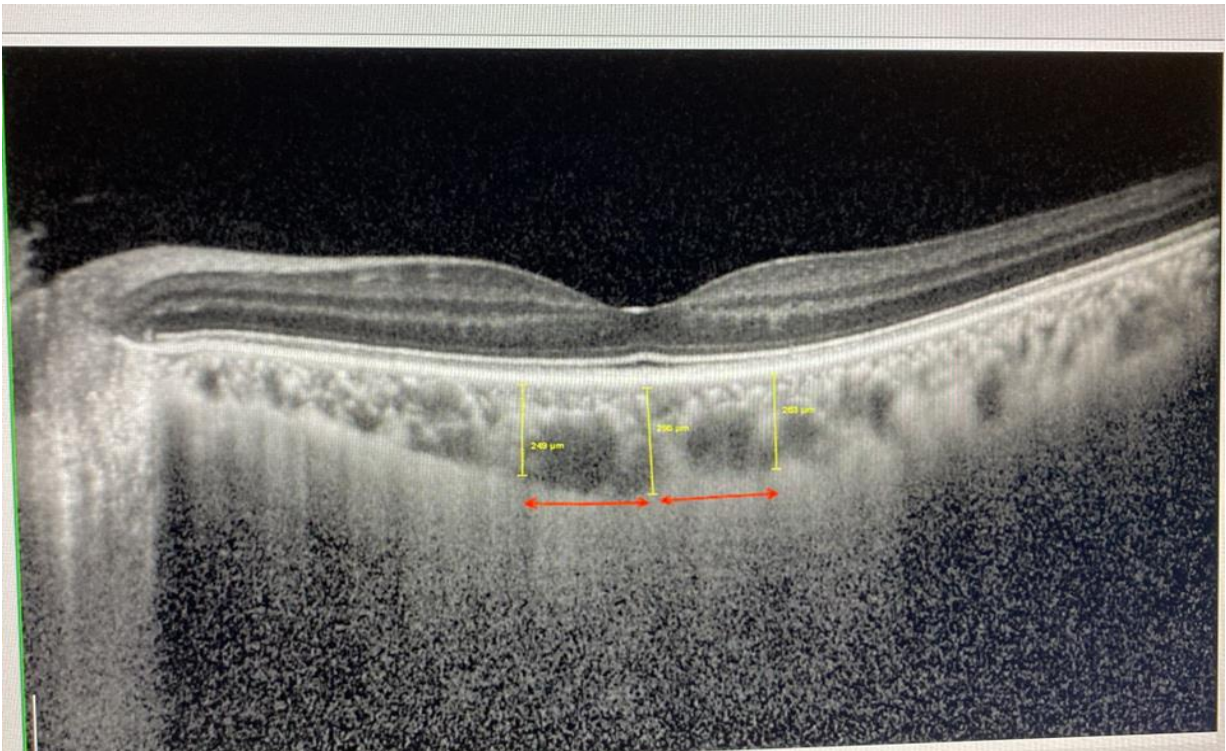
Maküla kalınlığı, ETDRS protokolüne göre tanımlanmış bölgeler üzerinden ölçülmüştür. Merkezde 1 mm çaplı daire, çevresinde 3 mm çaplı iç halka ve 6 mm çaplı dış halka tanımlanmış; bu halkalar süperior, inferior, temporal ve nazal kadrantlara ayrılarak maküla kalınlığının bölgesel dağılımı değerlendirilmiştir. Bu kantitatif analiz tekniği Şekil 2’de şematik olarak gösterilmektedir.



Şekil 2. Maküla kalınlığının ETDRS protokolüne göre kantitatif analizi.

Merkezi 1 mm'lik alanın çevresinde 3 mm ve 6 mm'lik halkalar tanımlanmış, bu halkalar süperior, inferior, temporal ve nazal kadrantlara ayrılmıştır.

Koroid kalınlığı ölçümleri ise subfoveal bölgede, ayrıca temporal ve nazal bölgelerde fovea merkezinden 1000 mikrometre uzaklıkta gerçekleştirilmiştir. Böylece subfoveal, temporal ve nazal koroid kalınlıkları ayrı ayrı karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Bu ölçüm yaklaşımı Şekil 3'te örneklenmiştir.



Şekil 3. Koroid kalınlığının subfoveal, temporal ve nazal bölgelerde EDI-OKT ile ölçümü

Temporal ve nazal ölçümler fovea merkezinden 1000 μm uzaklıkta alınmıştır.

3.6. Ölçüm Standardizasyonu ve Kalite Kontrol

OKT çekimlerinde sinyal kalitesi en az 28/30 olan taramalar analize dahil edilmiş, her parametre için en az iki ölçüm alınmış ve ortalama değerler değerlendirilmiştir. Koryoskleral sınırın belirlenmesi gerektiğinde manuel düzeltme yapılmış, yazılım tarafından oluşturulan kalınlık haritaları körlenmiş iki bağımsız değerlendirici tarafından incelenmiştir. Değerlendiriciler arasında uyumsuzluk olduğunda üçüncü bir kıdemli değerlendiricinin görüşü alınarak uzlaşa sağlanmıştır. Ölçümlerin tekrarlanabilirliği rastgele seçilen alt örneklem üzerinde sınıf içi korelasyon katsayısı (ICC) ile test edilmiş, gözlemciler arası uyum ise Bland–Altman yöntemi ile değerlendirilmiştir.

3.7. İstatistiksel Analizler

İstatistiksel değerlendirmeler için SPSS 25.0 paket programı (IBM Corp., Armonk, NY, ABD) kullanıldı. Sürekli değişkenlerin dağılım özellikleri Shapiro–Wilk testi ile incelendi. Normal dağılıma uyan veriler ortalama $\pm$ standart sapma şeklinde, normal dağılıma uymayan veriler ise medyan (interquartil aralık, IQR) olarak sunuldu. Kategorik değişkenler ise frekans ve yüzde [n (%)] biçiminde ifade edildi. Bağımlı grupların karşılaştırılmasında dağılım özelliklerine göre parametrik veya parametrik olmayan testler tercih edildi. Normal dağılıma sahip bağımlı grupların analizinde eşleştirilmiş örneklem t-testi (PairedSamples t-test), normal dağılıma uymayan bağımlı grupların analizinde ise Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanıldı. Tüm istatistiksel analizlerde iki yönlü hipotezler dikkate alındı ve $p < 0,05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

4. BULGULAR

4.1. Katılımcıların Demografik Özellikleri

Çalışmaya dâhil edilen toplam 38 hastanın demografik özellikleri Tablo 1’de gösterilmiştir. Katılımcıların %55,3’ü erkek (n=21), %44,7’si kadın (n=17) olup, yaş ortalaması 71,5±6,5 yıl olarak saptanmıştır. En genç birey 58, en yaşlı birey ise 83 yaşındadır. Bu dağılım, PES’in ileri yaş gruplarında belirgin şekilde artış gösterdiğini bildiren literatür verileriyle uyumlu bulunmuştur. Nitekim psödoeksfolyasyonun prevalansı, yaşla birlikte kümülatif olarak artmakta ve özellikle 60 yaş üzeri bireylerde daha yüksek oranlarda rapor edilmektedir. Çalışmamızda elde edilen yaş ortalaması da bu klinik eğilimi desteklemektedir.

Demografik profilin bu şekilde homojen dağılmış olması, elde edilen biyometrik ve yapısal verilerin yaş ve cinsiyet değişkenlerinden bağımsız olarak cerrahiye bağlı etkilerin değerlendirilmesine olanak tanımaktadır. Ayrıca hasta grubunun tipik psödoeksfolyasyon popülasyonunu yansıtmaması, bulguların genellenebilirliği açısından ek bir güç sağlamaktadır.

Tablo 1.Hastaların Tanımlayıcı Özelliklerinin Dağılımı

Değişkenler	İstatistikler
Cinsiyet, n (%)	
• Kadın	17 (44,7)
• Erkek	21 (55,3)
Yaş, (yıl)	71,50 ± 6,50 (58–83)

4.2. Göz İçi Basıncı ve Koroid Kalınlığı Ölçümleri

Ameliyat öncesi (preoperatif) ve ameliyat sonrası (postoperatif) 1. ayda yapılan değerlendirmelerde GİB, EİDGK ve koroid kalınlığı ölçümleri karşılaştırmalı olarak incelendi (Tablo 2).Preoperatif dönemde medyanı 19,50 mmHg (17–23) olarak ölçülen GİB, cerrahi sonrasında 14,00 mmHg’ye (12–19) gerilemiş ve bu düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p<0,001). Bu sonuç, komplikasyonsuz fakoemülsifikasyon cerrahisinin psödoeksfolyasyonlu olgularda kısa dönemde GİB belirgin biçimde azalttığını ortaya koymaktadır.

Görme keskinliği açısından, preoperatif dönemde medyan EİDGK değeri 1,00 logMAR (0,5–1,80) iken, postoperatif 1. ayda 0,20 logMAR (0,0–0,80) olarak saptanmıştır. Cerrahi sonrası gözlenen bu iyileşme istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). Bu sonuçlar, psödoeksfolyasyon sendromlu hastalarda görme fonksiyonlarının erken dönemde belirgin şekilde düzeldiğini göstermektedir.

Koroid kalınlıkları EDI-OKT yöntemi ile ölçülmüş ve subfoveal, temporal ile nazal bölgeler ayrı ayrı değerlendirilmiştir. SFKK, preoperatif dönemde $267,16 \pm 29,62 \mu\text{m}$ iken postoperatif 1. ayda $269,76 \pm 40,16 \mu\text{m}$ olarak saptanmış, ancak bu değişiklik istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p=0,366$). TKK, preoperatif $269,08 \pm 31,85 \mu\text{m}$ 'den cerrahi sonrası $274,37 \pm 35,08 \mu\text{m}$ 'ye yükselmiş, fakat bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p=0,460$). Benzer şekilde NKK, cerrahi öncesinde $265,76 \pm 33,08 \mu\text{m}$ iken postoperatif dönemde $270,82 \pm 42,92 \mu\text{m}$ 'ye yükselmiş, ancak bu artış da istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p=0,396$).

Elde edilen veriler, komplikasyonsuz fakoemülsifikasyon cerrahisinin erken dönemde GİB'de anlamlı bir azalma ve EİDGK'da belirgin bir iyileşme sağladığını, buna karşın koroid kalınlıklarında istatistiksel açıdan anlamlı bir değişiklik oluşturmadığını göstermektedir. Bununla birlikte, subfoveal, temporal ve nazal bölgelerde gözlenen artış eğilimleri, koroidal dolaşımın cerrahiye verdiği adaptif yanıtın bir göstergesi olabilir. Bu bulgular, PES'li olgularda koroidin yapısal bütünlüğünün erken postoperatif dönemde büyük ölçüde korunduğunu düşündürmektedir.

Tablo 2. Katarakt Cerrahisi Öncesi ve Sonrası 1. Ayda Göz İçi Basıncı, En İyi Düzeltilmiş Görme Keskinliği ve EDI-OKT ile Ölçülen Koroid Kalınlıklarının (Subfoveal, Temporal, Nazal) Karşılaştırmalı Analizi

Parametreler	Preoperatif	Postoperatif 1. Ay	p Değeri
Göz İçi Basıncı (GİB, mmHg)	19,50 (17-23)	14,00 (12-19)	<0,001
En İyi Düzeltilmiş Görme Keskinliği (EİDGK)	1,00 (0,5-1,80)	0,20 (0,00-0,80)	<0,001
Subfoveal Koroid Kalınlığı (SFKK, μm)	$267,16 \pm 29,62$	$269,76 \pm 40,16$	=0,366
Temporal Koroid Kalınlığı (TKK, μm)	$269,08 \pm 31,85$	$274,37 \pm 35,08$	=0,460
Nazal Koroid Kalınlığı (NKK, μm)	$265,76 \pm 33,08$	$270,82 \pm 42,92$	=0,396

Normal dağılıma uyan veriler ortalama $\pm$ standart sapma, normal dağılıma uymayan veriler ise medyan (min–maks) olarak gösterilmiştir.

4.3. Makuler Tabaka Kalınlıkları

Preoperatif ve postoperatif 1. ayda retinal mikroyapı kalınlıklarının karşılaştırmalı analizi, cerrahi sonrası retina yapılarında belirgin değişiklikler meydana geldiğini göstermiştir (Tablo 3).

Makula kalınlıkları incelendiğinde; temporal iç makula kalınlığı (T-İMK) preoperatif $316,89 \pm 27,54 \mu\text{m}$ iken postoperatif dönemde $322,18 \pm 21,90 \mu\text{m}$ olarak ölçülmüş ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,001$). Ameliyat öncesi superior iç makula kalınlığı (S-İMK) $329,16 \pm 20,36 \mu\text{m}$ iken, ameliyat sonrası $337,05 \pm 18,95 \mu\text{m}$ olarak ölçülmüş ve bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). Benzer şekilde, ameliyat öncesi nazal iç makula kalınlığı (N-İMK) $329,55 \pm 20,70 \mu\text{m}$ iken ameliyat sonrası $340,63 \pm 18,60 \mu\text{m}$ olarak ölçülmüş olup fark istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,001$). Ameliyat öncesi inferior iç makula kalınlığı (İ-İMK) $328,39 \pm 22,22 \mu\text{m}$, ameliyat sonrası ise $335,74 \pm 19,76 \mu\text{m}$ olarak belirlenmiş ve istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ($p<0,001$).

Temporal dış makula kalınlığı (T-DMK) ameliyat öncesi $227,53 \pm 16,19 \mu\text{m}$ iken ameliyat sonrası $283,08 \pm 16,10 \mu\text{m}$ olarak saptanmış ve bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,003$). Superior dış makula kalınlığı (S-DMK) ameliyat öncesi $289,00 \pm 17,09 \mu\text{m}$, ameliyat sonrası $294,87 \pm 17,04 \mu\text{m}$ olup anlamlı bir artış göstermiştir ($p=0,005$). Nazal dış makula kalınlığı (N-DMK) ameliyat öncesi $307,07 \pm 17,42 \mu\text{m}$ 'den ameliyat sonrası $313,82 \pm 17,83 \mu\text{m}$ 'ye yükselmiş ve bu değişim istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). İ inferior dış makula kalınlığı (İ-DMK) ise ameliyat öncesi $285,60 \pm 16,82 \mu\text{m}$ iken ameliyat sonrası $290,71 \pm 18,41 \mu\text{m}$ olarak ölçülmüş ve fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p=0,012$). Bu sonuçlar, makula tabakalarında da cerrahi sonrası anlamlı artışlar olduğunu göstermektedir.

Retina tabakaları incelendiğinde, iç retinal tabaka ameliyat öncesi $177,63 \pm 22,53 \mu\text{m}$ iken ameliyat sonrası 1. ayda $190,36 \pm 23,10 \mu\text{m}$ 'ye yükselmiş ve bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). İç pleksiform tabaka kalınlığı (İPT) ameliyat öncesi $18,00 \mu\text{m}$ iken ameliyat sonrası $20,00 \mu\text{m}$ olarak ölçülmüş ve bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,035$). Buna karşılık, ganglion hücre tabakası kalınlığı (GHT) için ameliyat öncesi ve sonrası değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p=0,350$).

Bu bulgular, cerrahi sonrası tüm iç retina bölgelerinde istatistiksel olarak anlamlı kalınlaşmalar olduğunu ortaya koymaktadır.

Retina pigment epiteli (RPE) tabakası kalınlığı da cerrahi sonrası artış göstermiştir; preoperatif 15,00 µm iken postoperatif dönemde 16,00 µm olarak ölçülmüş ve bu değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p=0,005). Ayrıca, santral maküla kalınlığı (SMK) cerrahi sonrası istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde artmış olup, preoperatif 224,50 µm'den postoperatif 228,00 µm'ye yükselmiştir (p=0,041).

Genel olarak değerlendirildiğinde, komplikasyonsuz fakoemülsifikasyon cerrahisinin psödoeksfoliasyonlu olgularda hem iç hem de dış makula tabakalarında anlamlı kalınlaşmalara yol açtığı görülmektedir. Bununla birlikte, ganglion hücre tabakasında belirgin bir değişiklik izlenmemesi, cerrahi sonrası yapısal adaptasyonların daha çok iç retina ve dış retina katmanlarında yoğunlaştığını düşündürmektedir.

Tablo 3.Ameliyat Öncesi ve Sonrası 1. Ayda Makula ve Retina Kalınlıklarının Karşılaştırmalı Analizi

Parametreler	Preoperatif	Postoperatif 1. Ay	p Değeri
Temporal İç Makula Kalınlığı (T-İMK, µm)	328,00 (284–374)	335,00 (301–385)	=0,001*
Süperior İç Makula Kalınlığı (S-İMK, µm)	329,16 ± 20,35	337,05 ± 18,95	<0,001**
Nazal İç Makula Kalınlığı (N-İMK, µm)	329,55 ± 20,70	340,63 ± 18,60	<0,001**
İnferior İç Makula Kalınlığı (İ-İMK, µm)	328,39 ± 22,22	335,74 ± 19,76	<0,001**
Temporal Dış Makula Kalınlığı (T-DMK, µm)	227,53 ± 16,19	283,08 ± 16,10	=0,003**
Süperior Dış Makula Kalınlığı (S-DMK, µm)	289,00 ± 17,09	294,87 ± 17,04	=0,005**
Nazal Dış Makula Kalınlığı (N-DMK, µm)	307,07 ± 17,42	313,82 ± 17,83	<0,001**
İnferiorDışMakula Kalınlığı (İ-DMK, µm)	285,60 ± 16,82	290,71 ± 18,41	=0,012**
Retina İç Tabaka Kalınlığı (R-İTK, µm)	177,63 ± 22,53	190,36 ± 23,10	<0,001**
İç Pleksiform Tabaka Kalınlığı (İPT, µm)	18,00 (10-32)	20,00 (12-34)	=0,035*
Ganglion Hücre Tabakası Kalınlığı (GHT, µm)	14,50 (10-24)	14,50 (9-35)	=0,350*
Retina Pigment Epitel Tabakası Kalınlığı (RPE, µm)	15,00 (10-35)	16,00 (13-38)	=0,005*
Santral Maküler Kalınlık (SMK, µm)	224,50 (181-390)	228,00 (191-312)	=0,041*
Maküler Sinir Lifi Tabakası (mRSLT, µm)	12,00 (8-19)	13,00 (9-22)	<0,001*

Normal dağılıma uyan veriler ortalama ± standart sapma, normal dağılıma uymayan veriler medyan (min.-maks.) olarak yazıldı. *:Wilcoxon test, **: paired-t test

Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası 1. ayda Retina Sinir Lifi Tabakası (RSLT) kalınlıklarının karşılaştırmalı analizi, psödoeksfoliasyonlu olgularda

fakoemülsifikasyonun özellikle maküler ve peripapiller bölgelerde belirgin morfometrik değişikliklerle ilişkili olduğunu göstermektedir (Tablo 4).

Maküler RSLT (mRSLT) medyanı preoperatif 12,00 (min-maks: 8-19) μm iken postoperatif 1. ayda 13,00 (min-maks: 9-22) μm 'ye yükselmiş ve artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). Global RSLT (G-RSLT) için de benzer yönde anlamlı bir artış saptanmış; değerler preoperatif 95,50 (min-maks: 65-123) μm 'den 104,00 (min-maks: 60-121) μm 'ye yükselmiştir ($p=0,003$).

Nazal kompartmanda genel nazal RSLT (N-RSLT) preoperatif 75,53 $\pm$ 16,76 μm iken postoperatif 77,82 $\pm$ 16,08 μm bulunmuştur; ancak bu değişim istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0,169$). Nazal-superior segment (NS-RSLT) medyanı ameliyat öncesi 112,50 μm (63–143) iken ameliyat sonrası 117,50 μm (65–141) olarak ölçülmüş ve bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,001$).

Temporal kompartmanda tüm alt bölümlerde artış izlenmiştir: temporo-superior RSLT (TS-RSLT) 129,37 $\pm$ 19,87 μm 'den 134,03 $\pm$ 23,22 μm 'ye yükselmiştir ($p=0,023$); temporal RSLT (T-RSLT) medyanı 72,00 (min-maks.: 47-176) μm 'den 77,50 (min-maks.: 51-100) μm 'ye artmıştır ($p=0,006$); temporo-inferior RSLT (TI-RSLT) ise 135,55 $\pm$ 21,23 μm 'den 140,92 $\pm$ 20,22 μm 'ye yükselmiş ve bu değişim de anlamlıdır ($p=0,038$).

Nazal-inferior RSLT (NI-RSLT) 113,13 $\pm$ 25,02 μm 'den 117,78 $\pm$ 26,61 μm 'ye yükselmesine rağmen istatistiksel anlamlılığa ulaşmamıştır ($p=0,052$).

Toplu olarak değerlendirildiğinde, fakoemülsifikasyon cerrahisi kısa vadede RSLT kalınlığında maküler ve global bölgeler ile temporal segmentlerde anlamlı artışlara neden olmakta; nazal bölgede ise yalnızca superior alt bölgede anlamlı bir fark saptanmaktadır. Bu desen, ameliyat sonrası erken dönemde RSLT'de bölgesel ve seçici adaptif yanıt olabileceğini düşündürmektedir.

Tablo 4.AmeliyatÖncesi ve Sonrası 1. Ayda RSLT KalınlıklarıDeğişiminin Karşılaştırmalı Analizi

Parametreler	Preoperatif	Postoperatif 1. Ay	p Değeri
GlobalRetinal Sinir Lifi Kalınlığı (G-RSLT, µm)	95,50 (65-123)	104,00 (60-121)	=0,003*
Nazal Retinal Sinir Lifi Kalınlığı (N-RSLT, µm)	75,53 ± 16,76	77,82 ± 16,08	=0,169**
Nazal Superior Retinal Sinir Lifi Kalınlığı (NS-RSLT, µm)	112,50 (63-143)	117,50 (65-141)	=0,001*
Temporosuperior Retinal Sinir Lifi Kalınlığı (TS-RSLT, µm)	129,37 ± 19,87	134,03 ± 23,22	=0,023**
Temporal Retinal Sinir Lifi Kalınlığı (T-RSLT, µm)	72,00 (47-176)	77,50 (51-100)	=0,006*
Temporoinferior Retinal Sinir Lifi Kalınlığı (TI-RSLT, µm)	135,55 ± 21,23	140,92 ± 20,22	=0,038**
Nazal İnferior Retinal Sinir Lifi Kalınlığı (NI-RSLT, µm)	113,13 ± 25,02	117,78 ± 26,61	=0,052**

Normal dağılıma uyan veriler ortalama ± standart sapma, normal dağılıma uymayan veriler medyan (min.-maks.) olarak yazıldı. *: Wilcoxon test, **: paired-t test

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada PES olgularında komplikasyonsuz fakoemülsifikasyon cerrahisini takiben erken dönemde anlamlı bir GİB düşüşü gözlenmiştir. Bu bulgu, katarakt cerrahisinin yalnızca lens opasitesini gidermediğini, aynı zamanda oküler biyomekanik üzerinde basınç regülasyonu lehine kalıcı etkiler oluşturabileceğini ortaya koymaktadır. Elde edilen sonuçlar, katarakt cerrahisinin primer açık açılı glokom (PAAG), oküler hipertansiyon (OHT) ve özellikle psödoeksfolyasyon sendromunda klinik açıdan anlamlı ve süregelen GİB azalmasına yol açtığını gösteren kanıtlarla uyumludur. Nitekim Benekos ve arkadaşları (2024) tarafından gerçekleştirilen sistematik derleme ve meta-analizde, fakoemülsifikasyonun 12 aya kadar devam eden anlamlı bir GİB düşüşü sağladığı ve bu etkinin özellikle PES alt grubunda daha belirgin olduğu ortaya konmuştur (29). Çalışmamızda elde edilen düşüş bu çalışma sonucuyla uyumludur.

Mekanistik açıdan GİB azalmasının çok faktörlü olduğu açıktır. İlk olarak, lens kütesinin cerrahi ile uzaklaştırılması ön kamara derinliğini artırmakta ve açının genişlemesi trabeküler ağ üzerindeki mekanik yükü hafifletmektedir. İkinci olarak, fakoemülsifikasyon sırasında uygulanan yoğun irrigasyon ve aspirasyon işlemleri, trabeküler ağda birikmiş psödoeksfolyatif materyal ve pigment partiküllerinin kısmen uzaklaştırılmasına katkı sağlamakta ve böylece aköz dışı akımını kolaylaştırmaktadır. Üçüncü olarak, cerrahi sonrası ön segment biyomekaniğinde oluşan yeniden yapılanma, akım lehine mikro-morfolojik bir

düzenlenme ile sonuçlanmaktadır. Özellikle PES olgularında trabeküler ağın ekstrasellüler matriks bütünlüğünün bozulması ve materyal birikimi nedeniyle aköz çıkış yollarının daha kısıtlı olduğu bilindiğinden, cerrahi sonrası akıma duyarlılığın bu alt grupta görece daha fazla artması beklenmektedir(30). Nitekim Merkurve ark. (2001) tarafından yapılan prospektif bir çalışmada, PES'li olgularda fakoemülsifikasyon sonrası ön kamara açısında anlamlı genişleme ile eşzamanlı GİB azalması rapor edilmiştir(31).

Klinik açıdan, PES olgularının diğer glokom fenotiplerine kıyasla daha hızlı progresyon eğilimi taşıdığı iyi bilinmektedir. Bu nedenle, cerrahiye eşlik eden erken ve anlamlı GİB düşüşü, görme alanı kaybı progresyonunu yavaşlatabilecek kritik bir ara hedef olarak değerlidir (29). Bununla birlikte, postoperatif dönemde diüurnal basınç dalgalanmaları, steroid kullanımına bağlı geçici basınç yükselmeleri ve eşlik eden ilaç düzenlemeleri gibi karıştırıcı etmenler dikkate alınmalıdır. Ayrıca, cerrahi sonrasında yeni bir bazal GİB değerinin tanımlanması, ilerleyen takiplerde progresyon analizlerinin doğru yapılabilmesi açısından zorunludur.

Uzun dönemli seriler, cerrahi sonrası elde edilen GİB düşüşünün zaman içerisinde kısmen gerileyebileceğini de ortaya koymuştur. Sethi ve ark. erken dönemde belirgin basınç azalması olmasına karşın izlem süresi uzadığında etkinin bir miktar azaldığını bildirmiştir (32). Dolayısıyla, PES olgularında fakoemülsifikasyonun GİB üzerindeki kısa vadeli faydası güçlü olmakla birlikte, uzun dönemli sonuçların değerlendirilmesi progresyon yönetimi açısından önem taşımaktadır. Bizim çalışmamızda uzun dönem takip bulgularımız olmadığından GİB değişimini bu çalışmayla kıyaslayamadık.

Çalışmamızda subfoveal (SFKK), temporal (TKK) ve nazal (NKK) koroid kalınlıklarında erken postoperatif dönemde sınırlı artış eğilimleri izlenmiş, ancak bu değişiklikler istatistiksel anlamlılığa ulaşmamıştır. Bu bulgu, fakoemülsifikasyon sonrası koroidal yanıtı araştıran güncel literatür ile kısmen uyumludur.

Zeng ve ark. tarafından gerçekleştirilen meta-analizde, fakoemülsifikasyon sonrasında subfovealkoroid kalınlığında 1. haftadan itibaren başlayan ve 1. ayda belirginleşen artışlar rapor edilmiştir (33). Benzer şekilde Pierru ve ark. cerrahiye takiben erken dönemde koroid kalınlığında anlamlı bir yükselme bildirmiş, bu artışın 3. aya kadar devam edebileceğini göstermiştir (34). Çalışmamızdaki erken dönemde gözlenen ancak istatistiksel eşiği aşmayan değişim, izlem penceresinin yalnızca 1 ay ile sınırlı olması, örneklem büyüklüğüne bağlı varyasyon ve PES'e özgü doku özellikleri ile ilişkili olabilir.

Nitekim psödoeksfoliasyon sendromunun koroidal yapı üzerinde sınırlı bir hemodinamik ve yapısal rezerv oluşturduğunu destekleyen veriler mevcuttur. Li ve ark. PES’li gözlerde subfovealkoroid kalınlığının sağlıklı bireylere kıyasla anlamlı ölçüde daha ince olduğunu göstermiştir (35). Daha güncel olarak Fekrazad ve ark. tarafından gerçekleştirilen meta-analizde ise, PES ve psödoeksfoliatif glokom (PEG) olgularında koroid ve lamina kribroza düzeyinde belirgin incelme saptanmış, bunun PES’e özgü ekstrasellüler matriks bozuklukları ve vasküler yeniden yapılanma ile ilişkili olduğu ileri sürülmüştür (36). Bu altyapıda, cerrahi sonrası koroidal kalınlık artışının daha sönük veya gecikmiş olması beklenebilir ve erken dönemdeki marjinal değişimlerin anlamlılık düzeyine ulaşamamasını açıklayabilir.

Koroid kalınlığı ölçümlerinin doğal fizyolojik dalgalanmalara duyarlı olduğu da göz önünde bulundurulmalıdır. Tan ve ark., koroid kalınlığının diüurnal ritimle birkaç on mikrometreye varan doğal değişiklikler gösterebildiğini bildirmiştir (37). Bu durum, özellikle erken dönemde küçük çaplı cerrahiye bağlı değişikliklerin istatistiksel olarak saptanmasını güçleştirebilir.

Ölçümsel açıdan bakıldığında, kataraktın ortadan kaldırılması OKT sinyal-gürültü oranını ve segmentasyon doğruluğunu artırmaktadır. Bu, ölçümlerdeki varyasyonu azaltmakla birlikte, gerçek hemodinamik değişiklikler ile yalnızca görüntü kalitesindeki iyileşmenin ayrıştırılmasını zorunlu kılar. Nitekim son dönemde yapılan OKT-anjiyografi (OKT-A) çalışmaları, cerrahi sonrası maküler ve peripapiller damar yoğunluğunda değişiklikler olabileceğini ortaya koymuştur (38). Bu nedenle koroid kalınlığı ölçümlerinin, eşzamanlı perfüzyon parametreleri ile birlikte değerlendirilmesi biyolojik yorumu güçlendirecektir.

Çalışmamızda PES olgularında erken postoperatif dönemde koroid kalınlığında anlamlı bir artış saptanmamış olmakla birlikte, sınırlı düzeyde gözlenen artış eğilimleri, koroidal dolaşımın cerrahiye verdiği adaptif yanıtın erken işaretleri olabilir. PES’e özgü vasküler değişikliklerin yanı sıra ölçümsel sınırlılıklar da göz önünde bulundurulduğunda, koroidal yanıtın tam olarak karakterize edilebilmesi için seri EDI-OKT ölçümlerinin (1. hafta–1., 3., 6., 12. ay) yapılması ve OKT-A ile damar yoğunluğu/akım parametrelerinin eş zamanlı incelenmesi önerilmektedir.

Makula kalınlıkları segmental düzeyde incelendiğinde, temporal, superior, nazal ve inferiormakular kalınlıklarda istatistiksel olarak anlamlı kalınlaşmalar saptanmıştır. Santral makula kalınlığında erken dönemde belirgin yükselme izlenmiştir. Bununla birlikte, retina tabakalarında iç makulertabaka ve iç pleksiform tabaka kalınlığında cerrahi sonrasında

anlamli artiş gösterirken, ganglion hücre tabakası kalınlığında anlamli değişiklik saptanmamıştır. Ayrıca retina pigment epiteli (RPE) kalınlığında anlamli bir artiş izlenmiştir.

Elde edilen bu bulgular, komplikasyonsuz katarakt cerrahisinin retina mikroyapıları üzerinde subklinik düzeyde değişikliklere yol açtığını bildiren literatürle örtüşmektedir. Özellikle Chu ve ark. tarafından 81.984 göz üzerinde gerçekleştirilen büyük ölçekli veri tabanı analizinde, katarakt cerrahisi sonrasında erken dönemde makula kalınlığında geçici bir artiş olduğu ve bu artışın çoğunlukla klinik kistoidmakula ödeme (KMÖ) ilerlemeden gerilediği rapor edilmiştir (39). Çalışmamızda elde edilen sonuçların bu geniş ölçekli verilerle tutarlılık göstermesi, PES olgularında da benzer bir adaptasyon paterninin mevcut olduğunu düşündürmektedir.

Makula kalınlığındaki artışların patofizyolojik mekanizması, cerrahi sürecin tetiklediği kan-retina bariyerinin geçici bozulması ile ilişkilendirilmektedir. Cerrahi sırasında salınan prostaglandinler ve sitokinler, retinal vasküler geçirgenliği artırarak sıvı birikimine yol açmakta ve bu süreç kalınlık ölçümlerinde artışla sonuçlanmaktadır (40). PES sendromunda ön segment bariyerlerinin yapısal bütünlüğünün daha kırılgan olması ve inflamatuvar yanıtın daha şiddetli seyretmesi, çalışmamızda gözlenen artışların daha belirgin hale gelmesine katkı sağlayan ek bir faktör olarak değerlendirilebilir (41).

RPE kalınlığındaki anlamli artiş hem biyolojik hem de ölçümsel mekanizmaların birleşik etkisiyle açıklanabilir. Adhi ve Duker, katarakt cerrahisi sonrasında inflamatuvar süreçlerin dış retina ve RPE düzeyinde morfolojik değişikliklere yol açabileceğini öne sürmüştür (42). Buna ek olarak, Gershonive ark. lens opasitelerinin uzaklaştırılmasının OKT görüntü kalitesini artırarakmakuler segmentasyonun daha doğru yapılmasına olanak sağladığını, bunun da ölçülen RPE kalınlıklarında artışa neden olabileceğini göstermiştir (43). Bu bağlamda çalışmamızdaki bulguların yalnızca biyolojik değişimlere değil, ölçüm koşullarındaki iyileşmelere de bağlı olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

GHT kalınlığında anlamli bir farklılık izlenmemesi, retina nöronal hücre gövdelerinin cerrahi sonrası kısa dönemde yapısal bütünlüğünü koruduğuna işaret etmektedir. Bu bulgu, Holló ve ark. tarafından bildirilen, GHT'nin cerrahi sonrası erken dönemde genellikle stabil kaldığına dair literatür ile uyumludur (44). Buna karşın İPT düzeyinde kaydedilen anlamli artiş, adaptif süreçlerin daha çok sinaptik ve ara bağlantı bölgelerinde yoğunlaştığını göstermektedir.

Klinik açıdan bu bulguların önemi, PES olgularında cerrahi sonrası inflamatuvar yanıtın daha güçlü seyredebilmesidir. Bu nedenle postoperatif dönemde topikal nonsteroidantiinflamatuvar (NSAİD) ve kortikosteroid tedavisinin önemi artmakta; ayrıca 4–6. haftalarda gerçekleştirilecek OKT kontrolleri, subklinikmaküla ödeminin erken dönemde saptanmasına ve tedavi yaklaşımlarının zamanında planlanmasına katkı sağlamaktadır (45).

Bu çalışma PES olgularında komplikasyonsuz fakoemülsifikasyon cerrahisinin makula tabakalarında anlamlı morfolojik değişikliklere yol açtığını göstermektedir. Elde edilen bulgular, inflamatuvar süreçler ve bariyer disfonksiyonu gibi biyolojik mekanizmalar ile görüntüleme kalitesindeki iyileşmenin birleşik etkisiyle açıklanabilir. Bu sonuçlar, PES hastalarında cerrahi sonrası retinal mikroyapıların dinamik, çoğunlukla geçici ve geri dönüşlü bir yeniden yapılanma sürecine girdiğini ortaya koymaktadır.

Psödoeksfolyasyonlu olgularda komplikasyonsuz fakoemülsifikasyon cerrahisini takiben hem maküler (mRSLT) hem de global RSLT (G-RSLT) kalınlıklarında istatistiksel olarak anlamlı artışlar saptanmıştır. Segmental analizlerde ise özellikle temporal kompartmanın tüm alt segmentlerinde ve nazal-superior bölgede belirgin artışlar görülmüş, buna karşın nazal-inferior ve genel nazal RSLT'deki değişiklikler anlamlı bulunmadı. Bu sonuçlar, PES hastalarında ameliyat sonrası RSLT'de homojen olmayan, bölgesel ve seçici bir yapısal adaptasyon sürecinin ortaya çıktığını düşündürmektedir.

Katarakt cerrahisi sonrasında RSLT ölçümlerinde artış izlendiğine ilişkin bulgular, literatürde tekrar eden bir gözlem olarak yer almaktadır. Pournaghi ve arkadaşları, katarakt varlığında SD-OKT ile yapılan ölçümlerde RSLT kalınlığının olduğundan daha düşük değerlendirildiğini, cerrahi sonrası optik ortamın saydamlaşması ve sinyal kalitesindeki artışla birlikte RSLT ölçümlerinde anlamlı yükselme kaydedildiğini bildirmiştir (46). Benzer şekilde Jha ve arkadaşları, fakoemülsifikasyon sonrasında maküler kalınlık ve RSLT ölçümlerinde artış saptamış ve bu durumun esas olarak ölçümsel faktörlere bağlı olduğunu vurgulamıştır (47). Çalışmamızdaki genel artış yönü bu bulgularla uyumludur.

Bununla birlikte, bazı araştırmalar RSLT'deki artışların yalnızca ölçüm kalitesindeki iyileşme ile açıklanamayacağını, özellikle temporal ve superior segmentlerde biyolojik adaptif süreçlerin de rol oynayabileceğini ortaya koymuştur. Bae ve arkadaşları cerrahi sonrası göz içi basıncındaki düşüşün lamina kribroza üzerindeki yükü hafiflettiğini, bunun da aksonal yapılarda kısa vadeli ödem benzeri morfolojik değişikliklere yol açabileceğini ileri sürmüştür (48). Shrivastav ve arkadaşları ise özellikle PES olgularında ön segment mikrosirkülasyonundaki değişimlerin optik sinir başı çevresindeki aksonal yapılarda geçici

yapısal yeniden yapılanmaya katkıda bulunabileceğini belirtmiştir (49). Bu bağlamda çalışmamızda RSLT artışlarının en belirgin olduğu temporal ve nazal-superior segmentlerde hem ölçümsel hem de biyolojik mekanizmaların eş zamanlı rol oynadığı düşünülmektedir.

Klinik açıdan bu bulguların dikkatle değerlendirilmesi gereklidir. RSLT ölçümlerindeki postoperatif artışlar, nöronal kazanım veya gerçek aksonal kalınlaşma olarak yorumlanmamalıdır. Bu nedenle, cerrahi sonrası dönemde RSLT için yeni bir referans değer oluşturulmalı ve ilerleme analizleri bu yeni baz alınarak yapılmalıdır. Aksi halde glokom takibinde yanlış pozitif progresyon ya da gerçek kayıpların maskelenmesi riski söz konusu olabilir. Özellikle PES glokomu progresyon açısından yüksek riskli bir fenotip olduğundan, postoperatif RSLT değerlendirmelerinde sinyal kalitesi, maküler segmentasyon doğruluğu ve cihazlar arası tutarlılığın titizlikle gözetilmesi kritik öneme sahiptir.

6. SONUÇLAR

Bu prospektif ve tek merkezli klinik çalışmada, PES tanılı katarakt hastalarında komplikasyonsuz fakoemülsifikasyon cerrahisinin retina ve koroid mikroyapıları üzerindeki erken dönem etkileri hem fonksiyonel hem de yapısal parametreler temelinde ayrıntılı biçimde değerlendirilmiştir. Çalışmadan elde edilen bulgular, görsel fonksiyonların hızlı iyileşmesinin yanı sıra retina ve optik sinir ekseninde bölgesel ve eşzamanlı adaptif değişimlerin gerçekleştiğini ortaya koymaktadır.

Cerrahi sonrasında en iyi düzeltilmiş görme keskinliğinde anlamlı bir artış gözlenmiş, bu da optik ortamın yeniden saydamlaşmasının PES olgularında fonksiyonel kapasiteyi kısa sürede geri kazandırdığını göstermiştir. Görme keskinliğindeki bu iyileşme, katarakt cerrahisinin yalnızca optik rehabilitasyon değil, aynı zamanda retinal fonksiyonların erken dönemde yeniden dengelenmesine katkıda bulunduğunu ortaya koymaktadır.

GİB belirgin ve istatistiksel olarak anlamlı azalma saptanmış, bu durum fakoemülsifikasyonun PES olgularında mekanik ve biyomekanik yeniden düzenlenmeler aracılığıyla aköz hüme dışı akışını kolaylaştırarak glokom progresyon riskini azaltabilecek ek bir terapötik fayda sunduğunu düşündürmektedir. Bu bulgu, PES fenotipinde cerrahinin yalnızca görsel fonksiyon değil, aynı zamanda oküler basınç kontrolü açısından da stratejik değer taşıdığını göstermektedir.

Makuladüzeyinde hem iç hem de dış makula kalınlıklarında belirgin kalınlaşmalar kaydedilmiş; makula tabakalarında adaptif değişimlerin yoğunlaştığı görülmüştür. GHT kalınlığında anlamlı farklılık izlenmemiştir. Bu desen, cerrahi sonrası erken yapısal adaptasyonların daha çok sinaptik ağ ve fotoreseptör düzeyinde gerçekleştiğini, nöronal hücre bütünlüğünün ise kısa dönemde korunduğunu düşündürmektedir. Retina pigment epiteli (RPE) tabakasında anlamlı bir artış saptanmış; bu değişim hem cerrahiye bağlı biyolojik süreçlerin hem de optik ortam saydamlaşmasına bağlı ölçüm kalitesi artışının birleşik etkisiyle açıklanabilir.

SMK'de gözlenen anlamlı artış, subklinik düzeyde maküla ödemi riskini düşündürmektedir. Özellikle PES olgularında cerrahi sonrası inflamatuvar yanıtın daha güçlü olabileceği dikkate alındığında, bu bulgu klinik izlemde topikal antiinflamatuvar tedavilerin önemini desteklemekte ve postoperatif 4-6. haftada yapılacak OKT kontrollerinin subklinikmaküla ödeminin erken tanısı için kritik değer taşıdığını göstermektedir.

RSLT incelemelerinde hem maküler hem de peripapiller bölgelerde istatistiksel olarak anlamlı kalınlaşmalar izlenmiş; segmental düzeyde özellikle temporal ve nazal-superior bölgelerde belirgin artışlar kaydedilmiştir. Bu sonuç, ölçüm koşullarındaki iyileşmenin yanı sıra, cerrahiye izleyen dönemde aksonal yapılarda geçici biyolojik adaptasyonların da rol oynayabileceğini düşündürmektedir. Klinik açıdan, RSLT ölçümlerinde cerrahi sonrası yeni bir referans çizgisi oluşturulması gerekmekte; aksi takdirde glokom takibinde yanlış pozitif progresyon veya mevcut kayıpların maskelenmesi riski doğabilmektedir.

Koroid kalınlığı incelemelerinde subfoveal, temporal ve nazal bölgelerde sınırlı artış eğilimleri gözlenmiş ancak istatistiksel anlamlılığa ulaşmamıştır. Bu durum, PES olgularında koroidal rezervin sınırlı olabileceğini ve koroidal yanıtın erken dönemde sönük kaldığını göstermektedir. İzlem süresinin kısa olması ve koroid kalınlığının diüurnal varyasyonlara duyarlılığı, bu bulguların yorumlanmasında sınırlayıcı faktörlerdir.

Genel olarak bu çalışma, PES olgularında komplikasyonsuz fakoemülsifikasyon cerrahisinin yalnızca görsel fonksiyonlarda iyileşme sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda retina ve optik sinir ekseninde erken dönemde dinamik ve bölgesel yapısal adaptasyonlara yol açtığını göstermiştir. Bulgular, PES hastalarının cerrahi sonrası takibinde yalnızca görme keskinliği ve GİB ölçümlerine odaklanmanın yetersiz olduğunu; makula tabakaları, RSLT segmentleri ve koroid parametrelerinin multimodal görüntüleme yöntemleri ile bütüncül biçimde değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Bu çalışmada; hasta sayısının az olması, tek merkez ve tek cerrah tarafından ameliyatların yapılması, koroid kalınlığının manuel ölçülmesi, koroid değerlendirilmesinin merkezimizde OKTA olmadığından EDI-OKT ile ölçülmesi gibi kısıtlılıklar mevcuttur.

Sonuç olarak, PES olgularında komplikasyonsuz fakoemülsifikasyon cerrahisi erken postoperatif dönemde görsel fonksiyonlarda anlamlı iyileşme, göz içi basıncında belirgin azalma ve retina–optik sinir ekseninde senkronize mikroyapısal yeniden yapılanmaya yol açmaktadır. Bu bulgular, klinik uygulamada cerrahinin yalnızca görsel rehabilitasyon değil, aynı zamanda glokom riski taşıyan hastalarda koruyucu bir strateji olarak da değerlendirilebileceğini göstermektedir. Orta ve uzun dönemli izlem çalışmalarının, bu erken adaptasyonların kalıcılığını, glokom progresyonu üzerindeki etkilerini ve PES fenotipine özgü farklılıkları daha kapsamlı biçimde aydınlatması gerekmektedir.

8. KAYNAKLAR

1. Tekcan H, Alpogan O, İmamoglu S. Pseudoexfoliation Glaucoma as a Predictor of Refractive Surprise After Uneventful Cataract Surgery. *Journal of Glaucoma*, 2023, 32(4):272-279.
2. VázquezFerreiro P. Complicaciones De La Facoemulsificación En SíndromePseudoexfoliativo: Un Estudio De Cohortes (DoctoralDissertation, Universidad De Granada). 2018. [<http://hdl.handle.net/10481/51118>]
3. Singh VM, Yerramneni R, Madia T, Prashanthi S, Vaddavalli PK, Reddy JC. Complications and Visual Outcomes of Cataract Surgery in Patients with Pseudoexfoliation. *International Ophthalmology*, 2021, 41(7):2303-2314.
4. Ülkü, G. Psödoeksfoliasyon Sendromlu Olgularda Katarakt Cerrahisi Sonuçlarımız, Sakarya Üniversitesi Tıp Fakültesi, Tıpta Uzmanlık Tezi, 2013
5. Çoşkun M. Psödoeksfoliasyon Varlığının Fakoemülsifikasyon ile Katarakt Cerrahisi Sonrası Kornea Ödemine ve Göz İçi Basıncına Etkisi. *Türk Tıp Dergisi*, 2008, 2(1):231-234.
6. Şahan B. Katarakt Cerrahisinde Preoperatif Ön Kamara Parametreleri ile Postoperatif Refraktif Sapma Arasındaki İlişki, Bezmialem Vakıf Üniversitesi Tıp Fakültesi, Uzmanlık Tezi, 2016
7. Küçüksümer Y, Bayraktar Ş, Altan T, Yılmaz ÖF. Psödoeksfoliasyon Sendromu ile Birlikte Olan Kataraktların Fakoemülsifikasyonu Sırasında Kapsüloreksisi Takiben Kapsül Germe Halkası Uygulaması. *Van Tıp Dergisi*, 2000, 7(3):106-112.
8. Güven D. Retina ve Optik Sinirin Anatomisi ve Fizyolojisi. *Türkiye Klinikleri Ophthalmology Special Topics*, 2009, 2(3):6-12.
9. Katsimpris JM, Petropoulos IK, Apostolakis K, Feretis D. Comparing Phacoemulsification and Extracapsular Cataract Extraction in Eyes with Pseudoexfoliation Syndrome, Small Pupil, and Phacodonesis. *Klin Monbl Augenheilkd*, 2004, 221(5): 328-333.
10. Kutluk S. Pediatrik Gözün Gelişimi (Gözün ve Görmenin Gelişimi). *Türkiye Klinikleri Pediatric Sciences-Special Topics*, 2005, 1(6):1-9.

11. Shilpa IN. Foveal Thickness Before and After Phacoemulsification in Cataract Patients with Diabetes Mellitus without Diabetic Maculopathy as Measured by Optical Coherence Tomography (Master's Thesis, Rajiv Gandhi University Of Health Sciences (India)). 2018.
12. Özcan PY, Altıntaş AGK, Sönmez K. Psödoeksfoliatif Sendromlu Olgularda Fakoemulsifikasyon Cerrahisi Öncesi ve Sonrası Keratometrik verilerin Normal Bireylerle Karşılaştırılması. Türkiye Klinikleri Journal of Ophthalmology, 2012, 21(1):12-16.
13. Svjaschenkova L, Zemitis A, Gredzens J, Laganovska G. Comparison of Vascular Density Changes After Cataract Surgery in Diabetic Patients with and without Pseudoexfoliation Syndrome Using Optical Coherence Tomography Angiography. Biomedicines, 2025, 13(4): 908.
14. Dwivedi NR, Dubey AK, Shankar PR. Intraoperative And Immediate Postoperative Outcomes Of Cataract Surgery Using Phacoemulsification In Eyes With And Without Pseudoexfoliation Syndrome. Journal Of Clinical and Diagnostic Research, 2014, 8(12): VC01-VC05.
15. Aslan F, Öktem Ç. Does Pseudoexfoliation Syndrome Affect The Choroidal Response After Uneventful Phacoemulsification. Investigative Ophthalmology ve Visual Science, 2020, 61(10):8.
16. Ilveskoski L, Taipale C, Holmström EJ, Tuuminen R. Macular Edema After Cataract Surgery in Eyes With And Without Pseudoexfoliation Syndrome. European Journal of Ophthalmology, 2019, 29(5):504-509.
17. Saber EE, Fayed A, Farid MF, Salem AS. Evaluation of Choroidal Thickness After Uncomplicated Phacoemulsification Surgery Using Optical Coherence Tomography. Benha Journal of Applied Sciences, 2021, 6(2):27-32.
18. Kocak Altıntaş AG, İlhan C. Comparison of phaco time parameters in eyes with and without glaucoma filtration surgery due to pseudoexfoliation glaucoma. Eur J Ophthalmol. 2021, 32(2):918-923.
19. Ibrahim AM, Elgouhary SM, Nassar MK, El Batanony AH. Changes in Choroidal Thickness After Cataract Surgery. In Seminars in Ophthalmology, 2018, 33(5):664-670.

20. Deepthi S. Results Of Small IncisionCataractSurgery (Sıcs) İn PatientsWithNonDilatingPupil A ProspectiveStudy (Master'sThesis, Rajiv Gandhi University Of HealthSciences (India)). 2018.
21. Kazak E, Tektaş N. Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi Öğrencilerinin Anatomi ve Fizyoloji Dersine İlişkin Metaforik Algıları. Manisa Celal Bayar Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 2025, 13(1):14-44.
22. Akyüz G, Leblebiciler MA. Otonom Sinir Sistemi Anatomisi ve Değerlendirilmesi. Türkiye Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Dergisi, 2012, 58(1):1-5.
23. Turamanlar O. Anatomi Bakış Açısı ile Mehmed Atâullah Efendi (Şânizâde). Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Lokman Hekim Tıp Tarihi ve Folklorik Tıp Dergisi, 2023, 13(3):498-503.
24. Kâhya, E. Şerefeddin Sabuncuoğlu'ndaki Göz Hastalıklarının Kısa Bir Değerlendirmesi. Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Lokman Hekim Tıp Tarihi ve Folklorik Tıp Dergisi, 2011, 1(1):33-37.
25. Çankaya AB, Elgin U, Karahan S, Zilelioğlu O. Fakoemülsifikasyon Cerrahisi Sonrası, Psödoeksfoliasyon Sendromlu Olguların Merkezi Kornea Kalınlıklarının, Normal Bireylerle Karşılaştırılması. Glokom-Katarakt/Journal Of Glaucoma-Cataract, 2007, 2:157-162.
26. Öskan S, Çalışkan S, Özgür ÖR. Psödoeksfoliasyon Sendromlu Olgularda Katarakt Cerrahisi Sonuçları. Journal Of Kartal Training ve ResearchHospital/Kartal Eğitim ve Arastirma Hastanesi Tıp Dergisi, 2015, 26(1):54-58.
27. Oltulu R, Şahin A, Pekel H. Psödoeksfoliasyon Sendromlu Gözlere Uygulanan Fakoemülsifikasyon Cerrahisinde Görülen İntraoperatif Komplikasyonlar. Tıp Araştırmaları Dergisi. 2008;6(3):142-145.
28. Coşkun MC. Kapsül Kontraksiyon Sendromu. Dicle Tıp Dergisi, 2009, 36(2):151-154.
29. Benekos K, Tsaousis KT, Detorakis ET. Intraocularpressurereductionfollowingphacoemulsification: A systematicreviewand meta-analysis. Journal of ClinicalMedicine, 2024, 13(22):6774.
30. Huang G, Gonzalez E, Peng PH, Lee R, Leeungurasatien T, He M, Porco T, Lin SC. Anterior chamberdepth, iridocornealanglewidth, andintraocularpressurechangesafterphacoemulsification: narrowvsopeniridocornealangles.

ArchOphthalmol. 2011, 129(10):1283-1290. doi: 10.1001/archophthalmol.2011.272. Erratum in: ArchOphthalmol. 2011, 129(11):1497.

31. Merkur A, Damji KF, Mintsoulis G, Hodge WG. Intraocular pressure decrease after phacoemulsification in patients with pseudoexfoliation syndrome. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, 2001, 27(4):528–532.

32. Sethia R, Pothuri NA, Desai AJ, Kothari RN, Shah A, Patel J. Changes in IntraOcular Pressure after Cataract Surgery. *Indian Journal of Forensic Medicine and Toxicology*, 2021, 15(2):638–646.

33. Zeng S, Liang C, He Y, Chen Y, Zhao Q, Dai S, Cheng F, Zhang J, Jiang X. Changes of Subfoveal Choroidal Thickness after Cataract Surgery: A Meta-Analysis. *Journal of Ophthalmology*, 2018: 2501325.

34. Pierru A, Carles M, Gastaud P, Baillif S. Measurement of subfoveal choroidal thickness after cataract surgery in enhanced depth imaging optical coherence tomography. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 2014, 55(8): 4967-4974.

35. Li F, Ma L, Geng Y, Yan X, Zhang H, Tang G, Shang Q. Comparison of Macular Choroidal Thickness and Volume between Pseudoexfoliative Glaucoma and Pseudoexfoliative Syndrome. *Journal of Ophthalmology*, 2020:8886398.

36. Fekrazad S, Gouravani M, Hassanzadeh G, Mafhoumi A, Mirzad M, S Vafa S, Xu B, Arevalo JF. Optical Coherence Tomography Alteration of the Choroid and Lamina Cribrosa in Pseudoexfoliation Syndrome and Glaucoma. *J Glaucoma*. 2025, 34(7):507-519.

37. Tan CS, Ouyang Y, Ruiz H, Sadda SR. Diurnal variation of choroidal thickness in normal, healthy subjects measured by spectral domain optical coherence tomography. *Investigative ophthalmology & visual science*, 2012, 53(1):261-266.

38. Zhao B, Zhang H, Fang X, Wang Y, Chai J, Li Y, Khan MA, Hua X. Evaluation of retinal and choroidal microvascular alteration after ICL V4c implantation based on OCTA. *BMC Ophthalmol*. 2024, 24(1):487.

39. Chu CJ, Johnston RL, Buscombe C, Sallam AB, Mohamed Q, Yang YC; United KingdomPseudophakicMacularEdemaStudyGroup. Risk FactorsandIncidence of MacularEdemaafterCataractSurgery: A Database Study of 81984 Eyes. *Ophthalmology*. 2016, 123(2):316-323.
40. De Maria M, Iannetta D, Cimino L, Coassin M, Fontana L. Measuring anterior chamberinflammationaftercataractsurgery: a review of theliteraturefocusing on thecorrelationwithcystoidmacularedema. *ClinicalOphthalmology*, 2020, 14: 41-52.
41. Yildirim Z, Yildirim F, Uçgun NI, Sepici-Dinçel A. The role of thecytokines in thepathogenesis of pseudoexfoliationsyndrome. *Int J Ophthalmol*. 2013;6(1):50-53.
42. AdhiMehreen, DukerJay S. Optical coherencetomography – currentandfutureapplications. *CurrentOpinion in Ophthalmology*, 2013, 24(3): 213-221.
43. Gershoni A, Barayev E, Vainer I, Allon R, Yavnieli R, Shapira Y, Mimouni M, Geffen N, Nemet AY, Segal O. Thicknessmeasurementstakenwiththespectralis OCT increasewithdecreasingsignalstrength. *BMC Ophthalmol*. 2022, 22(1):148.
44. Holló G, Katsanos A, Konstas AG. Management of exfoliativeglaucoma: challengesandsolutions. *ClinOphthalmol*. 2015, 9:907-919.
45. Quintana NE, Allocco AR, Ponce JA, Magurno MG. Nonsteroidal anti-inflammatorydrugs in theprevention of cystoidmacularedemaafteruneventfulcataractsurgery. *ClinOphthalmol*. 2014, 8:1209-1212.
46. Pournaghi M, Meshksar A, Ashrafi S, Hassanpour K, Mohammad-Rabie H, Yazdani S, Kheiri B, Idani D, Sharifipour F. Effect of cataractsurgery on macularandperipapillaryopticalcoherencetomographyvalues. *IntOphthalmol*. 2025, 45(1):189.
47. Jha B, Sharma R, Vanathi M, Agarwal T, Sidhu T, Tomar A, Dada T. Effect of phacoemulsification on measurement of retinal nerve fiber layerandopticnerveheadparametersusingspectral-domain-opticalcoherencetomography. *Oman J Ophthalmol*. 2017, 10(2):91-95.
48. Bae KW, Kim DI, Hwang DD. Long-TermChanges in Retinal Nerve Fiber LayerThicknessafterVitreotomyforEpiretinalMembrane Using Optical CoherenceTomographyImages. *Life (Basel)*. 2023, 13(9):1804.

49. Shrivastava A, Singh K. The impact of cataract surgery on glaucoma care. *Curr Opin Ophthalmol*. 2014, 25(1):19-25.



HARRAN ÜNİVERSİTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURUL KARARI

TARİH	: 26.08.2024
OTURUM	: 12
SAAT	: 13. ³⁰

HRÜ/24.12.13

Karar: Adıyaman Üniversitesi Tıp Fakültesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı Dr. Öğr. Üyesi Burak ÖREN'in yürütücüsü olduğu "**Psödoeksfolyasyon Sendromlu Katarakt Hastalarında Komplikasyonsuz Fakoemülsifikasyon Cerrahisi Sonrası Koroid ve Retinal Yapıların Değerlendirilmesi**" başlıklı çalışmasına Etik Kurul Onayı verilmesine

Oy birliğiyle karar verilmiştir.