T. C.
SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
ÜMRANİYE EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ
GÖZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

UZUN SÜRELİ KONTAKT LENS KULLANIMININ OKÜLER YÜZEY MORFOLOJİSİ ve MEİBOMİAN BEZ FONKSİYONLARINA ETKİSİ

Dr. Gizem Aygün

(TIPTA UZMANLIK TEZİ)

İSTANBUL - 2025

T. C.
SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
ÜMRANİYE EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ
GÖZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

UZUN SÜRELİ KONTAKT LENS KULLANIMININ OKÜLER YÜZEY MORFOLOJİSİ ve MEİBOMİAN BEZ FONKSİYONLARINA ETKİSİ

Dr. Gizem Aygün
Tez Danışmanı: Prof. Dr. Betül İlkay Sezgin Akçay

(TIPTA UZMANLIK TEZİ)

İSTANBUL - 2025

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim ve tez sürecim boyunca bana yol gösteren, bilgi ve tecrübelerini cömertçe paylaşarak mesleki gelişimime büyük katkı sağlayan; hem akademik hem de manevi anlamda her zaman arkamda olduğunu hissettiren çok değerli tez danışmanım ve eğitim sorumlum Prof. Dr. Betül İlkay Sezgin Akçay'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Hem cerrahi anlamda ellerimden tutup yetişmeme katkı sağlayan hem de mesleki duruşumu ve yaklaşımımı kazanmamı sağlayan, gerektiğinde bir abi, bir abla gibi yanımda olan çok değerli uzmanlarıma ayrıca teşekkür etmek isterim.

Asistanlığımın ilk gününden itibaren beni sahiplenip ailem gibi hissettiren, özellikle sevgili kıdemlilerime ve işe severek gelmemi sağlayan; bu dört yılı benim için çok daha anlamlı ve kıymetli kılan, bağlarımızın hiç kopmayacağına inandığım tüm asistan arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Beraber uyum ve titizlik içinde çalıştığımız tüm göz kliniği çalışanlarına teşekkür ederim.

Tüm zorlu ve stresli zamanlarımda olduğu gibi bu süreçte de en çok yanımda olan canım anneme ve bugüne kadar attığım her adımda desteğini ve sevgisini koşulsuz hissettiren değerli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu süreçte gösterdiğim yoğun özveri ve çabayı anmak, bu çabanın bu çalışmanın şekillenmesine katkıda bulunduğunu ifade etmek isterim.

Dr. Gizem Aygün

İstanbul, 2025

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR i
İÇİNDEKİLER ii
KISALTMA VE SİMGELER iv
TABLOLAR LİSTESİ vi
ŞEKİLLER VE GRAFİKLER LİSTESİ vii
ÖZET ix
ABSTRACT xi
1. GİRİŞ ve AMAÇ 1
2. GENEL BİLGİLER 3
2.1. KONTAKT LENSLER 3
2.1.1. Kontakt Lenslerin Tarihçesi ve Gelişim Süreci 3
2.1.2. Yumuşak Kontakt Lensler 4
2.1.3. Silikon Hidrojel Kontakt Lensler 5
2.1.4. Kontakt Lens Kullanıcılarının Demografik Özellikleri 6
2.1.5. Kontakt Lens Kullanım Alanları 7
2.1.6. Kontakt Lens Kullanımı ile İlişkili Komplikasyonlar 8
2.1.6.1. Gözyaşı Filmi Üzerine Etkiler 8
2.1.6.2. Mekanik Travmaya Bağlı Komplikasyonlar 9
2.1.6.3. Hipoksiye Bağlı Korneal Değişiklikler 10
2.1.6.4. Meibomian Bez Disfonksiyonu (MBD) 10
2.1.6.5. Enfeksiyöz Komplikasyonlar 11
2.1.6.6. İnflamatuvar Komplikasyonlar 12
2.1.6.7. Alerjik Reaksiyonlar 13
2.1.6.8. Uzun Dönem Etkiler ve Dropout 13
2.2. GÖZ KAPAKLARI ve KORNEA 14
2.2.1. Embriyoloji 14
2.2.2. Anatomi 15
2.2.2.1. Göz Kapakları 15
2.2.2.2. Meibomian Bezler 15
2.2.2.3. Konjonktiva 16
2.2.2.4. Gözyaşı Filmi 16
2.2.2.5. Kornea 17

2.2.3. Fizyoloji 18
2.2.3.1. Kornea Metabolizması ve Klinik Önemi 18
2.2.3.2. Gözyaşı Filminin Metabolik Önemi 19
2.3. KURU GÖZ HASTALIĞI ve PATOFİZYOLOJİSİ 20
2.3.1. Tanım ve Sınıflama 20
2.3.2. Epidemiyoloji 20
2.3.3. Patofizyoloji 21
2.3.4. Risk Faktörleri 22
2.3.5. Meibomian Bez Disfonksiyonu ve Kuru Gözle İlişkisi 22
2.4. KURU GÖZ HASTALIĞINDA TANISAL YÖNTEMLER 23
2.4.1. Semptomların Değerlendirilmesi ve Anketler 23
2.4.2. Gözyaşı Filmi Stabilitesi Testleri 24
2.4.3. Osmolarite Ölçümü 25
2.4.4. Göz Yüzeyi Boyaları 25
2.4.5. Gözyaşı Miktarı Testleri 26
2.4.6. Meibomian Bez Fonksiyonlarının Değerlendirilmesi 27
2.4.7. Tanısal Testlerin Sınırlılıkları ve Klinik Entegrasyonu 28
2.5. KONTAKT LENS KULLANIMININ ÖN SEGMENT YAPILARINA ETKİSİ 28
2.5.1. Speküler Mikroskopi 28
2.5.2. Korneal Tomografi / Topografi 30
2.5.3. Wavefront Analiz 32
3. GEREÇ VE YÖNTEM 36
4. BULGULAR 41
5. TARTIŞMA 78
5.1. SEMPTOM ANKETLERİ ve CLD 78
5.2. SPK, TBUT, NIBUT, SCHİRMER, LİSSAMİNE GREEN 81
5.3. MGD VE MEİBOGRAFİ 85
5.4. SPEKÜLER MİKROSKOPİ 89
5.5. TOPOGRAFİ 90
5.6. WAVEFRONT ANALİZİ 95
6. SONUÇ 97
7. KAYNAKLAR 100

KISALTMA VE SİMGELER

AVG : Average Cell Area
BCV : Baiocchi-Calossi-Versaci İndeksi
BUT / TBUT : Tear Break-Up Time (Gözyaşı Kırılma Zamanı)
CCT : Central Corneal Thickness
CD : Cell Density
CL : Contact Lens (Kontakt Lens)
CLDEQ-8 : Contact Lens Dry Eye Questionnaire-8
CYL : Cylinder (Silindirik Kırma Kusuru)
DED : Dry Eye Disease (Kuru Göz Hastalığı)
DEWS : Dry Eye Workshop Study
Dk : Oksijen Geçirgenliği Katsayısı
Dk/t : Oksijen Transmisibilitesi
ECD : Endothelial Cell Density
FBUT : Fluorescein Tear Break-Up Time
FDA : Food and Drug Administration
GP / RGP : Rigid Gas Permeable Lens
GPC : Giant Papillary Conjunctivitis
HEX : Hexagonality (Heksagonal Hücre Oranı)
HVID : Horizontal Visible Iris Diameter
KL : Kontakt Lens
KVF : Kornea Ön Elevasyonu/ Corneal Frontal Elevation
KVB : Kornea Arka Elevasyonu/ Corneal Back Elevation
LSA : Longitudinal Spherical Aberration
MAA : Methacrylic Acid
MBD / MGD : Meibomian Gland Dysfunction (Meibomian Bez Disfonksiyonu)
NUM : Number of Cells
NIBUT : Non-Invasive Break-Up Time
OSDI : Ocular Surface Disease Index
OPD : Optical Path Difference

pHEMA / HEMA **:** Poly-2-Hydroxyethyl Methacrylate

PMMA **:** Polymethyl Methacrylate

PVA **:** Polyvinyl Alcohol

RMS **:** Root Mean Square (Aberasyon Toplam Şiddeti)

SD **:** Standard Deviation (Standart Sapma)

SEAL **:** Superior Epithelial Arcuate Lesion

SPK **:** Superficial Punctate Keratitis (Yüzeyel Punktat Keratit)

TFOS **:** Tear Film & Ocular Surface Society

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1: Katılımcıların Demografik ve Klinik Özellikleri 41
Tablo 2: Speküler Mikroskopi, Biyomikrosopi ve Korneal Topografi Parametrelerine ait Tanımlayıcı İstatistikler 42
Tablo 3: Korneal Simetri İndeksleri, Ektazi Göstergeleri, Wavefront Analiz Parametreleri Tanımlayıcı İstatistikleri 43
Tablo 4: Grupların Demografik, Refraktif ve Semptom Skorları Parametrelerinin Karşılaştırılması 45
Tablo 5: Grupların Meiboskor Yüzdelik Değerleri, Grade Dağılımları ve NIBUT Ölçümlerinin Karşılaştırması 51
Tablo 6: Grupların Speküler Mikroskopi Parametrelerinin Karşılaştırılması 59
Tablo 7: Grupların Biyomikroskopik Bulgular ve Oküler Yüzey Testlerinin Karşılaştırılması 59
Tablo 8: Grupların Korneal Özet İndeksleri Karşılaştırılması 63
Tablo 9: Grupların Ön ve Arka Keratometrik Değerlerinin Karşılaştırılması 66
Tablo 10: Grupların Korneal Simetri ve Ektazi İndekslerinin Karşılaştırılması 69
Tablo 11: Grupların Wavefront Analizi Değerlerinin Karşılaştırılması 73
Tablo 12: SPK Derecesine Göre Semptom Skorları ve KL Maruziyet Süresinin Karşılaştırılması .....
Tablo 13:. MGD Derecesine Göre Semptom Skorları ve KL Maruziyet Süresinin Karşılaştırılması 74
Tablo 14: Lissamine Derecesine Göre Semptom Skorları ve KL Maruziyet Süresinin Karşılaştırılması 75
Tablo 15: Semptom Skorlarına Göre Gözyaşı Stabilite ve Miktar Parametreleri Arasındaki Korelasyonlar 76
Tablo 16: Meiboskor ile Gözyaşı Stabilitesi Parametreleri Korelasyonu 77
Tablo 17: KL Maruziyet Süresi ile Gözyaşı Stabilitesi Parametreleri Korelasyonu 77
Tablo 18: KL Takma Süresi ile Endotelyal Hücresel Parametreler Arasındaki Korelasyonlar 77

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Sferik Değer Ortalamaları 45
Şekil 2: Silindirik Değer Ortalamaları 45
Şekil 3: OSDI Skor Ortalamaları 46
Şekil 4: CLDEQ-8 Skor Ortalamaları 46
Şekil 5: KL Kullanım Yılı Ortalamaları 46
Şekil 6: KL Kulanım Saati Ortalamaları 46
Şekil 7: Ortalama Üst Meibomian Bez Kayıp Yüzdeleri Dağılımı 48
Şekil 8: Ortalama Alt Meibomian Bez Kayıp Yüzdeleri Dağılımı 48
Şekil 9: Ortalama Üst Meibomian Bez Kayıp Dereceleri Dağılımı 48
Şekil 10: Ortalama Alt Meibomian Bez Kayıp Dereceleri Dağılımı 49
Şekil 11: NIBUT-I Değerleri Ortalamaları 49
Şekil 12: NIBUT-AVG Değerleri Ortalamaları 49
Şekil 13: NUM Değerleri Ortalamaları 54
Şekil 14: CD Değerleri Ortalamaları 54
Şekil 15: AVG Değerleri Ortalamaları 54
Şekil 16: SD Değerleri Ortalamaları 54
Şekil 17: CV Değerleri Ortalamaları 54
Şekil 18: MAX Değerleri Ortalamaları 54
Şekil 19: MIN Değerleri Ortalamaları 55
Şekil 20: HEX Değerleri Ortalamaları 55
Şekil 21: TBUT Değerleri Ortalamaları 56
Şekil 22: Schirmer Değerleri Ortalamaları 56
Şekil 23: SPK Derecesi Dağılımları 57
Şekil 24: MGD Derecesi Dağılımları 57
Şekil 25: Lissamine Derecesi Dağılımları 60
Şekil 26: Thinnest Location X Ortalamaları 61
Şekil 27: Thinnest Location L Ortalamaları 61
Şekil 28: Thinnest Location Kalınlığı Ortalamaları 62
Şekil 29: Apex Location X Ortalamaları 62
Şekil 30: Apex Location Y Ortalamaları 62

Şekil 31: Apex Location Kalınlığı Ortalamaları 62
Şekil 32: Apex Curvature Ortalamaları 62
Şekil 33: SimK1-SimK2 Ortalamaları 64
Şekil 34: SimKAvg Ortalamaları 64
Şekil 35: SimK CYL Ortalamaları 65
Şekil 36: SimK Ax Ortalamaları 65
Şekil 37: Back K1- Back K2 Ortalamaları 67
Şekil 38: Back KAvg Ortalamaları 67
Şekil 39: KVF Ortalamaları 67
Şekil 40: SIB Ortalamaları 67
Şekil 41: KVB Ortalamaları 68
Şekil 42: BCV F Ortalamaları 68
Şekil 43: BCV B Ortalamaları 68
Şekil 44: BCV T Ortalamaları 68
Şekil 45: RMS OPD Ortalamaları 69
Şekil 46: RMS HOA Ortalamaları 69
Şekil 47: RMS Astigmatism Ortalamaları 70
Şekil 48: Wavefront CYL Ortalamaları 70
Şekil 49: Wavefront Ax Ortalamaları 71
Şekil 50: RMS Coma Ortalamaları 71
Şekil 51: Sferik Aberasyon Ortalamaları 71
Şekil 52: LSA Ortalamaları 71
Şekil 53: SPK Derecesine Göre Semptom Skorları ve Kontakt Lens Maruziyet Süresinin Karşılaştırılması 74
Şekil 54: MGD Derecesine Göre Semptom Skorları ve Kontakt Lens Maruziyet Süresinin Karşılaştırılması 75
Şekil 55: Lissamine Derecesine Göre Semptom Skorları ve Kontakt Lens Maruziyet Süresinin Karşılaştırılması 76

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, uzun süreli silikon hidrojel kontakt lens (KL) kullanımının oküler yüzey, meibomian bez fonksiyonu, gözyaşı filmi özellikleri, korneal topografi ve endotel morfolojisi üzerindeki etkilerini değerlendirmek ve bu değişikliklerin kullanım süresiyle ilişkisini araştırmaktır.

Gereç-Yöntem: 15.08.2025–31.10.2025 tarihleri arasında SBÜ Ümraniye Eğitim ve Araştırma Hastanesi Kontakt Lens Birimi'ne başvuran 190 hastanın 380 gözü prospektif olarak değerlendirildi. Katılımcılar KL kullanım sürelerine göre dört gruba ayrıldı: kontrol (hiç KL kullanmamış, n=100 göz), 1–5 yıl (n=92 göz), 5–10 yıl (n=82 göz) ve ≥10 yıl (n=106 göz) KL kullanıcıları. Tüm olgulara OSDI ve CLDEQ-8 anketleri uygulandı; refraksiyon muayenesi, biyomikroskopik muayene, speküler mikroskopi, NIBUT, korneal topografi, meibografi ve wavefront analizleri standart protokolle değerlendirildi. Ölçümlerin tamamı kontakt lens bırakımından en az 1 hafta sonra ve aynı cihazlarla gerçekleştirilmiştir.

Bulgular: Çalışmaya dahil edilen 380 gözde, kontakt lens kullanım süresi arttıkça kuru göz semptomlarının, konjonktival ve korneal boyanma bulgularının belirgin şekilde arttığı, TBUT ve non-invaziv BUT değerlerinin anlamlı şekilde azaldığı saptandı. Meibomian bez değerlendirmesinde, 5 yıl ve üzeri lens kullanan gruplarda MGD derecesinin belirgin olarak yükseldiği, özellikle alt kapakta daha belirgin morfolojik değişiklikler olduğu izlendi.

Korneal topografide, istatistiksel farklılıklar görülmekle birlikte bu değişiklikler klinik açıdan anlamlı değildi ve kullanım süresiyle ilişkili tutarlı bir patern göstermedi. En ince nokta, apex lokasyonları ve anterior–posterior keratometri değerleri tüm gruplarda genel olarak benzerdi. Wavefront analizinde total optik aberasyon, yüksek dereceli aberasyonlar ve koma aberasyonları açısından gruplar arasında anlamlı fark izlenmedi. Speküler mikroskopi sonuçlarında, endotel hücre yoğunluğu gruplar arasında stabil seyretti ve kullanım süresi ile endotel parametreleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmadı.

Sonuç: Uzun süreli kontakt lens kullanımının, OSDI ve CLDEQ-8 skorlarında anlamlı artışa yol açarak subjektif kuru göz semptomlarını belirgin şekilde artırdığı; buna paralel olarak oküler yüzey boyanma skorlarında, MGD bulgularında ve objektif meibografi skorlarında anlamlı artış olduğu saptanmıştır. Buna karşın korneal topografi, wavefront aberasyonları ve endotel hücre parametreleri kullanım sürelerinden bağımsız olarak büyük ölçüde benzer bulunmuş; klinik olarak anlamlı bir morfolojik bozulma izlenmemiştir. Sonuçlar, uzun süreli kontakt lens kullanımının oküler yüzeyi etkilediğini ancak korneal yapı ve optik kalitenin büyük ölçüde korunduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Silikon Hidrojel Kontakt Lens, Meibomian Bez Disfonksiyonu, OSDI, CLDEQ-8, Sirius Topografi Cihazı, Meibografi, Speküler Mikroskopi, Kuru Göz

ABSTRACT

Purpose: This study aimed to evaluate the effects of long-term silicone hydrogel contact lens (CL) wear on the ocular surface, meibomian gland function, tear film characteristics, corneal topography and endothelial morphology and to investigate the correlation of these changes with the duration of CL use.

Material-Method: A total of 380 eyes from 190 patients who presented to the Contact Lens Unit of University of Health Sciences Ümraniye Training and Research Hospital between 15 August 2025 and 31 October 2025 were prospectively evaluated. Participants were divided into four groups based on CL wear duration: control (never used CLs, n=100 eyes), 1–5 years (n=92 eyes), 5–10 years (n=82 eyes), and ≥10 years of CL use (n=106 eyes). All subjects underwent OSDI and CLDEQ-8 questionnaires, refraction assessment, biomicroscopic examination, specular microscopy, NIBUT measurement, corneal topography, meibography, and wavefront analysis, following a standardized protocol. All measurements were performed at least one week after discontinuation of contact lenses and with the same devices.

Results: Among the 380 eyes, subjective dry eye symptoms (OSDI and CLDEQ-8 scores) showed a significant increase with longer durations of contact lens use. This was paralleled by significant increases in conjunctival and corneal staining findings, and significant decreases in TBUT and non-invasive BUT values. In meibomian gland assessment, the grade of Meibomian Gland Dysfunction (MGD) was markedly elevated in groups wearing lenses for 5 years and longer, with morphological changes being more prominent particularly in the lower lid.

Regarding corneal topography, although statistical differences were found, these changes were not considered clinically significant and did not show a consistent pattern related to the duration of use. The thinnest point, apex location and thickness, and anterior–posterior keratometry values were generally similar across all groups. Wavefront analysis showed no significant difference among the groups concerning total optical aberration, higher-order aberrations, and coma aberrations. Endothelial cell density and morphological integrity assessed by specular microscopy remained

largely stable, with no significant correlation found between the duration of use and endothelial parameters.

Conclusion: Long-term contact lens use led to a significant increase in subjective dry eye symptoms, as reflected by higher OSDI and CLDEQ-8 scores, along with notable increases in ocular surface staining, MGD findings, and objective meibography scores. In contrast, corneal topography, wavefront aberrations, and endothelial cell parameters remained largely comparable regardless of lens wear duration, without evidence of clinically meaningful structural deterioration. These findings indicate that while long-term CL use affects the ocular surface, corneal structure and optical quality remain largely preserved.

Keywords: Silicone Hydrogel Contact Lens, Meibomian Gland Dysfunction, OSDI, CLDEQ-8, Sirius Topography, Meibography, Specular Microscopy, Dry Eye

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Kontakt lens (KL), refraktif bozuklukların düzeltilmesinde uzun yıllardır yaygın olarak tercih edilen etkili bir optik cihaz olmakla birlikte yıllar içinde kozmetik, prostetik, diagnostik ve terapötik bir cihaz olarak da oftalmoloji alanında kendine geniş bir yer edinmiştir (1). Gelişen lens teknolojileri ile birlikte yıllar içinde konfor artışı sağlanmış olsa da, uzun süreli kullanımında kapak–göz yüzeyi arasındaki mekanik etkileşime bağlı olarak göz kapaklarının anatomik yapısında, gözyaşı filmi stabilitesinde, kornea, konjonktiva ve meibomian bez morfolojisinde ve oküler yüzey biyomekaniğinde çeşitli şekillerde değişikliklere yol açabilmektedir (2,3).

Ayrıca uzun süreli kontakt lens kullanımı; endotel hücrelerinde polimegatizm, hexagonalitede azalma ve hücre yoğunluğunda değişiklikler ile ilişkilendirilmiştir (4).

Bu etkileşimler, kontakt lens ile ilişkili kuru göz semptomlarının gelişmesinde önemli rol oynamaktadır. Ayrıca yapılan çalışmalarda da uzun süreli lens kullananlarda kontakt lens kullanımından vazgeçilmesinin (drop out) başlıca sebebi kontakt lense bağlı rahatsızlık hissidir (1).

Kontakt lens (KL) kullanıcılarında gözlenen kuru göz semptomları yalnızca lens materyaline ve kullanım süresine bağlı değil; aynı zamanda çevresel koşullar (hava nem oranı, iklim, ekran kullanımı süresi), bireysel faktörler (yaş, cinsiyet, demografik özellikler, sistemik/oküler hastalıklar, ilaç kullanımı) gibi çok sayıda etkene de bağlı olarak şekillenmektedir (1).

Bununla birlikte, bazı KL kullanıcılarında belirgin kuruluk ve oküler konforsuzluk bildirilmesine rağmen, objektif testlerde anlamlı bulguya rastlanmamaktadır (1,5). Dolayısıyla, KL ilişkili kuru gözün yalnızca yapısal bozukluklara değil, multifaktöriyel ve henüz tam çözülememiş mekanizmalara bağlı olduğu düşünülmektedir ve bu alanda daha kapsamlı araştırmalara duyulan gereksinimi ortaya koymaktadır.

Bu çalışmanın temel amacı; uzun süreli kontakt lens kullanımının oküler yüzey morfolojisi ve fizyolojisi üzerinde oluşturduğu değişiklikleri incelemek, bu değişikliklerin kuru göz semptomlarıyla olan ilişkisini değerlendirmek ve KL kullanım süresinin bu etkiler üzerindeki belirleyiciliğini ortaya koymaktır. Ek olarak; kontakt lenslerin meibomian bez disfonksiyonu (MBD) gelişimi üzerindeki etkisini

değerlendirmek, kapak anatomisinde ortaya çıkan değişiklikleri biyomikroskopik bulgular ile analiz etmek, meibografi ile bez morfolojisindeki objektif farklılıkları ve bu farklılıkların semptomlarla olan ilişkisini ortaya koymaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. KONTAKT LENSLER

2.1.1. Kontakt Lenslerin Tarihçesi ve Gelişim Süreci

Kontakt lens konseptinin kökeni, Leonardo da Vinci'nin 1508 yılında gözün kırma gücünü değiştirmek amacıyla gözün su ile kaplanmasına ilişkin çizim ve açıklamalarına kadar uzanmaktadır (6). Daha sonra René Descartes, La Dioptrique (1637) isimli risalesinde gözle temas eden su dolu bir tüp tasvir ederek bu düşünceyi teorik olarak genişletmiş, ancak bu yaklaşım pratik bir uygulamaya dönüşmemiştir (7,8).

19. yüzyıl başlarında Thomas Young (1801), gözün kırma gücünü incelemek amacıyla korneanın etkisini suyla nötralize eden deneysel çalışmalar yapmıştır (9).

Ancak, ilk işlevsel kontakt lensler Adolf Eugen Fick tarafından 1888 yılında geliştirilmiş, camdan yapılmış skleral lensler ametropilerin düzeltilmesi amacıyla kullanılmaya başlanmıştır (10).

Aynı dönemde August Müller, kendi yüksek miyopisini (-14 D) düzeltmek amacıyla daha hafif ve anatomik uyumlu cam skleral lensler geliştirmiştir. Her ne kadar bu cam temelli prototipler uzun süreli kullanımda konforsuzluk yaratsa da, modern kontakt lenslerin temelini oluşturmuştur (11).

1930'larda PMMA (polimetilmetakrilat) ile periferi plastik ve merkezi camdan oluşan lensler üretilmeye başlanmış; bu lensler optik netlik ve mekanik dayanıklılık sunarken, korneaya oksijen geçirmemeleri nedeniyle uzun süreli kullanımda hipoksiye yol açmıştır (12).

1960 yılında Otto Wichterle ve ekibi tarafından geliştirilen pHEMA (poli-2-hidroksietilmetakrilat) içerikli hidrojel lensler, su içeriği ve oksijen geçirgenliği sayesinde yumuşak lenslerin doğuşunu sağlamış, bu teknoloji kullanıcı konforunu ve yaygınlığını artırmıştır (13).

1970'lerde ilk kez RGP (rigid gas permeable) lensler tanıtılmış ve lens hareketliliğini artırarak daha fazla oksijen alışverişine imkân tanımıştır. 1999 yılında ise silikon hidrojel lensler geliştirilmiş; yüksek oksijen geçirgenliğine sahip hidrofobik silikon monomerlerin avantajları, hidrofilik hidrojel monomerlerinin (örneğin HEMA)

sıvı ve iyon taşıma avantajlarıyla birleştirilmiştir (14). Bu özellikleri sayesinde silikon hidrojel lensler, hem uzun süreli kullanımda hipoksiye bağlı komplikasyon riskini azaltmakta hem de esneklik ve ıslanabilirlikleriyle kullanıcı konforunu artırmaktadır (1). Günümüzde en sık kullanılan kontakt lens çeşidi silikon hidrojel yumuşak kontakt lenslerdir (1).

2.1.2. Yumuşak Kontakt Lensler

Yumuşak kontakt lensler, hidrofilik monomerlerin polimerizasyonu (örneğin HEMA) veya kopolimerizasyonu (metakrilik asit [MAA]) ile üretilen materyallerden yapılmaktadır ve en önemli özelliklerinden biri farklı oranlarda su tutabilmeleridir. Su içeriği özellikle oksijen geçirgenliği üzerinde belirleyici rol oynarken; elastikiyet, ışık geçirgenliği ve mekanik dayanıklılık gibi parametreler polimerin kimyasal yapısı ve kullanılan monomerlerle ilişkilidir. Islanabilirlik ise materyalin yüzey özellikleri ve yardımcı monomerler (ör. MAA, PVA) ile düzenlenebilmektedir (15–17).

Geleneksel hidrojel lenslerde oksijen iletimi yalnızca su fazı üzerinden gerçekleştiği için, materyalin oksijen geçirgenliği su oranıyla doğru orantılıdır. Bu özellik, ilk kez Fatt tarafından tanımlanan Dk değeri ile ifade edilir; burada D (difüzyon katsayısı) ve k (oksijenin materyaldeki çözünürlüğü) çarpımı lensin oksijen geçirgenliğini belirler ve Barrer birimiyle ölçülür (18). Ancak fizyolojik açıdan asıl belirleyici parametre, bu değerin lensin santral kalınlığına bölünmesiyle elde edilen Dk/t, yani oksijen transmisibilitesidir. Holden ve Mertz (1984), hipoksik korneal ödemin gelişmemesi için Dk/t değerinin gündüz kullanımda en az 24×10^{-9}, gece/uzatılmış kullanımda ise en az 87×10^{-9} $cm^2 \cdot mL\ O_2/(s \cdot mL \cdot mmHg)$ olması gerektiğini bildirmiştir (19). Bu nedenle hidrojel lenslerin uzun süreli veya gece kullanımı, özellikle düşük Dk/t değerleri nedeniyle hipoksiye bağlı komplikasyonlara zemin hazırlayabilir (1,19).

Geleneksel hidrojel lenslerde oksijen iletimi esas olarak su fazı üzerinden gerçekleştiğinden, su içeriğinin artması oksijen geçirgenliğini (Dk) artırma eğilimindedir (1). Bununla birlikte, yüksek su içeriği materyalin mekanik dayanıklılığını azaltabilir; frajilitenin artması ve modülüsün düşmesi gibi sonuçlar görülebilir (20).

2.1.3. Silikon Hidrojel Kontakt Lensler

1999 yılında klinik kullanıma giren silikon hidrojel lensler, geleneksel hidrojel lenslerin oksijen geçirgenliği ile ilgili sınırlılıklarını aşmak amacıyla geliştirilmiştir. Bu materyallerde oksijen yalnızca su fazından değil, aynı zamanda silikon fazından da difüze olabilmektedir (21). Böylece yüksek oksijen iletimi sağlamak için su içeriğini artırmaya gerek kalmamış, düşük su içerikli fakat yüksek Dk değerlerine sahip lensler üretilmiştir. Nitekim silikon hidrojel lenslerde su içeriği düşük olmasına rağmen Dk değerleri, hidrojel lenslere kıyasla oldukça yüksek düzeylere ulaşabilmektedir (1,22). Bu durum, Dk/t açısından da önemli bir avantaj sağlamış ve gece/gündüz kullanımında korneal hipoksi riskini büyük ölçüde azaltmıştır (1,21).

Su fazının azalması lens yüzeyinde protein birikimini sınırlamış olsa da, silikon fazının artışı lipid birikimini artırmış ve ayrıca materyalin elastik modülüsünü yükselterek mekanik irritasyona yol açmıştır. Bu nedenle özellikle uzun süreli kullanımlarda lens konforunda azalma ve oküler yüzeyde bazı komplikasyonlar gözlenebilmektedir. Bu komplikasyonlar arasında superior epitelyal arkuat lezyonlar, mukus birikimleri, periferik ülserler ve dev papiller konjonktivit yer almaktadır (23).

Birinci nesil lenslerde (ör. Lotrafilcon A, Balafilcon A), silikonun hidrofobik yapısı nedeniyle yüzey ıslanabilirliği düşük olduğundan plazma kaplama veya oksidasyon gibi yüzey işlemleri uygulanmıştır. Bu lenslerde su oranı düşük (%24–36), Dk yüksek (101–140 Barrer) ve modülüs yüksek olup, özellikle superior epitelyal arkuat lezyonlar (SEAL) ve mekanik irritasyona bağlı epitelyal boyanma gibi komplikasyonların görülme riski artmıştır (24).

İkinci nesil lenslerde (ör. Galyfilcon A, Senofilcon A), materyale polivinil pirolidon (PVP) eklenerek ıslanabilirlik artırılmış, modülüs düşürülmüş ve ek yüzey işlemine gerek kalmamıştır. Üçüncü nesil lensler (ör. Comfilcon A, Enfilcon A, Samfilcon A) ise uzun zincirli siloksan makromerler sayesinde hem yüksek oksijen geçirgenliği hem de düşük modülüs sağlamış, ayrıca kendiliğinden ıslanabilir hale getirilmiştir.

Sonuç olarak, silikon hidrojel lensler, hidrojel lenslerin oksijen iletimiyle ilgili sınırlamalarını büyük ölçüde ortadan kaldırarak kontakt lens teknolojisinde önemli bir gelişme sağlamıştır. Bununla birlikte, silikon fazının mekanik ve biyolojik etkileri

nedeniyle konfor azalması ve lipid birikimi gibi sorunlar hâlâ klinik uygulamada dikkat edilmesi gereken faktörlerdir.

2.1.4. Kontakt Lens Kullanıcılarının Demografik Özellikleri

Küresel ölçekte, TFOS Lifestyle Report Introduction, dünyada yaklaşık 150 milyon kişinin kontakt lens kullandığını bildirmektedir (25). Amerika Birleşik Devletleri'nde CDC'nin 2025 güncellemesine göre yaklaşık 45 milyon kişi kontakt lens kullanmaktadır (26). Daha önceki epidemiyolojik raporlarda bu sayı 40,9 milyon yetişkin olarak bildirilmiş ve kullanıcıların %93'ünün yumuşak kontakt lensleri tercih ettiği rapor edilmiştir (27).

Kullanıcı profili, kontakt lens kullanmayanlara kıyasla daha genç, kadın cinsiyetinde ve daha yüksek eğitim düzeyine sahip bireylerden oluşmaktadır (28). Uluslararası reçete eğilimleri incelendiğinde, kontakt lens kullanıcılarının yaklaşık %65'inin kadınlardan oluştuğu ve ortalama reçete yaşının 34 yıl civarında olduğu bildirilmektedir (29).

Uluslararası reçete eğilimlerine göre, günlük tek kullanımlık kontakt lenslerin reçetelendirilme oranı 2000 yılında %17,1 iken 2023 yılı itibarıyla %46,7'ye yükselmiştir (30). Bu veriler reçete yazımına dayalı olduğundan, gerçek kullanıcı popülasyonunu tam olarak yansıtmayabilir; ancak küresel kullanım trendlerini değerlendirmek açısından değerlidir.

2016 ABD verilerine dayanan CDC raporunda, kontakt lens kullanan ergen, genç erişkin ve erişkinlerin %81–88'inin en az bir enfeksiyon riskini artıran davranışta bulunduğu bildirilmiştir (27). En sık görülen riskli alışkanlıklar arasında lensle uyumak/kestirmek (tüm gruplarda yaklaşık %30 civarı), lensleri önerilenden daha uzun süre kullanmak (yaklaşık %24–52), lens kutusunu önerilenden geç değiştirmek (yaklaşık %23–42) ve lenslerle yüzmek (yaklaşık %27–33) yer almaktadır. Ayrıca tüm lens kullanıcılarında %4–15 arasında değişen oranda "kırmızı veya ağrılı göz nedeniyle doktora başvuru" öyküsü bildirilmiştir (27).

Bu alışkanlıklar, özellikle lensle uyumanın mikrobiyal keratit riskini yaklaşık 10 kat artırması nedeniyle halk sağlığı açısından kritik öneme sahiptir.

2.1.5. Kontakt Lens Kullanım Alanları

Kırma Kusurlarını Düzeltme

Kontakt lensler klasik olarak miyopi, hipermetropi ve astigmatizma gibi kırma kusurlarını düzeltmek amacıyla kullanılır. Bu temel optik işlev, lens uygulamalarının en temel ve yaygın kullanım alanını oluşturur.

Orto-Keratoloji ve Miyopi Kontrolü

Orto-keratoloji lensleri, gece kullanımıyla korneayı geçici olarak yeniden şekillendirerek gündüz net görüş sağlar. Özellikle okul çağı çocuklarında miyopi progresyonunun yavaşlatılması amacıyla kullanılmakta olup, etkinliğin hastanın yaşı ve başlangıç miyopisiyle ilişkili olduğu bildirilmiştir. Güncel derlemeler, ortokeratolojinin miyopi kontrolünde güvenli ve etkili bir seçenek olduğunu ortaya koymaktadır (31,32).

Keratokonusta Görme İyileştirmesi

Keratokonus hastalarında kornea düzensizliğine bağlı görme bozukluklarında korneal gaz geçirgen (GP) lensler ve skleral lensler sık kullanılan seçenekler olup, görme keskinliğini belirgin şekilde artırır. Skleral lensler özellikle ileri olgularda yüksek görsel kalite ve konfor sağlamaktadır (33). Ayrıca piggyback sistemleri (yumuşak lens üzerine yerleştirilen GP lens), merkezi sert periferik yumuşak yapıya sahip hibrid lensler ve hafif keratokonus olgularında kullanılan özel tasarım yumuşak torik lensler de tedavi seçeneklerini genişletmiştir (34).

İlaç Salımı (Drug Delivery)

Kontakt lensler, topikal göz damlalarına kıyasla daha uzun süre korneal temas sağlayarak oküler biyoyararlanımı artıran ve daha stabil farmakokinetik profiller sunan bir ilaç salım platformu olarak öne çıkmaktadır. Sistematik derlemeler, kontakt lenslerin gözyaşıyla hızlı eliminasyon sorununu azalttığını, ilacın göz yüzeyinde kalma süresini uzattığını ve böylece damlalara kıyasla daha yüksek korneal penetrasyon sağladığını göstermektedir (35). Klinik açıdan özellikle glokom tedavisinde, tüm gün etkili ilaç bırakabilen lenslerin araştırıldığı ve faz I–II düzeyinde

çalışmalar yürütüldüğü rapor edilmiştir (36). Ancak henüz geniş klinik uygulamaya girmiş, ruhsatlandırılmış bir ilaç salım kontakt lensi mevcut değildir.

Biyosensör Sistemleri (Glukoz / Göz İçi Basıncı Takibi)

Akıllı kontakt lensler, gözyaşında bulunan biyobelirteçlerin (örneğin glukoz, laktat, elektrolitler ve intraoküler basınç) non-invaziv ve sürekli izlenmesine olanak sağlayan biyosensörlerle entegre edilmektedir. Bu sistemler, klasik ölçüm yöntemlerine kıyasla daha az invaziv olmaları ve sürekli veri sağlayabilmeleri nedeniyle özellikle diyabet yönetimi ve glokom takibi açısından umut vadetmektedir (37). Son yıllarda geliştirilen prototipler, yalnızca tanısal izleme değil, aynı zamanda terapötik ajanların kontrollü salımıyla kombine edilen "theranostik" lens kavramını da gündeme getirmiştir. Böylece tek bir cihazla hem hastalık takibi hem de tedavi mümkün olabilmektedir (38). Ancak bu teknolojiler hâlen geliştirme ve klinik araştırma aşamasında olup, rutin klinik kullanıma geçmiş onaylı bir biyosensör kontakt lens bulunmamaktadır.

2.1.6. Kontakt Lens Kullanımının Olası Komplikasyonları

Kontakt lens kullanımı, refraksiyon kusurlarının düzeltilmesinde ve kozmetik/terapötik amaçlarla yaygın bir şekilde tercih edilmekle birlikte gözyaşı filmi, oküler yüzey ve kornea sağlığı üzerinde çeşitli komplikasyonlara yol açabilmektedir. Bu komplikasyonların patogenezi, genellikle mekanik travma, hipoksi, gözyaşı filmi stabilitesinde bozulma, inflamatuvar yanıtlar, meibomian bez disfonksiyonu ve enfeksiyöz etkenler gibi çoklu mekanizmaların etkileşimine dayanmaktadır.

2.1.6.1. Gözyaşı Filmi Üzerine Etkiler

Kontakt lensler, gözyaşı filmini pre-lens (lens ile gözyaşı arasındaki) ve post-lens (lens ile kornea arasındaki) tabaka olarak ikiye ayırarak film stabilitesini bozar (39).

Pre-lens tabaka: Lensin ön yüzeyinde yer alır ve atmosferle doğrudan temas ettiği için hızla buharlaşmaya eğilimlidir. Meibomian bez disfonksiyonuna bağlı lipid tabakasındaki incelme, buharlaşmayı daha da artırarak evaporatif kuru göz ve buna bağlı kuruluk hissine yol açar.

Post-lens tabaka: Lens ile kornea arasında yer alır. Oksijenin difüzyonunu ve metabolitlerin taşınmasını etkiler. Bu tabakanın kalınlığı ve dinamikleri, lens materyali ve kenar tasarımına bağlı olarak değişir.

Kontakt lens kullanımı gözyaşında bazı inflamatuar moleküllerin (özellikle IL-1β, IL-6, IL-8, IL-17, LTB4 ve MMP-9) artışına yol açabilir. Sert gaz geçirgen lensler, yumuşak lenslere göre daha belirgin bir subklinik inflamatuar yanıt oluşturur. Ayrıca tekrar kullanılabilir lensler, günlük tek kullanımlıklara kıyasla biyobelirteç düzeylerini artırma eğilimindedir (40).

Ayrıca, lens rahatsızlığı yaşayan bireylerde IL-17A düzeylerinin anlamlı ölçüde arttığı ve bu artışın hem subjektif konfor skorları (CLDEQ-8) hem de gözyaşı osmolaritesiyle pozitif korelasyon gösterdiği bildirilmiştir (41).

2.1.6.2. Mekanik Travmaya Bağlı Komplikasyonlar

Kontakt lensler, göz kırpma sırasında kornea ve üst göz kapağıyla sürekli temas ettiği için mekanik bir sürtünme oluşturur. Bu sürtünmeden en çok etkilenen "lid-wiper" bölgesinde irritasyon ve inflamasyon gelişebilir. Özellikle lens kenarının kapakla temas etmesi bu hasarı artırır ve lens konforunu azaltır (42).

Silikon-hidrojel materyallerin yüksek elastik modülüs değerleri, lid-wiper inflamasyonuna ek olarak superior epitelyal arkuat lezyonların (SEAL) görülme sıklığını artırabilmektedir (43). Depozit birikiminin fazla olduğu uzun süreli lens kullanımında ise dev papiller konjonktivit (GPC) gibi komplikasyonlar ortaya çıkabilmektedir (43).

Yakın tarihli bir çalışma, dopamin destekli yüzey modifikasyonunun silikon-hidrojel kontakt lensleri daha hidrofilik ve lipid birikimine karşı dirençli hâle getirerek lens performansı ve konforunu artırma potansiyeli taşıdığını göstermiştir (44).

Erken dönemde kontakt lens kullanımına bağlı olarak yüzey epitelinde abrazyonlar, periferik korneal boyanma, punktat epitel lezyonlar ve göz kapağı kenarıyla sürtünmeye bağlı irritasyon sık gözlenmektedir (23).

Sonuç olarak, güncel literatür mekanik travmanın yalnızca lensin materyaliyle değil, aynı zamanda yüzey özellikleri, kenar tasarımı ve elastik modülüs gibi faktörlerle yakından ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır. Bu nedenle kontakt lens

seçiminde, oksijen geçirgenliğinin yanı sıra mekanik uyum ve sürtünme ile ilişkili riskler de dikkate alınmalıdır. Ayrıca materyal geliştirme ve yüzey modifikasyonları, bu risklerin azaltılmasında kritik önem taşımaktadır.

2.1.6.3. Hipoksiye Bağlı Korneal Değişiklikler

Yetersiz oksijen geçirgenliğine sahip kontakt lenslerin özellikle göz kapalıyken korneal ödem oluşturduğu gösterilmiştir. Holden ve Mertz (1984), hipoksiye bağlı şişmeyi önlemek için gerekli kritik Dk/t değerlerini tanımlamıştır (19).

Liesegang (2002), kontakt lens kullanımında ortaya çıkan hipoksinin korneal dokuların tamamında belirgin fizyolojik değişikliklere yol açtığını; epitelde mikrokist oluşumu ve hücresel bütünlükte bozulma, stromada ödem ve şekil değişiklikleri, endotel düzeyinde ise bleb formasyonu, polimegatizm ve hücre yoğunluğunda azalma görülebileceğini bildirmiştir (45).

Kontakt lens kullanımının kornea üzerindeki uzun dönem etkileri, hem hipoksik stres hem de mekanik faktörlerin katkısıyla şekillenmektedir. Bourne (2001), modern günlük kullanıma yönelik kontakt lenslerin epitel, stroma ve endotel üzerinde klinik açıdan anlamlı bir bozulmaya yol açmadığını, yalnızca hafif polimegatizm görülebileceğini bildirmiştir. Ancak daha geniş ve güncel veriler, uzun dönem kullanımın endotel tabakasında kümülatif etkiler oluşturabileceğini göstermektedir. Nitekim Ono ve ark. (2024), 17.732 gözü kapsayan retrospektif çalışmalarında, kullanım süresi arttıkça endotel hücre yoğunluğunun azaldığını ve hekzagonalitenin bozulduğunu göstermiştir. Benzer biçimde Aljaberi (2025) ve Magdum (2013) gibi çalışmalar da uzun süreli kontakt lens kullanımının ECD azalması ve hücre morfolojisinde bozulma ile ilişkili olduğunu doğrulamaktadır (46,47).

Sweeney (2013), silikon hidrojel lenslerin hipoksiye bağlı klinik bulguları—kızarıklık, neovaskülarizasyon, epitel mikrokistleri ve akut endotel yanıtlarını—büyük ölçüde ortadan kaldırdığını; ancak oksijen gereksinimi yüksek bireylerde gece kullanımı sonrasında hâlâ korneal ödem görülebileceğini bildirmiştir (48).

2.1.6.4. Meibomian Bez Disfonksiyonu

Mevcut literatür, yumuşak kontakt lens kullanımının meibomian bezleri üzerinde hem morfolojik hem de fonksiyonel değişikliklere yol açabileceğini

göstermektedir. Uçakhan ve Arslantürk-Eren (2019) ile Machalińska ve ark. (2015) gibi çalışmalar, lens kullanıcılarında meiboskorların yükseldiğini, bez kaybı ve distorsiyonun arttığını ve meibum kalitesinin bozulduğunu ortaya koymuştur; bu etkilerin özellikle uzun dönem kullanımda daha belirgin olduğu bildirilmektedir (49,50). Villani, Arita ve Gu tarafından yapılan çalışmalar da benzer şekilde bezlerde atrofi, kısalma, kıvrılma ve duktal yapı düzensizlikleri göstererek kontakt lenslerin kapak-lens temasına bağlı mekanik yük ve kronik inflamasyon üzerinden MGD gelişimine katkı sağlayabileceğini desteklemiştir (51–53).

Buna karşın, Ifrah ve ark. (2023) tarafından derlenen literatürde, bazı çalışmalar kontakt lens kullanımının meibomian bez fonksiyonunu anlamlı düzeyde etkilemediğini bildirmekte olup, bu sonuçların yöntem farklılıklarından kaynaklanabileceği vurgulanmaktadır (54). Bu bulgular birlikte ele alındığında, kontakt lens kullanıcılarında meibomian bezlerinin düzenli olarak değerlendirilmesinin klinik açıdan önemli olduğu anlaşılmaktadır.

Pucker ve ark. (2015), kontakt lens kullanımının meibomian bez atrofisiyle ilişkisine dair kesin bir kanıt ortaya koyamamış; dijital meibografi ile değerlendirilen gerçek bez kaybının kontakt lens kullanımıyla anlamlı biçimde ilişkili olmadığını, yalnızca meiboskorun çok değişkenli analizde zayıf bir ilişki gösterebildiğini bildirmiştir (55).

2.1.6.5. Enfeksiyöz Komplikasyonlar

Kontakt lens ilişkili mikrobiyal keratit (KL-MK), nadir görülmekle birlikte görme kaybına yol açabilen en ciddi komplikasyonlardan biridir. En sık etkenler arasında Pseudomonas aeruginosa ve özellikle su teması öyküsü bulunan olgularda Acanthamoeba spp. yer almaktadır (56).

KL-MK'nin mutlak riski, lensin tipi ve kullanım şekline bağlı olarak önemli ölçüde değişkenlik göstermektedir. Avustralya'da yapılan geniş kapsamlı bir popülasyon bazlı çalışmada enfeksiyon riskinin özellikle gece lensle uyuma ile çarpıcı şekilde arttığına dikkat çekilmiştir; bu risk, silikon hidrojel lensleri gece kullananlarda 10.000 kullanıcı başına 25.4 vakaya kadar yükselmektedir. Çalışma, yeni lens tiplerinin (silikon hidrojel dahil) genel insidansı düşürmediğini ve gece kullanımının en güçlü bağımsız risk faktörü olduğunu kanıtlamıştır. Diğer önemli risk faktörleri arasında kötü lens saklama kutusu hijyeni, sigara kullanımı, internetten lens satın alma

ve 6 aydan az kullanım deneyimi yer almaktadır. Enfeksiyon gelişimi sonucunda, tüm kullanıcılar arasında 10.000 kişi başına 0.6 vakada kalıcı görme kaybı meydana geldiği bildirilmiştir (57).

Kontakt lens ilişkili mikrobiyal keratit gelişiminde, değiştirilebilir davranışsal faktörler temel belirleyicilerdir. Günlük tek kullanımlık (DD) lensler genel olarak en güvenli seçenek olsa da, çalışmalar lensle uyuma, yetersiz hijyen, su teması ve sigara kullanımı gibi davranışların bu grupta bile enfeksiyon riskini anlamlı ölçüde artırdığını göstermektedir (58). Özellikle Acanthamoeba keratiti riski, yeniden kullanılabilir yumuşak lens kullanıcılarında DD lens kullanıcılarına göre üç kattan daha yüksek bulunmuştur (59). Ancak DD lenslerde dahi, lensin yeniden kullanılması, gece takılması ve suyla kontaminasyon gibi hatalı uygulamalar Acanthamoeba keratiti riskini ciddi ölçüde yükseltir (59).

Enfeksiyon patogenezinde, lens ve saklama kaplarında gelişen biyofilm oluşumu da kritik rol oynamaktadır. Biyofilmler, bakterilerin adhezyonunu kolaylaştırmakta ve dezenfeksiyon ajanlarına direnci artırmaktadır (60).

Sonuç olarak, KL-MK gelişiminde modifiye edilebilir davranışsal faktörler (su ile temas, gece kullanımı, hijyen eksiklikleri) ve biyofilm oluşumu en kritik rolü oynamaktadır. Buna karşılık günlük tek kullanımlık lenslerin tercih edilmesi ve uygun dezenfeksiyon protokollerinin uygulanması, enfeksiyon riskini belirgin şekilde azaltabilmektedir.

2.1.6.6. İnflamatuar Komplikasyonlar

Kontakt lens kullanımına bağlı inflamatuar reaksiyonlar; CLARE(contact lens-induced acute red eye), CIE(Contact Lens-Associated Corneal Infiltrative Events) ve CLPU(Contact Lens-Induced Peripheral Ulcer) gibi farklı klinik tablolarla ortaya çıkmakta olup, hipoksi, mekanik stres ve mikrobiyal faktörlerin etkileşimi sonucu gelişmektedir. Stapleton ve arkadaşları (2003), daha önce CLARE geçiren kullanıcıların yeni lens temasına karşı daha belirgin konjonktival inflamasyon geliştirdiğini göstererek, inflamatuar yanıtın bireysel farklılıklardan da etkilenebileceğini ortaya koymuştur (61).

Szczotka-Flynn ve ark. (2010) ise sürekli silikon-hidrojel lens kullanımında infiltratif olayların en güçlü belirleyicisinin lens üzerindeki yüksek bakteriyel yük

olduğunu, buna karşılık korneal boyanmanın anlamlı bir risk oluşturmadığını bildirmiştir (62). Wu ve ark. (2003) tarafından geliştirilen deneysel model ise CLPU'nun yalnızca epitel hasarı ile canlı ***S. aureus*** varlığı bir araya geldiğinde oluştuğunu göstermiş ve bu reaksiyonun hem mekanik hem de mikrobiyal bileşenli bir inflamatuar süreç olduğunu ortaya koymuştur (63).

Bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde, kontakt lens ilişkili inflamatuar komplikasyonların temelinde epitel stresinin, mikrobiyal kolonizasyonun ve bireysel immün yanıt farklılıklarının ortak rol oynadığı; modern lens materyalleri hipoksiyi azaltmış olsa da, inflamatuar yanıtların tamamen ortadan kalkmadığı anlaşılmaktadır.

2.1.6.7. Allerjik Reaksiyonlar

Kontakt lens kullanımına bağlı olarak gelişen ve lens bırakma nedenlerinin başında gelen önemli bir komplikasyon, Dev Papiller Konjonktivit (GPC- Giant Papillary Conjunctivitis) sendromudur (64,65). GPC'nin patogenezi mekanik sürtünme ve lens depozitlerine karşı gelişen alerjik/immünolojik yanıtın birleşimiyle oluşur; alerjik komponentin, semptomların şiddetinde rol oynadığı düşünülmektedir. Bu alerjik ilişki, silikon hidrojel lens kullanıcılarında GPC gelişiminin çevresel alerjenlerin zirve yaptığı mevsimsel trendlerle paralellik göstermesiyle de desteklenmektedir (65).

2.1.6.8. Uzun Dönem Etkiler ve Drop Out

Kontakt lens bırakma (dropout), uzun yıllardır kontakt lens kullanım başarısını etkileyen önemli bir klinik sorundur. Pritchard ve arkadaşlarının geniş ölçekli anket çalışmasında, kullanıcıların %34'ünün lens kullanımını en az bir kez bıraktığı bildirilmiştir (66). Richdale ve ark. ise en az bir dönem kontakt lens kullanmış bireylerde %24.1 oranında kalıcı bırakma, %26.3 oranında memnuniyetsizlik saptayarak dropout'un halen yaygın bir problem olduğunu göstermiştir (67). Daha güncel bir derleme olan Pucker ve Tichenor (2020), farklı ülkelerde dropout sıklığının %12.0 ile %27.4 arasında değiştiğini bildirmiştir (68). Bu dağılım, kontakt lens teknolojisindeki gelişmelerle birlikte dropout oranlarında görece bir düşüş trendi olduğunu, ancak sorunun tamamen ortadan kalkmadığını göstermektedir.

TFOS Contact Lens Discomfort (CLD) Uluslararası Çalıştayı, CLD'nin kontakt lens bırakmanın (dropout) başlıca nedeni olduğunu açıkça ifade etmekte ve güncel klinik uygulamalarda konfor yönetiminin lens başarısının temel belirleyicisi olduğunu vurgulamaktadır. TFOS CLD Raporu'nda, suni gözyaşı damlaları, lens değiştirme sıklığının artırılması, farklı lens materyali veya solüsyonuna geçiş gibi yaklaşımların semptomları azaltmak için kullanılan yardımcı ve çoğu zaman sınırlı etkili yöntemler olduğu; konforsuzluğun kalıcı olarak azaltılabilmesi için ise kontakt lens materyali, tasarımı ve lens solüsyonu özelliklerinin oküler yüzeyle biyouyumunu artırmaya yönelik ileri düzey yeniliklere ihtiyaç duyulduğu belirtilmektedir (69).

2.2. GÖZ KAPAKLARI ve KORNEA

2.2.1 Embriyoloji

Göz kapakları, embriyonal yaşamın erken dönemlerinde yüzey ektodermi ile kranial nöral krest kökenli mezenkimin karşılıklı etkileşimi sonucu gelişir. Ektoderm; epidermis, konjonktiva, kirpikler ve meibomian bezlerini oluştururken, mezenkim ise tarsal plak, orbicularis oculi kası ve kapak iskeletini meydana getirir (70,71).

Gelişim süreci 4.–5. haftalarda, gelecekteki dış kantal bölgede yüzey ektoderminin proliferasyonu ile başlar. 6. haftada üst ve alt kapak kıvrımları ortaya çıkar; 7. haftada bu kıvrımlar belirginleşerek epitel ile mezenkim arasındaki invajinasyonlar punktum ve kanaliküllerin öncülerini oluşturur. 8.–10. haftalar arasında iç kantal bölgeden başlayarak kapak kıvrımlarının kenarları birleşir ve bu dönemde periderm hücreleri korneayı örten geçici bir bariyer oluşturur. Füzyon süreci devam ederken kirpikler ve meibomian bezleri gelişmeye başlar.

9. haftada orbicularis oculi kası farklılaşır; 12. haftada kasın yoğunlaşması belirginleşir. 14.–20. haftalarda tarsal plak, kirpikler ve yardımcı bezler olgunlaşır. Kapak kenarındaki yapışıklıklar 5. ayın sonlarında, sebase bezlerden sebum sekresyonunun başlaması ve yüzey epitelinde keratinizasyonun gelişmesiyle çözülmeye başlar. Nihayetinde, 32. haftadan itibaren kapaklar olgun görünüm kazanır ve doğuma yakın dönemde erişkin benzeri yapıya ulaşır (71).

Kornea epiteli yüzey ektodermden köken alır. Embriyonik gelişimin 5.–6. haftalarında yüzey ektodermi, lens çukurunun üzerini örterek kornea epitelini

oluşturur. Bu süreç, nöral krest kökenli hücrelerin üç ardışık göç dalgasıyla korneanın diğer tabakalarını şekillendirmesiyle devam eder.

İlk göç dalgası (6. hafta): Yüzey ektodermi ile ön lens vezikülü arasından ilerleyerek korneal endoteli meydana getirir.

İkinci göç dalgası (7. hafta): Epitel ve endotel tabakaları arasından geçerek stromanın keratositlerine farklılaşır.

Üçüncü göç dalgası (3.–4. ay): Nöral krest ve mezenkimal kökenli hücrelerden oluşur, özellikle iris stromasının gelişiminde rol oynar.

Bu süreçleri takiben 9.–12. haftalarda stromada kollajen lamellerin düzenli organizasyonu başlar ve Bowman tabakası şekillenir. Doğuma kadar devam eden maturasyon sürecinde Descemet zarı kalınlaşır ve endotel hücreleri fonksiyonel yapıya ulaşır (70,71).

2.2.2. Anatomi

2.2.2.1. Göz Kapakları

Göz kapakları, gözü mekanik, çevresel ve mikrobiyal etkenlerden koruyan; aynı zamanda gözyaşı filminin dağılımı ve stabilitesinde önemli rol oynayan yapılardır. Kapakların temel tabakaları dıştan içe doğru deri ve subkutan doku, kas tabakaları, orbital septum, tarsal plak ve konjonktiva olarak sıralanır. Göz kapak derisi, vücudun en ince derilerinden biridir ve altında gevşek bağ dokusu bulunur. Orbicularis oculi kası kapakların kapanmasından, levator palpebrae superioris ve Müller kası üst kapağın kaldırılmasından sorumludur. Kapakların iskeletini sağlayan tarsal plak, yoğun bağ dokusundan oluşur ve hem kapak şeklinin korunmasında hem de meibomian bezlerinin yerleşiminde ana yapıdır (70,72).

2.2.2.2. Meibomian Bezler

Meibomian bezleri, tarsal plak içinde dikey olarak sıralanmış modifiye holokrin sebase bezlerdir. Üst göz kapağında ortalama 30–40, alt göz kapağında ise yaklaşık 20 bez bulunur. Bu bezlerin salgısı olan meibum, gözyaşı filminin lipid tabakasını oluşturur; bu tabaka buharlaşmayı azaltarak gözyaşı stabilitesini sağlar. Her

göz kırpma hareketinde meibum, kapak kenarındaki açıklıklardan gözyaşı yüzeyine yayılır (72).

Meibomian bezleri, gözyaşı lipid tabakasının stabilitesini sağlayarak oküler yüzey homeostazında kritik bir rol oynar. MGD, terminal kanal obstrüksiyonu ile bez sekresyonunun niteliksel veya niceliksel bozulmasıyla karakterize olup; lipid salgısındaki bu değişiklikler, gözyaşı filmi stabilitesinde bozulma, buharlaşma artışı, oküler yüzey irritasyonu ve kuru göz belirtileriyle sonuçlanabilir. Ayrıca MGD, yaşa bağlı değişiklikler, hormonal etkiler ve çevresel faktörler gibi süreçlerle ilişkili olarak bez yapısında kısalma, atrofi ve sekresyon kalitesinde azalma ile seyredebilmektedir (73).

2.2.2.3. Konjonktiva

Konjonktiva; palpebral, forniks ve bulber bölgelerden oluşan, non-keratinize çok katlı yassı epitel ve vasküler stromadan meydana gelen bir mukozal zardır. Epiteldeki goblet hücreleri, özellikle inferior ve medial kısımlarda yoğunlaşarak gözyaşı filminin mükoakuöz fazına katkıda bulunur. Bulber konjonktiva gevşek yapısıyla Tenon kapsülü üzerine oturur; yaşlanma ile bu bağlantı zayıflayarak konjonktivoşalazis gelişebilir. Ayrıca plica semilunaris ve karunkül gibi yardımcı yapılar, goblet hücre yoğunluğu ve lipid–mukus etkileşimleriyle klinik açıdan önem taşır (70).

Konjonktiva, CALT (conjunctiva-associated lymphoid tissue) aracılığıyla mukozal immün sistemin bir parçasıdır. Bu lenfoid yapılar, T ve B lenfosit kümeleri ve immün hücre infiltratlarıyla antijen sunumu ve immün yanıt düzenlenmesinde kritik rol oynar. Bu özellik, konjonktivanın sadece mekanik bir bariyer değil, aynı zamanda aktif bir immün doku olduğunu göstermektedir (72).

2.2.2.4. Gözyaşı Filmi

Oküler yüzeyi oluşturan kornea ve konjonktiva, gözyaşı filmi adı verilen çok katmanlı bir yapı ile örtülüdür. Bu film, fonksiyonel açıdan birbirini tamamlayan üç temel tabakadan oluşur. En dışta yer alan lipid tabaka, meibomian bezleri tarafından salgılanır ve gözyaşının buharlaşmasını azaltarak stabilitesini sağlar. Bunun altında bulunan mükoakuöz tabaka, lakrimal bezler, yardımcı lakrimal bezler ve goblet

hücrelerinin sekresyonları ile meydana gelir; içerdiği proteinler ve mukopolisakkaritler sayesinde jel benzeri bir kıvama sahiptir. En içte ise glikokaliks tabakası yer alır ve gözyaşının homojen dağılmasını sağlar.

Gözyaşı filmi oksijen ve diğer çözünmüş maddelerin taşınmasına aracılık eder; lizozim, laktoferrin, sekretuar IgA ile defensinler gibi antimikrobiyaller aracılığı ile savunma işlevi görür ve yüzeyde biriken yabancı partiküllerin uzaklaştırılmasına yardımcı olur. Ayrıca kornea yüzeyinde hava ile gözyaşı arasındaki sınır, gözün en önemli kırıcı ortamlarından birini oluşturur. Dolayısıyla gözyaşı filmindeki bozukluklar yalnızca oküler yüzey bütünlüğünü değil, görsel performansı da ciddi biçimde etkileyebilir (72).

2.2.2.5. Kornea

Kornea, göz küresinin en önünde yer alan, saydam ve damarsız bir dokudur. Histolojik olarak epitel, Bowman tabakası, stroma, Descemet membranı ve endotel olmak üzere beş tabakadan oluşur. Yüksek saydamlığı, düzenli kollajen yapısı ve avasküler özelliği sayesinde gözün toplam kırma gücünün büyük kısmını sağlar. Ortalama kırma gücü yaklaşık 43 diyoptri olup, gözün optik sistemindeki en önemli kırıcı yüzeyi oluşturur.

Kornea, oksijenini esas olarak atmosferden ve göz kapakları çevresindeki damar yapılarından sağlar; besin ve makromoleküller ise aköz hümör aracılığıyla temin edilir. Yetişkinlerde horizontal çapı yaklaşık 11–12 mm, vertikal çapı ise 10–11 mm'dir. Santral kornea ortalama 500–600 µm kalınlığında olup, periferde 1 mm'ye kadar ulaşır. Bu nedenle kornea merkezde daha dik, periferde ise daha yassı bir topografi gösterir; bu özellik hem kontakt lens uygulamaları hem de refraktif cerrahi açısından klinik önem taşır (72).

Epitel ve Bowman Tabakası

Kornea epiteli, dış ortamla doğrudan temas eden ve gözün ilk savunma hattını oluşturan, ortalama 40–50 µm kalınlığında, çok katlı non-keratinize skuamöz epitel yapısındadır. Epitel hem mikroorganizmalar ve toksik ajanlara karşı bariyer fonksiyonu görür hem de gözyaşı filmiyle bütünleşerek optik yüzeyin düzenliliğini sağlar

Epitelin altında yer alan Bowman tabakası, yaklaşık 8–15 µm kalınlığında, aselüler ve sıkı kollajen fibrillerden oluşan bir yapıdır. Rejenerasyon kapasitesi bulunmadığından, bu tabakada oluşan defektler skar dokusu ile iyileşir ve kornea saydamlığı kalıcı olarak etkilenebilir

Stroma

Kornea stroması, yaklaşık 470–500 µm kalınlığı ile toplam kornea kalınlığının yaklaşık %90'ını oluşturur. Yapısı, lameller şekilde düzenlenmiş kollajen fibriller, aralarda yerleşmiş keratositler ve proteoglikanlardan zengin temel maddeden oluşur. Kollajen fibrillerin çaplarının homojen olması ve düzenli aralıklarla dizilmeleri, stromanın optik şeffaflığını sağlayan en önemli yapısal özelliktir (74).

Descement Membranı

Stroma ile endotel arasında yer alan Descemet membranı, korneal endotele ait bazal membran niteliğinde özel bir yapıdır. Kalınlığı yaşla birlikte artış gösterir; doğumda 3–5 µm civarında iken erişkinlerde 10–12 µm'ye ulaşır (75).

Endotel

Kornea endoteli, tek sıralı hekzagonal hücrelerden oluşan ince bir tabakadır ve bu hücreler yaşam boyu sınırlı rejeneratif kapasiteye sahiptir. Endotel hücre yoğunluğu doğumda en yüksek düzeyde olup, yaş ilerledikçe doğal bir azalma gösterir (76). Hücre kaybı kompansasyon amacıyla komşu hücrelerin genişlemesine (polimegatizm), şekil bozukluklarına (pleomorfizm) yol açar. Endotel tabakasının temel görevi, iyon pompaları—özellikle Na^+/K^+-ATPaz—aracılığıyla stromadaki sıvı akışını düzenleyerek kornea deturgesansını ve optik saydamlığını sürdürmektir (77).

2.2.3. Fizyoloji

2.2.3.1. Kornea Metabolizması ve Klinik Önemi

Kornea, damar içermeyen yapısı nedeniyle metabolik ihtiyaçlarını başlıca gözyaşı filmi, aköz hümör ve limbal damarlar aracılığıyla karşılar. Oksijen, açık gözde

atmosferden ve gözyaşı filmi üzerinden difüzyonla, kapalı gözde ise gözyaşı filmi ve aköz hümörden sağlanır (74,78).

Kornea endotelyumu, hem aköz hümöre bakan yüzeyinde hem de stromaya komşu yüzeyinde glukoz taşıyıcıları içerir; bu çift yönlü yerleşim, glukozun hücre içinden geçerek aközden stromaya aktarılmasını mümkün kılar (79).

Kornea, enerjisini büyük ölçüde glukozdan sağlar ve metabolizmasını katmanlara ayırır. Stromada oksijenin az olması nedeniyle enerji üretimi ağırlıklı olarak anaerobik glikoliz ile yapılır. Bu yoldan çıkan laktat, hipoksi durumunda ödeme neden olur.Epitel ve endotelde oksijene kolay erişim sayesinde hücreler daha verimli olan aerobik metabolizmayı (TCA Döngüsü) baskın olarak kullanır. Epitelde ayrıca oksidatif strese karşı koruyucu molekül olan NADPH'ı üreten Heksoz Monofosfat (HMP) Şantı aktiftir.

Oksijen yetersizliğinde anaerobik metabolizmaya geçiş laktat birikimine yol açar; bu birikim stromal ödemin yanı sıra stromal asidoz ve endotel hücre morfolojisinde değişimlere neden olabilir (80).

Kornea saydamlığının sürdürülebilmesi, stromal hidrasyonun hassas bir şekilde düzenlenmesine bağlıdır. Endotel tabakası bu dengenin temel belirleyicisidir; Na^+/K^+-ATPaz ve bikarbonat transport sistemleri aracılığıyla stromadan aköz hümöre sıvı geçişini düzenleyerek korneanın fizyolojik deturgesansını korur (78). Bu pompa–sızıntı dengesi, stromadaki kollajen fibrillerin düzenli aralıklı yapısını ve optik şeffaflığı mümkün kılar. Stromanın su tutma eğilimi ise stromadaki proteoglikanların ozmotik özellikleriyle ilişkilidir; dolayısıyla endotel pompalarının etkinliği bu doğal hidrasyon eğilimini dengeleyen başlıca mekanizmadır.

Kornea, yüksek oksidatif stres ve ultraviyole ışığa maruziyet nedeniyle güçlü antioksidan savunma sistemlerine sahiptir. Glutatyon, askorbat, süperoksit dismutaz ve katalaz en önemli bileşenlerdir. Bunun yanında stromada yüksek oranda bulunan aldehid dehidrogenaz ve transketolaz enzimleri, yalnızca oksidatif stresle mücadelede değil, aynı zamanda korneal şeffaflığın sürdürülmesinde de önemli katkı sağlar (81).

2.2.3.2. Gözyaşı Filminin Metabolik Önemi

Gözyaşı filmi, yalnızca kornea yüzeyini nemlendiren mekanik bir tabaka değildir; aynı zamanda korneal metabolizmanın devamı için kritik bir biyolojik ortam

sağlar. Son yıllarda yapılan çalışmalar, gözyaşı tabakasının korneal oksijenasyon üzerinde anlamlı bir etkisi olduğunu, özellikle açık göz koşullarında oksijen difüzyonunun düzenlenmesine katkıda bulunduğunu göstermektedir. Ayrıca gözyaşı filmi; iyonik denge, osmolarite düzenlenmesi, antioksidan savunma (ör. laktoferrin, lizozim, lipocalinler) ve antimikrobiyal koruma gibi işlevleriyle kornea epitelinin metabolik gereksinimlerini destekler. Bu nedenle gözyaşı filmi, kornea bütünlüğünün, oksijenlenmesinin ve metabolik homeostazının sürdürülmesinde temel bir role sahiptir (82).

2.3. KURU GÖZ HASTALIĞI ve PATOFİZYOLOJİSİ

2.3.1. Tanım ve Sınıflama

Kuru göz, gözyaşı filmi homeostazının bozulmasıyla karakterize, oküler semptomlarla birlikte seyreden, gözyaşı filmi instabilitesi ve hiperosmolaritesi, oküler yüzey inflamasyonu ve hasarı ile nörosensör bozuklukların etiyolojik rol oynadığı, oküler yüzeyin multifaktöriyel bir hastalığıdır (83).

TFOS DEWS II'ye göre kuru gözün iki temel patofizyolojik mekanizması gözyaşı hiperosmolaritesi ve inflamasyondur (84). Ancak güncel TFOS DEWS III raporu, inflamasyonun tüm olgularda zorunlu bir mekanizma olmadığını, kuru gözün temelinde gözyaşı filmi instabilitesinin bulunduğunu belirtmektedir (85).

Klinik sınıflamada kuru göz, aköz eksiklik tipi (lakrimal bez sekresyonunun azalmasıyla) ve evaporatif tip (meibomian bez disfonksiyonuna bağlı lipid tabaka yetersizliği sonucu) olmak üzere iki ana grupta ele alınır (83).

2.3.2. Epidemiyoloji

Kuru göz hastalığının (DED) epidemiyolojisi çalışmadan çalışmaya değişmekle birlikte, küresel ölçekte prevalansın %5 ile %50 arasında değiştiği bildirilmektedir. Bu geniş aralık, kullanılan tanı kriterleri ve anket yöntemlerindeki heterojenlikten kaynaklanmaktadır. Özellikle Asya toplumlarında prevalansın daha yüksek olduğu, yaşlanma ve kadın cinsiyetin önemli risk faktörleri olduğu vurgulanmaktadır (83).

2.3.3. Patofizyoloji

Kuru göz hastalığının temelinde gözyaşı filmi homeostazisinin bozulması yer almaktadır. Bu bozulma, farklı giriş noktalarından başlayarak bir "kısır döngü (vicious cycle)" içerisinde ilerler: gözyaşı instabilitesi → hiperosmolarite → inflamasyon ve hücresel hasar → daha fazla instabilite şeklinde ilerler (84).

Hiperosmolarite, DED patogenezinde kritik bir mekanizmadır. Gözyaşı osmolaritesinin artması, epitel hücrelerinde MAPK ve NF-κB yolaklarını aktive ederek IL-1, TNF-α ve MMP-9 gibi proinflamatuar mediatörlerin artışına neden olur. Bu süreç, goblet hücre kaybı ve mukus tabakasının zayıflamasıyla sonuçlanır ve film stabilitesi daha da bozulur (84).

Kronik DED patofizyolojisinin, hem doğal (innate) hem de adaptif bağışıklık yanıtlarını içeren bir inflamasyon döngüsü içerebileceği artık iyi bilinmektedir. Kuru göz hastalığında (DED), hiperozmolaritenin tetiklediği hasar, oküler yüzey epitelinde doğuştan gelen (innate) inflamasyonu başlatır. Bu yanıt TNF-α ve MMP-9 gibi pro-inflamatuar sitokinlerin salınımına ve hücre hasarına neden olur. Hasar gören hücrelerin antijen sunan hücreleri (APC'ler) aktive etmesiyle, inflamasyon bölgesel lenf düğümlerine taşınır ve adaptif (edinsel) bağışıklık yanıtı tetiklenir Th1 ve Th17 hücreleri gibi bağışıklık hücrelerinin oküler yüzeye dönerek IFN-γ ve IL-17 salgılaması, DED'de gözlenen kronik inflamasyon döngüsünü sürdürür (86).

Kuru göz patofizyolojisinin yalnızca gözyaşı dengesizliği ve inflamasyonla açıklanamayacağı, oküler yüzey sinirlerinde meydana gelen nörosensöriyel değişikliklerin semptom–bulgu uyumsuzluğunda kritik rol oynadığı son yıllarda giderek daha net anlaşılmıştır. Belmonte (2019), oküler yüzeydeki nosiseptör ve soğuk termoreseptör liflerinin inflamasyon ve sinir hasarı karşısında anormal yanıtlar verdiğini; bu yanıtların hiperestezi, disestezi, spontan ağrı ve uzun süreli rahatsızlık hissi gibi semptomlara yol açabileceğini ortaya koymuştur. Bu modele göre, semptomların niteliği ve şiddeti, inflamasyon ile sinir hasarının göreceli baskınlığı tarafından belirlenir (87,88).

Klinik açıdan tüm bu mekanizmalar, yanma, batma, yabancı cisim hissi, görsel dalgalanmalar gibi semptomlar; ayrıca kısalmış gözyaşı kırılma zamanı (TBUT), artmış osmolarite, epitel boyanma bulguları gibi objektif parametrelerle kendini göstermektedir

2.3.4. Risk Faktörleri

Çevresel faktörler: Düşük nem, klima, hava kirliliği, rüzgâr, artmış ekran süresi gibi etmenler gözyaşı buharlaşmasını artırarak film stabilitesini bozar (83). Özellikle ekran kullanımına bağlı azalmış kırpma refleksi günümüzde öne çıkan nedenlerden biridir.

Hormonal faktörler: Androjen eksikliği ve menopoz sonrası hormonal değişiklikler, özellikle kadınlarda kuru göz riskini anlamlı derecede artırır. Postmenopozal dönemde aköz sekresyon azalması ve lipid tabakasında bozulma sık görülmektedir (89).

Yaşam tarzı faktörleri: Sigara, alkol, düzensiz uyku ve dengesiz beslenme de kuru göz riskini artıran faktörler arasındadır.

Kontakt lens kullanımı: Kontakt lens kullanımı, hem evaporatif kuru göz hem de kontakt lense bağlı kuruluk (contact lens discomfort, CLD) açısından önemli bir risk faktörü olarak kabul edilmektedir (83).

Sistemik hastalıklar ve ilaçlar: Sjögren sendromu, diabetes mellitus, romatoid artrit, lupus, tiroid hastalıkları ve rozasea gibi sistemik durumlar DED riskini artırır (83). Ayrıca antihistaminikler, antidepresanlar, retinoidler ve antiandrojenler gibi bazı ilaçlar gözyaşı sekresyonunu azaltarak hastalığa katkıda bulunur.

2.3.5. Meibomian Bez Disfonksiyonu (MBD) ve Kuru Gözle İlişkisi

Meibomian bez disfonksiyonu (MBD), meibomian bezlerinin terminal kanal obstrüksiyonu ve/veya bez sekresyonunda niteliksel ya da niceliksel değişikliklerle karakterize kronik ve diffüz bir anormalliğidir. Bu durum gözyaşı filmi yapısında bozulmaya, oküler irritasyon semptomlarına, klinikte görülebilir inflamasyona ve oküler yüzey hastalığına yol açabilir (90).

TFOS MGD Workshop raporuna göre literatürde MGD tanısı için kullanılan kriterler oldukça çeşitlidir. Bu kriterler çoğunlukla gland dropout, meibum kalitesinde ve akışında bozulma, orifis tıkanıklığı, kapak kenarı yapısal değişiklikleri, inflamasyon bulguları ve meibografi ile gösterilen anatomik değişiklikler etrafında şekillenmiştir (90). Bu süreçte kanal epitelinde hiperkeratinizasyon ve meibum viskozitesinde artış sonucu tıkaç oluşmakta, bezlerde dilatasyon, atrofi ve fonksiyon kaybı gelişmektedir.

Epidemiyolojik çalışmalar MBD prevalansının geniş bir aralıkta değiştiğini göstermektedir (%3,5–69,3) MBD gelişiminde yaşlanma, hormonal değişiklikler (ör. postmenopozal androjen eksikliği), sistemik hastalıklar (Sjögren sendromu, diabetes mellitus, rozasea), dermatolojik durumlar (seboreik dermatit, psöriyazis), çevresel faktörler (düşük nem, artmış ekran süresi) ve çeşitli ilaçlar (antihistaminikler, antidepresanlar, retinoidler, antiandrojenler) rol oynamaktadır (90).

Klinik olarak göz kapağı kenarında düzensizlik, orifis tıkanıklığı, telanjiektazi ve köpüklü sekresyonlar görülebilir. Fonksiyonel bozukluklar ise azalmış gözyaşı kırılma zamanı, artmış osmolarite ve oküler yüzey boyanma bulguları ile ortaya çıkar. Bu bulgular TFOS DEWS II raporlarında ayrıntılı biçimde tanımlanmıştır (83).

2.4. KURU GÖZ HASTALIĞINDA TANISAL YÖNTEMLER

2.4.1. Semptomların Değerlendirilmesi ve Anketler

Kuru göz hastalığında (Dry Eye Disease, DED) tanıya yönelik ilk ipucu genellikle hastaların öznel yakınmalarıdır. En sık bildirilen semptomlar arasında batma, yanma, kuruluk, yabancı cisim hissi, görme dalgalanmaları ve göz yorgunluğu yer almaktadır. Bununla birlikte, semptomların şiddeti ile objektif test bulguları arasındaki korelasyonun sınırlı olduğu bilinmektedir. Bartlett ve ark. (2015) tarafından yapılan kapsamlı bir sistematik derlemede, değerlendirilen 175 semptom-bulgu ilişkisinin yalnızca %24'ünde anlamlı korelasyon bulunduğu ve bu ilişkilerin çoğunun zayıf düzeyde olduğu bildirilmiştir. Bu bulgular, klinik testlerin semptom şiddetini açıklama gücünün oldukça düşük olduğunu ve hasta yakınmalarının mutlaka objektif testlerle desteklenmesi gerektiğini göstermektedir (91).

Semptomların standardize edilmesi amacıyla çeşitli anketler geliştirilmiş olup, bunlar arasında en yaygın kullanılanı Ocular Surface Disease Index (OSDI)'dir. OSDI, semptom şiddetini ve yaşam kalitesine etkisini değerlendirmek üzere geliştirilmiştir. İçeriğin geliştirilmesi ve psikometrik özelliklerinin incelendiği orijinal çalışmada, OSDI'nin hem toplam skor hem de alt ölçekler düzeyinde iyi–mükemmel güvenilirlik gösterdiği, ayrıca hafif, orta ve şiddetli kuru göz hastalığını ayırt etmede yüksek tanısal geçerlilik sergilediği bildirilmiştir (92).

TFOS DEWS II raporunda önerilen temel tarama araçlarından biri olan OSDI, klinik kullanımda yaygın olmakla birlikte, zaman alıcı bulunabilmekte ve kontakt lens kullanıcılarına özgü semptomları her zaman tam olarak yansıtmayabileceği endişeleri bulunmaktadır (93).

Kontakt lens ilişkili kuru göz değerlendirmesinde Contact Lens Dry Eye Questionnaire-8 (CLDEQ-8), en sık kullanılan ve geçerliliği kanıtlanmış araçlardan biridir. Chalmers ve ark. tarafından geliştirilen CLDEQ-8, kontakt lens kullanıcılarında kuruluk, rahatsızlık, görsel dalgalanma ve lensi çıkarma ihtiyacı gibi semptomların sıklığını ve şiddetini sorgulayan sekiz sorudan oluşmaktadır ve maksimum 37 puan üzerinden skorlanmaktadır (94).

CLDEQ-8'in tanımlanmasından sonra yapılan daha geniş kapsamlı bir çalışmada, ≥12 puanın klinikte semptomatik kontakt lens kullanıcılarını belirlemede optimal cut-off değeri olduğu; ayrıca ±3 puanlık değişimin semptomlardaki klinik olarak anlamlı (clinically important difference) değişimi yansıttığı gösterilmiştir. Bu nedenle CLDEQ-8 hem klinik uygulamada hem de araştırmalarda kontakt lens kaynaklı semptomların standart ve güvenilir biçimde değerlendirilmesinde önemli bir araç olarak kabul edilmektedir (95).

Anketlerin avantajları; kolay uygulanabilirlikleri, hastanın öznel semptomlarını doğrudan yansıtabilmeleri ve tedavi sürecinde semptom takibine olanak sağlamalarıdır. Bununla birlikte, semptom skorları hastanın ruhsal durumu, ağrı algısı, gün içindeki dalgalanmalar ve hatırlama yanlılığı gibi çeşitli kişisel ve çevresel faktörlerden etkilenebilmektedir. Özellikle depresyon, anksiyete ve kronik ağrı sendromu gibi durumların semptom skorlarını olduğundan yüksek yansıtabileceği bildirilmektedir (96).

2.4.2. Gözyaşı Filmi Stabilitesi Testleri

Gözyaşı filmi stabilitesinin değerlendirilmesi, kuru göz hastalığının tanısında kritik bir aşamadır. Geleneksel olarak kullanılan fluorescein breakup time (FBUT), korneal yüzeye sodyum fluorescein uygulanmasının ardından gözyaşı filminde ilk kırılmanın görülmesi esasına dayanır. Ancak fluorescein, gözyaşı filmine ek hacim katması ve film kimyasını etkilemesi nedeniyle ölçüm sonuçlarını değiştirebilir; bu

durum testin tekrarlanabilirliğini azaltmakta ve ölçümü uygulayıcıdan bağımsız hâle getirmeyi güçleştirmektedir (97).

Bu sınırlılıklar sonucunda, son yıllarda non-invaziv breakup time (NIBUT) yöntemleri ön plana çıkmıştır. NIBUT, herhangi bir boya kullanılmadan gözyaşı filmindeki kırılma noktalarını optik yansıma bozulmalarına dayanarak tespit eder (98).

Modern sistemlerde otomatik kırılma algılama algoritmalarının kullanılması, ölçümün objektifliğini artırmıştır (99). NIBUT'un duyarlılık ve özgüllük değerleri yüksek olup, TFOS DEWS II tarafından mümkün olduğunda non-invaziv ölçümlerin tercih edilmesi önerilmektedir (93).

2.4.3. Osmolarite Ölçümü

Gözyaşı filmi osmolaritesi, kuru göz hastalığının (DED) tanısında en güçlü ve en tutarlı biyobelirteçlerden biri olarak kabul edilmektedir. Gözyaşı hiperosmolaritesinin hem oküler yüzeyde toksisite oluşturduğu hem de inflamasyonu tetiklediği gösterilmiş olup, bu nedenle osmolarite hem tanıda hem de hastalık şiddetinin izlenmesinde önemli bir parametredir.

FDA onaylı TearLab® sistemiyle yapılan ölçümlerde, ≥308 mOsm/L değerinin ve bazı çalışmalarda gözler arası ≥8 mOsm/L farkının DED için anlamlı olabileceği bildirilmiştir. Bununla birlikte ölçümlerin çevresel koşullardan ve cihaz özelliklerinden etkilenebileceği bilindiğinden, TFOS DEWS II raporu osmolaritenin tek başına kullanılmaması, diğer tanısal testlerle birlikte değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır (93).

2000 sonrası yayınlanan 164 makaleyi inceleyen kapsamlı bir derlemede, çalışmaların %72'sinde osmolarite DED tanısında olumlu bir biyobelirteç olarak değerlendirilmiştir. Bu sonuçlar, osmolarite ölçümünün literatürde geniş kabul gördüğünü göstermektedir (100).

2.4.4. Göz Yüzeyi Boyaları

Oküler yüzey epiteli ve konjonktival hasarın değerlendirilmesinde çeşitli vital boyalar kullanılmaktadır. Klinik pratikte en sık kullanılanlar fluorescein ve lissamin green (LG) olup, rose bengal (RB) günümüzde daha çok araştırma amaçlı kullanılmaktadır.

Fluorescein, özellikle korneal epitel defektlerinin belirlenmesinde yaygın olarak tercih edilmektedir. Boya, epitel bütünlüğü bozulmuş alanları seçici olarak gösterir; ancak gözyaşı filmine ek hacim eklemesi ve gözlem süresine duyarlılığı nedeniyle standardizasyon sorunları ortaya çıkabilmektedir (97).

Lissamin green, konjonktival yüzey bütünlüğünün değerlendirilmesinde öne çıkmaktadır. İlk olarak Norn (1973) tarafından kornea ve konjonktiva boyası olarak klinik kullanıma önerilen LG'nin, oküler yüzey hastalıklarının tanısında güvenilir bir gösterge olduğu bildirilmiştir (101). Bu boya, mukus ile kaplanmamış veya devitalize olmuş epitel hücrelerini seçici olarak boyar. Rose bengal ile benzer mekanizmaya sahip olsa da daha az irritan olması nedeniyle klinikte LG tercih edilmektedir (102–104). Ayrıca LG yalnızca hasarlı hücreleri boyar ve müsin tarafından engellenmez (105, 106).

Rose bengal, mukus tabakasındaki eksiklikleri göstermede değerli olmakla birlikte, epitel hücreleri üzerinde toksik etkiye ve irritasyona yol açması nedeniyle klinik pratikte artık sınırlı kullanılmaktadır.

2.4.5. Gözyaşı Miktarı Testleri

Gözyaşı hacminin değerlendirilmesi, özellikle aköz yetersizliğine bağlı kuru göz tanısında önemlidir. Bu amaçla en sık kullanılan yöntemlerden biri Schirmer testidir. Test sırasında filtre kâğıdı alt göz kapağına yerleştirilir ve belirli süre sonunda (genellikle 5 dakika) ıslanan uzunluk ölçülür

Schirmer testinin farklı uygulama yöntemleri vardır:

Schirmer I testi: Anestezik kullanılmadan yapılan versiyonudur. Bazal ve refleks gözyaşı sekresyonunu birlikte ölçer (107).

Schirmer I (anestezikli) testi: Topikal anestezik damlatıldıktan sonra uygulanır. Böylece refleks sekresyon elimine edilerek esasen bazal gözyaşı üretimi değerlendirilir. Ancak yine de test invazivdir, kâğıdın irritatif etkisi nedeniyle ölçümlerde kısmi değişkenlik olabilmektedir (107).

Schirmer II testi: Burun mukozasının uyarılması (örn. pamuklu çubukla) yoluyla refleks sekresyonu ölçer. Klinik pratikte nadiren kullanılmakta, daha çok araştırma amaçlı tercih edilmektedir (107).

0.5% proparakain ile topikal anestezi uygulanarak yapılan Schirmer I testinin, anestezisiz uygulamaya göre daha tutarlı ve daha objektif sonuçlar verdiği gösterilmiştir. Ayrıca bu yöntem, özellikle aköz yetersizliği tipindeki kuru göz olgularında tanısal açıdan daha yüksek bir ayırt ediciliğe sahiptir (108).

Alternatif olarak geliştirilen fenol red thread testi (PRT), daha kısa sürede (15 saniye) uygulanabilmesi ve daha az invaziv olmasıyla öne çıkmaktadır. Aköz yetmezliğine bağlı kuru gözü belirlemede etkili bir ayırıcı testtir (109).

Gözyaşı menisküsünün değerlendirilmesi, aköz eksikliğine bağlı kuru gözün tanısında giderek daha fazla önem kazanan non-invaziv bir yöntemdir. Meniscometri ve özellikle anterior segment OCT ile yapılan ölçümler, gözyaşı menisküs yüksekliği, genişliği ve hacminin doğrudan ve yüksek çözünürlükle belirlenmesine olanak sağlar (110).

2.4.6. Meibomian Bezlerin Değerlendirilmesi

Meibomian bez disfonksiyonunun (MBD) tanısında temel olarak meibum kalitesi, ekspresibilite, bez orifislerinin açıklığı, kapak kenarı morfolojisi ve meibomian bez yapısının görüntüleme ile değerlendirilmesi esas alınır. MGD Workshop raporuna göre literatürde kullanılan tanı kriterleri oldukça heterojendir; ancak genel olarak şu başlıklarda toplanmaktadır:

Meibum kalitesinin bozulması: Berrak meibumun yerini bulanık, kalın veya "diş macunu kıvamında" sekresyon alması.

Ekspresibilite azalması: Bezlerden meibum çıkarmanın zorlaşması veya tamamen kaybolması.

Orifis tıkanıklığı: Kapak kenarında kapalı, kabuklu veya keratinize olmuş orifisler.

Kapak kenarı değişiklikleri: Telanjiektazi, düzensizlik, kapak kenarı inflamasyonu.

Anatomik değişiklikler: Meibografi ile gösterilen gland dilatasyonu, atrofi veya dropout.

MBD tanısında meibografi, bez morfolojisini değerlendiren en önemli yöntemlerden biridir. Bu yöntemde bezlerde kısalma, genişleme, tortuozite ve dropout

gibi yapısal değişiklikler görüntülenebilir ve objektif skorlama sistemleri (ör. meiboskor) kullanılabilir (90).

2.4.7. Tanısal Testlerin Sınırlılıkları ve Klinik İntegrasyonu

Kuru göz tanısında kullanılan testlerin her birinin belirgin avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Semptom anketleri kolay uygulanabilirlik sağlasa da subjektif niteliktedir; FBUT ve NIBUT gözyaşı stabilitesini değerlendirir fakat standardizasyonu zordur; osmolarite hızlıdır ancak cihaz bağımlıdır; Schirmer testi invaziv olup refleks yanıtı tetikler; meibografi değerli morfolojik bilgi sağlar fakat maliyetlidir. Bu nedenle güncel kılavuzlar, tek bir testin yeterli olmadığını, semptomların yanında en az bir objektif bulgunun da tanı için zorunlu olduğunu vurgulamaktadır (93). Klinik pratikte, hasta grubuna ve mevcut cihazlara göre test kombinasyonları seçilmelidir.

2.5. KONTAKT LENS KULLANIMININ ÖN SEGMENT YAPILARI ÜZERİNE ETKİSİ

2.5.1. Speküler Mikroskopi

Speküler mikroskopi, kornea endotel tabakasının hücresel düzeyde non-invaziv olarak incelenmesine imkân veren bir yöntemdir. Endotel hücre morfolojisinin değerlendirilmesinde altın standart teknik olarak kabul edilmektedir. Prensip olarak, kornea arka yüzeyindeki aköz hümör ile endotel arasındaki kırılma indisi farklılığından doğan speküler yansımanın kaydedilmesine dayanır. Bu sayede endotel hücreleri hekzagonal mozaik şeklinde görüntülenir (111).

Günümüzde non-kontakt speküler mikroskoplar, hızlı görüntüleme ve bilgisayar tabanlı yazılımlarla kalitatif ve kantitatif analiz yapılmasına olanak tanımaktadır

Kalitatif Analiz

Endotel tabakasının kalitatif değerlendirmesinde hücrelerin düzeni, şekil özellikleri ve patolojik yapılar ayrıntılı biçimde incelenir.

Hücre morfolojisi: Sağlıklı bir kornea endotelinde hücreler genellikle düzenli bir hekzagonal mozaik oluşturur.

Pleomorfizm: Hücre şekillerindeki çeşitliliğin artması pleomorfizm olarak tanımlanır.

Polimegatizm: Endotel hücrelerinin boyutlarında gözlenen geniş varyasyonu ifade eder ve genellikle endotel stresinin bir göstergesi olarak kabul edilir.

Patolojik bulgular: Muayene sırasında guttata odakları, pigment partikülleri, inflamatuar hücre kümeleri veya mozaik düzenini bozan koyu alanlar gibi anormal yapılar saptanabilir.

Kantitatif Analiz

NUM (Number of Cells)- Hücre Sayısı: Analiz için seçilen veya otomatik olarak sayılan endotel hücrelerinin toplam sayısıdır.

CD (Cell Density)- Hücre Yoğunluğu: Endotel hücrelerinin mm^2 başına sayısıdır. Genç sağlıklı bireylerde genellikle 2500–3000 hücre/mm^2 düzeyindedir. Yaşlanma, cerrahi girişimler ile düşüş gösterir.

AVG (Average Cell Area)- Ortalama Hücre Alanı: İncelenen hücrelerin ortalama yüzey alanını ifade eder. Genellikle μm^2 olarak verilir. CD ile ters orantılıdır. Yoğunluk (CD) azaldıkça, kalan hücreler bu boşluğu kapatmak için büyüdüğünden AVG değeri artar.

SD (Standard Deviation)- Standart Sapma: Hücre alanlarının ortalama alandan (AVG) ne kadar farklılaştığının bir ölçüsüdür. Başka bir deyişle, hücre alanlarındaki değişkenliği gösterir.

CV (Coefficient of Variation)- Varyasyon Katsayısı: Hücre boyutlarının düzensizliğini gösteren standardize edilmiş bir ölçümdür. Kornea endotelinin polimegatizmini (hücre boyutundaki değişimi) değerlendirmek için kullanılır. Standart sapmanın (SD) ortalamaya (AVG) bölünmesiyle elde edilir ve genellikle yüzde (%) olarak ifade edilir:

MAX ve MIN: İncelenen hücreler arasındaki en büyük (MAX) ve en küçük (MIN) hücre alanını ifade eder. Bu değerler, incelenen endotel hücrelerinin boyut aralığını belirler.

HEX (Percentage of Hexagonal Cells)- Altıgen Hücre Yüzdesi: İncelenen toplam hücre sayısı içinde altı kenarlı (altıgen) olan hücrelerin yüzdesini gösterir.

CCT(Central Corneal Thickness)- Santral Kornea Kalınlığı: Korneanın tam merkezindeki kalınlığını ifade eder. Genellikle mikrometre olarak verilir.

2.5.2. Korneal Topografi-Tomografi

Korneal topografi, kornea yüzeyinin eğrilik ve düzenlilik özelliklerini analiz etmek amacıyla geliştirilen optik bir inceleme yöntemidir. Bu yaklaşım ilk kez 19. yüzyılda Placido'nun kornea üzerine yansıtılan eşmerkezli halkalara dayanan sistemiyle ortaya çıkmış, ilerleyen yıllarda bilgisayar destekli görüntüleme, slit-tarama sistemleri ve Scheimpflug kamera teknolojisinin entegre edilmesiyle üç boyutlu tomografi cihazlarına dönüşmüştür.

Modern sistemler yalnızca korneanın ön yüzeyini değil, aynı zamanda arka yüzey morfolojisini, pakimetri dağılımını ve optik aberasyon profilini de analiz ederek hem refraktif cerrahi planlamasında hem de ektazi hastalıklarının erken dönem tanısında vazgeçilmez bir rol üstlenmiştir. Günümüzde özellikle Placido disk ile Scheimpflug kameranın birlikte kullanıldığı hibrit sistemler (Pentacam, Galilei, Sirius vb.), erken keratokonusun tespitinde yüksek duyarlılık sağlamaktadır.

2.5.2.1. Topografik Haritalar ve Klinik Anlamları

Eğrilik Haritaları: Renk skalasında sıcak renkler dikliği, soğuk renkler düzleşmeyi ifade eder.

Tanjansiyel haritalar, korneanın belirli bir noktasındaki eğriliği o noktanın en yakın çevresiyle karşılaştırarak hesaplar. Bu nedenle yüzeydeki lokal ve küçük çaplı eğrilik değişikliklerini belirlemede sagittal haritalara göre çok daha hassastır. Erken keratokonusa özgü fokal dikleşme, asimetrik lokal çıkıntılar ve postoperatif düzensizlikler tanjansiyel haritada daha belirgin görünür.

Sagittal haritalar, eğrilik yarıçapını optik eksenden geçen referans üzerinden hesapladığı için korneanın genel eğrilik düzenini gösterir. Astigmatizma paternleri (simetrik/asimetrik bow-tie, superior–inferior dikleşme, SRAX vb.) bu haritalarda

karakteristik olarak ortaya çıkar. Ancak lokal düzensizlikleri tanjansiyel harita kadar iyi göstermez.

Elevasyon Haritaları:

Referans yüzeye göre ön ve arka yüzey yüksekliğini gösterir.

Anterior elevasyon haritasında ön yüzey çıkıntıları erken ektazi belirtisi olabilir.

Posterior elevasyon arka yüzeydeki minimal protrüzyonları yakalayarak subklinik keratokonus için en duyarlı parametrelerden birini oluşturur.

Pakimetri Haritaları:

Pakimetri haritası, kornea kalınlığının santralden perifere dağılımını ve en ince noktanın yerini gösteren temel tomografik analizdir. Renk skalasında ince alanlar kırmızı–turuncu, kalın bölgeler mavi–mor tonlarla ifade edilir. Normalde kalınlık merkezde daha ince olup perifere doğru düzenli bir artış gösterir; bu düzenin bozulması veya en ince noktanın optik merkezden belirgin şekilde kayması ektazi açısından önemli bir uyarıdır.

2.5.2.2. Sirius® Topografi Cihazı ile Değerlendirme

Sirius® topografi cihazı üç boyutlu ve hareketli Scheimpflug kamerasını ve plasido disk sistemini kullanan hibrit bir yapıya sahiptir. Bu teknoloji sayesinde kornea ve ön segment değerlendirmesini tek seferde ve kısa bir süre içinde yapılabilmektedir. Sirius® topografi cihazı ile; plasido disk topografi, scheimpflug tomografi, pupillografi, meibografi, dansitometri, gözyaşı film analizi görüntülenebilmektedir.

Summary Indices (Özet İndeksler)

HVID (Horizontal Visible İris Diameter): Yatay olarak görülebilen iris çapıdır. White to white ölçüm olarak da adlandırılır.

Pupil (Topographic): Topografik pupil çapı, pupilla santrali ve lambda açısını verir.

Thinnest location: Korneanın en ince noktasının mm cinsinden değeridir.

Apex Curvature: Korneanın keratometrik olarak en dik noktasıdır.

Anterior chamber Depth / Volume: Ön kamara derinliği ve volümü

İridokorneal angle: İridokorneal açı

Keratometrik Değerler: Korneanın hem ön hem de arka yüzeyinin 3mm, 5 mm ve 7 mm'lik alanlar içerisindeki keratometrik değerleri hesaplanabilmektedir.

Sim K: Ortalama merkezi kırıcılık

K1: Eğriliğin en az olduğu meridyen

K2: Eğriliğin en fazla olduğu meridyen

K Avg: K1 ile K2'nin aritmetik ortalamasıdır

Cyl: Korneal astigmatizmayı gösterir

Keratokonus Analizi:

SIf(Symmetry Index of curvature): Dikey akstaki alt ve üst hemisferdeki küresel alanın ön teğetsel eğrilikleri arasındaki farkı ifade etmektedir.

SIb: Dikey akstaki alt ve üst hemisferdeki küresel alanın arka teğetsel eğrilikleri arasındaki farkı ifade etmektedir.

KVf: Ön yüzeydeki elevasyonun en yüksek noktası

KVb: Arka yüzeydeki elevasyonun en yüksek noktası

BCVf (Baiocchi-Calossi-Versaci indeksi) (anterior) ve BCVb (posterior): Korneanın ön ve arka yüzeyindeki yüksek dereceli aberasyonların (özellikle koma, trefoil ve sferik aberasyon) dağılımını analiz ederek ektazi varlığını değerlendirmede kullanılan duyarlı parametrelerdir. Bu indeksler, keratokonusun istatistiksel olarak en sık geliştiği alanlarda Zernike tabanlı optik sapmaların artışına dayanan bir analiz yaklaşımı sunar.

2.5.3. Wavefront Analizi

Wavefront, bir ışık kaynağından çıkan ışınların fazının uzayda oluşturduğu yüzeyi ifade eder. Kusursuz bir optik sistemde dalgalar birbirine paralel ve düzenli bir faz yüzeyi oluştururken, insan gözünde kornea, lens ve optik ortamların heterojen yapısından dolayı ışın demetinde bozulmalar meydana gelir. Bu bozulmalar aberasyon olarak tanımlanır.

Günümüzde wavefront ölçümü en sık Hartmann–Shack prensibiyle çalışan aberrometrelerle gerçekleştirilir. Bu sistemde gözden çıkan ışın demeti mikrolens dizisi aracılığıyla çok sayıda alt dalgaya bölünür ve her mikrolens bu dalgayı sensör

üzerine noktasal bir görüntü olarak iletir. Nokta konumlarının ideal referans noktalardan sapması, ışın demetindeki deformasyonun yani aberasyonların büyüklüğünü belirler. Elde edilen veriler Zernike polinomları kullanılarak matematiksel modele dönüştürülür ve optik sapmalar sınıflandırılır. Zernike polinomları; radyal (n) ve açısal (m) bileşenleri olan, kornea veya tüm gözün aberasyonlarını sınıflandırma ve sayısallaştırmada en sık kullanılan matematiksel modeldir.

Ancak, çalışmamızda kullanılan Sirius (CSO) topografi cihazı, wavefront verilerini bu sensör ile doğrudan ölçmez. Bunun yerine, korneanın şeklini yüksek hassasiyetle ölçerek bu verilerden korneal aberasyonları matematiksel olarak türetir.

2.5.3.1. Düşük Sıralı Aberasyonlar (Low Order Aberrations – LOA)

Toplam aberasyonların yaklaşık %85'ini oluşturan düşük sıralı aberasyonlar, optik sistemdeki temel kusurlardır ve bu nedenle görme keskinliğini en çok etkileyen bileşenlerdir. Bu aberasyonlar, standart klasik refraksiyon yöntemleriyle (gözlük ve kontakt lens) tamamen düzeltilebilir. Başlıca düşük sıralı aberasyonlar şunlardır:

Tilt / Prizma Etkisi (Z_1^1): Işık demetinin optik eksene göre eğilmesini ifade eder ve prizmatik etkiye neden olur.

Defokus (Z_2^0): Işığın retinada değil, önünde (miyopi) veya arkasında (hipermetropi) odaklanmasına yol açar. Klasik miyopi ve hipermetropiye karşılık gelir.

Düzenli Astigmatizma (Z_2^2): Dikey ve yatay meridyenler arasındaki odak farkından kaynaklanır ve ışığın tek bir noktada odaklanamamasına neden olur.

2.5.3.2. Yüksek Sıralı Aberasyonlar (High Order Aberrations – HOA)

Üçüncü ve üzeri Zernike seviyelerinde yer alan, klasik yöntemlerle düzeltilemeyen aberasyonlardır. Özellikle geniş pupilde görmeyi önemli ölçüde etkiler. En sık görülen HOA'lar: Koma (Z_3^1), Trefoil (Z_3^3), Sferik aberasyon (Z_4^4) , kuatrafoil, pentafoil gibi üst düzey aberasyonlardır.

Yüksek sıralı aberasyonlar gözyaşı filminin, korneanın, aköz hümörün, kristalin lensin veya vitreus hümörün oküler optik sistemin refraktif bileşenlerinden birinde ya da daha fazlasında herhangi bir bozulma, haze, opasite veya düzensizlik

olmasından kaynaklanır. HOA RMS arttıkça retinal görüntü kontrastı azalır, gece görüş bozulur, görsel kalite düşer.

2.5.3.3. OPD (Optical Path Difference – Optik Yol Farkı)

OPD, gözden çıkan ışık demetinin ideal referans ışık demetinden ne kadar saptığını gösteren temel wavefront ölçümüdür. Optik yol farkı; kornea yüzeyi, lens yapısı ve gözyaşı filmi gibi optik ara yüzlerdeki düzensizliklerin tümünden etkilenir. OPD haritaları, optik sistemdeki bozulmaların hangi bölgelere yoğunlaştığını göstererek toplam aberasyon yükünün görsel olarak değerlendirilmesine olanak sağlar.

2.5.3.4. HOA RMS (High Order Aberrations – Root Mean Square)

HOA RMS, düşük dereceli aberasyonlar (sferik kırma kusuru ve düzenli astigmatizma) çıkarıldıktan sonra korneada kalan yüksek dereceli aberasyonların toplam miktarını ifade eder. Bu aberasyonlar; gözyaşı filmi instabilitesi, oküler yüzey düzensizlikleri gibi durumlarda artış gösterebilir. HOA RMS değerinin yükselmesi, retinal görüntü kontrastının azalması ve genel görsel kalitenin bozulmasıyla ilişkilidir.

2.5.3.5. Astigmatism RMS

Astigmatism RMS, düzenli astigmatizmanın wavefront üzerindeki toplam etkisini nicel olarak ifade eder ve Zernike polinomlarında genellikle Z_2^{-2} ve Z_2^{+2} terimlerine karşılık gelir. Astigmatizmanın optik karşılığı Sturm konoidi ile açıklanır; dikey ve yatay meridyenlerin farklı kırma gücüne sahip olması nedeniyle görüntü iki odak arasında bulanık bir aralıkta oluşur. Astigmatism RMS, bu iki odak arasındaki kırma farkının wavefront üzerindeki toplam sapmasını temsil eder.

2.5.3.6. Astigmatizmin Diyoptri (Cyl) ve Aks Değerleri

Bu parametre, wavefront analizinde düşük dereceli astigmatizmanın büyüklüğünü (Cyl) ve yönünü (aks, 0–180° arası) nicel olarak gösterir. Wavefront ile refraksiyon muayenesindeki astigmatizma değerleri arasındaki ilişki; oküler yüzey stabilitesi, korneal torisite ve göz içi lens uyumu gibi optik bileşenler hakkında klinik bilgi sağlar.

2.5.3.7. Coma RMS

Koma aberasyonu, ışığın pupillanın farklı bölgelerinden geçerken eşit şekilde kırılmaması sonucu oluşan asimetrik bir optik bozukluktur ve görüntüde "kuyruklu yıldız" benzeri uzamalara neden olur. Koma miktarı özellikle gözyaşı filmi instabilitesi, kontakt lensin kayması veya desantralizasyonu ve oküler yüzey düzensizlikleri gibi durumlarda artış gösterebilir. Coma RMS, vertikal ve horizontal bileşenlerin toplamını temsil ederek korneadaki toplam koma yükünü nicel olarak ifade eder.

2.5.3.8. Spherical Aberration RMS (Sferik Aberasyon RMS)

Sferik aberasyon, pupillanın merkezinden ve periferinden geçen ışığın farklı noktalarda odaklanması sonucu oluşan bir optik kusurdur. Pupil çapı arttıkça daha belirgin hâle gelir ve kontakt lens materyali, lens tasarımı, korneal asferiklik ve gözyaşı filmi homojenliği gibi çeşitli faktörlerden etkilenir. Pozitif sferik aberasyonda periferal ışınlar merkeze göre daha önde; negatif sferik aberasyonda ise daha geride odaklanır. Bu odaklanma farklılıkları kontrast duyarlılığı, gece görüşü ve genel odaklama kalitesi üzerinde önemli etkiye sahiptir.

2.5.3.9. Spherical Aberration LSA (Longitudinal Spherical Aberration – Boylamsal Sferik Aberasyon)

LSA, sferik aberasyonun optik aks boyunca odak noktasında oluşturduğu değişimin boylamsal dağılımını ifade eder ve yalnızca aberasyonun şiddetini değil, odak davranışını da karakterize eder. LSA değerindeki artış; retinal görüntü kontrastının azalması, odak noktasının uzaması ve özellikle düşük ışık koşullarında görsel kalitenin belirgin şekilde düşmesiyle ilişkilidir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamız 15/08/2025-31/10/2025 tarihleri arasında Ümraniye Eğitim ve Araştırma Hastanesi Kontakt Lens Birimi'ne başvuran ve çalışmaya katılmak isteyen hastalardan yazılı aydınlatılmış onam alınarak gerçekleştirildi. Helsinki Deklerasyonu etik ilkelerine uygun olarak yürütülmüştür. Araştırmanın yürütülmesi için gerekli etik onay, SBÜ Ümraniye Eğitim ve Araştırma Hastanesi Bilimsel Araştırmalar ve Etik Kurulu'ndan 07.08.2025 tarih ve 239 sayılı karar ile alınmıştır.

Çalışmaya toplam 190 hastanın 380 gözü dahil edildi. Katılımcılar kontakt lens kullanım sürelerine göre dört gruba ayrıldı:

Grup I: Kontrol grubu (sağlıklı bireyler), 50 kişi (100 göz)

Grup II: 1–5 yıl süredir KL kullananlar, 46 kişi (92 göz)

Grup III: 5–10 yıl süredir KL kullananlar, 41 kişi (82 göz)

Grup IV: 10 yıl ve üzeri KL kullananlar, 53 kişi (106 göz)

Her katılımcının iki gözü değerlendirmeye alındı.

Çalışmaya Kabul Kriterleri:

Kontakt lens kullanıcıları için:

-En az 1 yıldır düzenli kontakt lens kullanım öyküsü bulunması

-Geçirilmiş oküler yüzey hastalığı bulunmaması

-Enflamatuar veya otoimmün sistemik hastalık öyküsü olmamak

-Oral veya topikal tedavi kullanmıyor olmak

-Oküler cerrahi veya travma öyküsü olmaması

-Göz kuruluğu yapan izotretinoin veya antidepresan benzeri ilaçları kullanmıyor olmak

-Tashihle görmenin tam olması

Kontrol grubunda dahil edilme kriterleri:

-Refraksiyon kusuru dışında oküler patoloji bulunmaması

-Hiç kontakt lens kullanmamış olmak

-Geçirilmiş oküler yüzey hastalığı bulunmaması

-Enflamatuar kökenli sistemik hastalık olmaması

-Oral veya topikal tedavi almıyor olmak

-Oküler cerrahi veya travma öyküsü olmaması

-Tashihle görmenin tam olması

Çalışmadan Dışlama Kriterleri:

-1 yıldan kısa süredir kontakt lens kullananlar

-Silikon hidrojel dışı kontakt lens kullanıcıları

-Geçirilmiş oküler cerrahi veya travma öyküsü

-Oküler enfeksiyon geçmişi

-Sistemik enflamatuar hastalık varlığı

-Oral veya topikal tedavi kullanıyor olmak

Uygulanan Testler ve Ölçüm Protokolü

Tüm ölçümler aynı gün içerisinde, sıcaklık kontrolü sağlanmış, klimasız, rüzgâr etkisi olmayan ve loş ışık koşullarına sahip bir muayene odasında gerçekleştirildi. İşlemler aynı hekim ve aynı teknisyen tarafından uygulanarak ölçümlerde standartizasyon sağlandı.

1. Demografik Veriler

Hastaların yaşı, cinsiyeti, kaç yıldır lens kullandığı, günde ortalama kaç saat lens kullandığı bilgileri kaydedildi.

2. Anketler

Sağlıklı kontrol grubu: Ocular Surface Disease Index (OSDI) anketi

Kontakt lens kullanıcıları: OSDI ve Contact Lens Dry Eye Questionnaire-8 (CLDEQ-8) anketleri uygulandı.

3. Otorefraktometre Ölçümü

Tüm olguların objektif refraksiyon ölçümü, kliniğimizde bulunan TOPCON Auto Kerato-Refractometer KR-800 cihazı ile gerçekleştirildi.

4. Speküler Mikroskopi

Kornea endotelyal hücre yoğunluğu ve morfolojik parametreler, NIDEK CEM-530 Specular Microscope cihazı kullanılarak değerlendirildi.

NUM, CD, AVG, SD, CV, MAX, MIN, HEX, CCT değerleri kaydedildi.

5. NIBUT, Topografi ve Meibografi

Korneal topografi, NIBUT ölçümleri ve meibografi için **CSO** Sirius® **Topographer (Costruzione Strumenti Oftalmici, Florence, Italy)** ve Phoenix yazılımı kullanıldı.

Topografik değerlendirmede

En ince kornea kalınlığı(EİKK), EİKK koordinatları, apex curv., apex kalınlığı, apex koordinatları, SimK1, SimK2, SimK Avg, CYL, Ax, keratokonus screening (SIf, KVf, SIb ve KVb), BCV front, BCV back, BCV total değerleri bakıldı.

Bu çalışmada wavefront analizi 6 mm pupil çapında yapılmış olup aşağıdaki parametreler değerlendirilmiştir:

OPD RMS, HOA RMS, Astigmatism RMS, Astigmatism Cyl, Ax, Coma RMS, Sferik Aberasyon, Sferik Aberasyon LSA değerleri kaydedildi.

Ölçümler aşağıdaki sırayla yapıldı:

Sağ göz NIBUT ölçümü, her iki göz için korneal topografi, her iki gözün üst ve alt kapak meibografisi, sol göz NIBUT ölçümü.

Meibografide yalnızca meibomian bez alan kaybı değerlendirildi ve meiboskor kullanıldı. Meibomian bezlerin bitiş noktaları ve tars sınırları manuel olarak işaretlendi. Cihazın kendi derecelendirme sistemi ve yüzdelik kayıp oranları kaydedildi. Bezlerin kıvrımlanması, kalınlaşması veya kısalması gibi subjektif olabilecek yapısal değişiklikler analiz edilmedi.

Sirius topografi cihazı, gözyaşı film stabilitesini değerlendirmek amacıyla iki ayrı NIBUT ölçümü sağlamaktadır: NIBUT I, korneal yüzeyde ilk kuru alanın ortaya çıktığı zamanı; NIBUT-AVG ise tüm kornea yüzeyi üzerinden hesaplanan ortalama gözyaşı kırılma zamanını temsil etmektedir.

6. Refraksiyon ve Biyomikroskopik Muayene

Görme keskinliği Snellen eşeli ile değerlendirildi.

Standart göz muayenesi kapsamında kapak ve kirpik yapısı, konjonktiva ve kornea, ön kamara ve iris slit-lamp biyomikroskop ile değerlendirildi.

7. TBUT, SPK ve Konjonktival Boyanma

Topikal Alcaine ile anestezi sonrası:

TBUT ölçümü için fluorescein strip alt fornikse temas ettirildikten sonra, hastadan üç kez göz kırpması istendi ve üçüncü göz kırpmanın hemen ardından kronometre başlatıldı. Kobalt mavisi filtre altında ilk kuru alanın ortaya çıktığı ana kadar geçen süre üç kez ölçüldü ve bu ölçümlerin ortalaması alındı.

Aynı boyama ile superfisiyal punktat keratopati (SPK) değerlendirildi ve Oxford skalasına göre skorlandı.

Ardından lissamine green boyası ile konjonktival boyanma Oxford skalasına göre derecelendirildi.

Meibomian bez fonksiyonu değerlendirildi ve Meibomian Gland Dysfunction (MGD) şu şekilde sınıflandırıldı:

Evre 1: Ekspresibilite ve sekresyon kalitesinde minimal değişiklik, kapak kenarında telenjiektaziler

Evre 2: Orta derecede bozulmuş ekspresibilite ve sekresyon kalitesi

Evre 3: Şiddetli derecede bozulmuş ekspresibilite ve sekresyon kalitesi(diş macunu kıvamı), kapak kenarında köpüksü gözyaşı

Evre 4: Tam obstruksiyon, meibomian bez açıklıklarında çukurlaşma, tıkaçlanma, kabarıklık

8. Schirmer Testi

Son aşamada tekrar anestezik damla uygulandı ve

Schirmer testi yürütülerek 5 dakikalık ıslanma miktarı mm cinsinden kaydedildi.

Verilerin Analizi:

İstatistiksel yöntem: Verilerin tanımlayıcı istatistiklerinde ortalama, standart sapma, medyan en düşük, en yüksek, frekans ve oran değerleri kullanılmıştır. Değişkenlerin dağılımı kolmogorov simirnov, shapiro-wilk test ile ölçüldü. Dağılımı normal olan nicel bağımsız verilerin analizinde ANOVA (Tukey test), bağımsız örneklem t test kullanıldı. Dağılımı normal olmayan nicel bağımsız verilerin analizinde Kruskal-wallis, mann-whitney u test kullanıldı. Nitel bağımsız verilerin analizinde ki-kare test kullanıldı. Korelasyon analizinde spearman korelasyon analizi kullanıldı. Analizlerde SPSS 27.0 programı kullanılmıştır.

4. BULGULAR

Tablo 1: Katılımcıların Demografik ve Klinik Özellikleri

		Min-Mak	Medyan	Ort.±ss/n-%
Yaş		18.0 - 51.0	30.0	32.2 ± 7.9
Cinsiyet	Kadın			233 61.3%
	Erkek			147 38.7%
Taraf	Sağ			190 50.0%
	Sol			190 50.0%
Sferik		-12.0 - 9.0	-2.0	-2.0 ± 2.3
Silindirik		-3.5 - 0	0.0	-0.5 ± 0.7
OSDI Skoru		0.0 - 97.9	29.1	31.2 ± 20.9
CLDEQ8 Skoru		1.0 - 37.0	15.0	16.0 ± 7.8
Kontak Lens Maruziyet Süresi (Yıl)		1.0 - 32.0	8.0	9.2 ± 6.3
Kontak Lens Takma Süresi (Saat)		3.0 - 24.0	12.0	13.1 ± 5.1
Türü	Balafilcon A			4 1.4%
	Comfilcon A			6 2.1%
	Hilafilcon B			4 1.4%
	LotrafilconB			34 12.1%
	Phemfilcon A			2 0.7%
	Samfilcon A			24 8.6%
	Senofilcon A			204 72.9%
	Verofilcon A			2 0.7%
Meiboskor Üst Yüzde		0.2 - 90.0	12.3	15.2 ± 12.1
Meiboskor Üst	Grade I			317 83.4%
	Grade II			56 14.7%
	Grade III			5 1.3%
	Grade IV			2 0.5%
Meiboskor Alt Yüzde		***0.0*** - 76.0	9.1	14.2 ± 13.9
Meiboskor Alt	Grade I			311 81.8%
	Grade II			55 14.5%
	Grade III			13 3.4%
	Grade IV			1 0.3%
NIBUT I		2.0 - 18.0	12.0	11.4 ± 5.3
NIBUT-Avg		4.4 - 18.0	14.0	13.1 ± 3.8

Tablo 2: Speküler Mikroskopi, Biyomikrosopi ve Korneal Topografi Parametrelerine ait Tanımlayıcı İstatistikler

		Min-Mak	Medyan	Ort.±ss/n-%
NUM		69.0 - 293.0	153.0	153.8 ± 39.7
CD		1998.0 - 3580.0	2866.0	2858.2 ± 281.2
AVG		279.0 - 501.0	349.0	353.5 ± 36.4
SD		57.0 - 206.0	96.0	96.7 ± 18.0
CV		19.0 - 42.0	29.0	28.9 ± 4.1
MAX		552.0 - 1780.0	949.5	984.3 ± 235.9
MIN		14.0 - 172.0	130.0	125.6 ± 25.9
HEX		47.0 - 80.0	66.0	66.1 ± 5.7
SKK		462.0 - 669.0	548.0	550.3 ± 36.8
SPK	0			261 68.7%
	I			83 21.8%
	II			31 8.2%
	III			5 1.3%
TIBUT		2.0 - 25.0	12.0	12.9 ± 5.6
MGD	0			165 43.4%
	I			157 41.3%
	II			54 14.2%
	III			4 1.1%
Schirmer		2.0 - 35.0	17.0	17.5 ± 8.6
Lissamine	0			199 52.4%
	I			96 25.3%
	II			66 17.4%
	III			19 5.0%
Thinnest				
Location X		-0.8 - 2.7	0.2	0.1 ± 0.5
Location Y		-0.9 - 3.0	-0.4	-0.3 ± 0.3
Thk		449.0 - 646.0	537.0	539.8 ± 35.6
Apex				
X		-2.1 - 2.9	0.0	0.0 ± 0.5
Y		-3.4 - 3.4	0.2	0.4 ± 1.4
Thk		458.0 - 729.0	559.0	566.3 ± 49.2
Curv.		40.5 - 54.7	45.0	45.1 ± 1.8
Sim K 1		38.9 - 47.0	43.0	43.1 ± 1.4
Sim K 2		39.5 - 48.7	44.0	44.1 ± 1.5

AVG	39.3 - 47.4	43.5	43.5 ± 1.4
CYL	-4.1 - -0.1	-0.8	-1.0 ± 0.7
Axis	0.0 - 179.0	83.0	90.0 ± 77.9
Back			
K1	-6.6 - -5.2	-5.9	-5.9 ± 0.2
K2	-7.2 - -5.5	-6.3	-6.3 ± 0.3
AVG	-6.8 - 5.7	-6.1	-6.1 ± 0.7
Axis	0.0 - 179.0	9.5	72.5 ± 82.3

Tablo 3: Korneal Simetri İndeksleri, Ektazi Göstergeleri, Wavefront Analiz Parametreleri Tanımlayıcı İstatistikleri

		Min-Mak	Medyan	Ort.±ss/n-%
SIF		-2.16 - 2.34	-0.02	-0.04 ± 0.57
KVF		1.00 - 21.00	4.00	3.96 ± 2.03
SIB		-0.39 - 0.49	0.01	0.01 ± 0.12
KVB		4.0 - 28.0	10.0	10.9 ± 3.2
BCV				
F		0.00 - 2.41	0.10	0.18 ± 0.26
B		0.00 - 1.78	0.00	0.12 ± 0.24
T		0.00 - 1.72	0.08	0.13 ± 0.20
RMS				
OPD		0.28 - 3.78	0.79	0.97 ± 0.55
HOA		0.22 - 1.38	0.40	0.43 ± 0.15
Astigmatism		0.01 - 3.72	0.64	0.83 ± 0.60
CYL		-4.1 - 0.0	-0.7	-0.9 ± 0.6
AX		0.0 - 180.0	82.0	87.6 ± 74.5
Z 3 1 Coma		0.01 - 0.76	0.23	0.25 ± 0.13
Z 4.0 Sferık Aberasyon		-0.58 - 0.32	-0.20	-0.20 ± 0.08
LSA		-0.42 - 3.45	1.18	1.17 ± 0.47
Grup	I		100	26.3%
	II		92	24.2%
	III		82	21.6%
	IV		106	27.9%

Demografik Veriler

Çalışmaya dört ayrı gruptan oluşan toplam 190 hasta dahil edildi. Grupların yaş ortalamaları sırasıyla Grup I'de 32,8, Grup II'de 30,6, Grup III'te 31,9 ve Grup IV'te 33,4 yıl olarak hesaplandı. Yaş değişkeni gruplar arasında anlamlı düzeyde farklılık göstermemiştir ($p = 0,085$).

Cinsiyet dağılımı incelendiğinde; Grup I'de kadın oranı %66,0, erkek oranı %34,0; Grup II'de kadın %54,3, erkek %45,7; Grup III'te kadın %54,9, erkek %45,1; Grup IV'te ise kadın %67,9, erkek %32,1 olarak belirlendi. Gruplar arasında cinsiyet dağılımı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ($p = 0,103$). Çalışmanın genelinde kadın cinsiyetin daha yüksek oranda temsil edildiği görüldü.

Ortalama kullanım süresi Grup II'de 3,0 yıl, Grup III'te 7,6 yıl ve Grup IV'te 15,9 yıl olup, Grup IV'ün kullanım süresi Grup II ve Grup III'e kıyasla anlamlı derecede daha yüksekti ($p < 0,05$). Ayrıca Grup III'ün kullanım süresi de Grup II'den anlamlı olarak daha fazlaydı ($p < 0,05$).

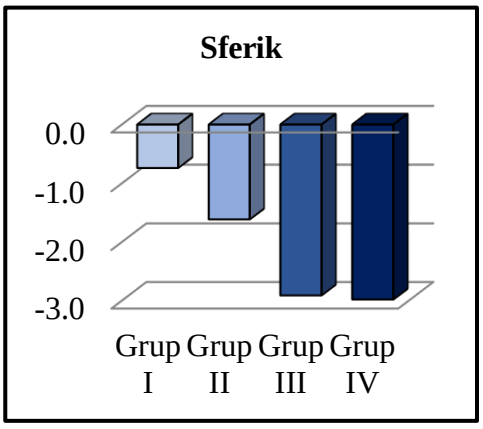
Günlük kontakt lens takma süresi değerlendirildiğinde ise Grup II'de 11,8 saat, Grup III'te 12,7 saat ve Grup IV'te 14,6 saat olarak saptandı. Grup IV'ün günlük kullanım süresi hem Grup II hem de Grup III'e göre anlamlı derecede daha yüksekti ($p < 0,05$). Ancak Grup II ile Grup III arasında günlük kullanım süresi açısından anlamlı fark izlenmedi ($p > 0,05$).

Tablo 4: Grupların Demografik, Refraktif ve Semptom Skorları Parametrelerinin Karşılaştırılması

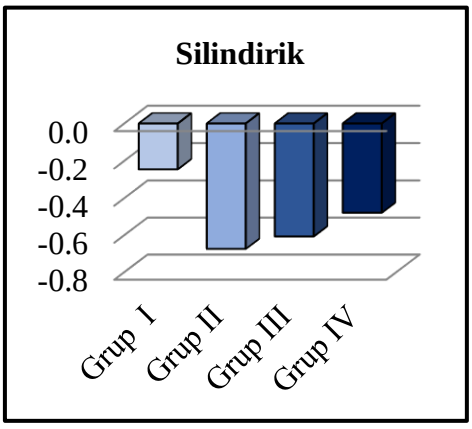
			[1]Grup I (n:100)	[2]Grup II (n:92)	[3]Grup III (n:82)	[4]Grup IV (n:106)	p	
Yaş		Ort.±ss	32.8 ± 8.3	30.6 ± 9.1	31.9 ± 6.7	33.4 ± 7.2	0.085	K
		Medyan	28.0	29.0	30.0	32.0		
Cinsiyet	Kadın	n-	66	50	45	72	0.103	X^2
		%	66.0%	54.3%	54.9%	67.9%		
	Erkek	n-	34	42	37	34		
		%	34.0%	45.7%	45.1%	32.1%		
Taraf	Sağ	n-	50	46	41	53	1.000	X^2
		%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%		
	Sol	n-	50	46	41	53		
		%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%		
Sferik		Ort.±ss	-0.7 ± 1.1	-1.6 ± 2.6	-2.9 ± 1.2	-3.0 ± 2.8	***0.000***	K
		Medyan	0.0	-2.0[1]	-3.0[12]	-3.0[12]		
Silindirik		Ort.±ss	-0.2 ± 0.6	-0.7 ± 0.8	-0.6 ± 0.8	-0.5 ± 0.6	***0.000***	K
		Medyan	0.0	-0.5[1]	-0.4[1]	0.0[1]		
OSDI Skoru		Ort.±ss	18.0 ± 15.7	34.2 ± 22.9	35.6 ± 16.5	37.5 ± 21.3	***0.000***	K
		Medyan	14.6[234]	29.1	31.3	35.4		
CLDEQ8 Skoru		Ort.±ss		16.5 ± 7.8	16.5 ± 6.6	15.2 ± 8.6	0.272	K
		Medyan		15.0	16.0	15.0		
KL Kaç Yıl		Ort.±ss		3.0 ± 1.2	7.6 ± 1.2	15.9 ± 4.7	***0.000***	K
		Medyan		3.0[34]	8.0[4]	15.0		
Kac Saat		Ort.±ss		11.8 ± 4.6	12.7 ± 4.9	14.6 ± 5.2	***0.000***	K
		Medyan		12.0[4]	12.0[4]	15.0		

[K] Kruskal-wallis (Mann-whitney u test) / [X²] Ki-kare test

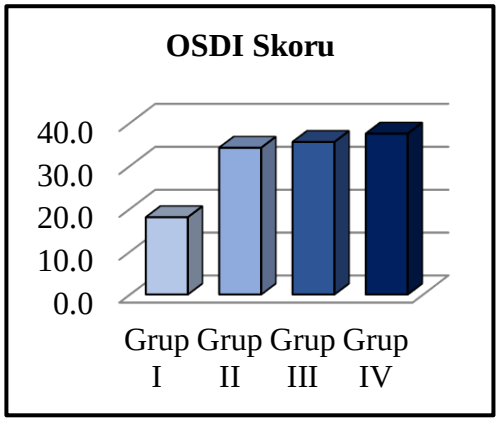
[1]Grup I ile Fark p<0.05; [2]Grup II ile Fark p<0.05; [3]Grup III ile Fark p<0.5; [4]Grup IV ile Fark p<0.05



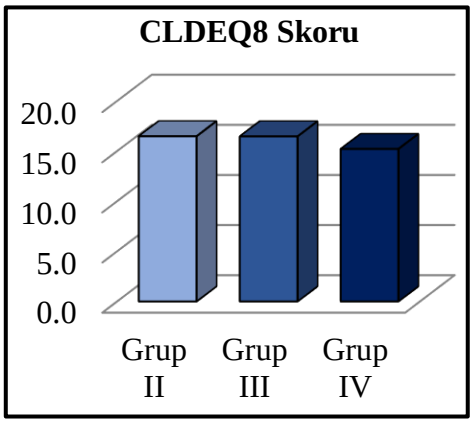
Şekil 1: Sferik Değer Ortalamaları



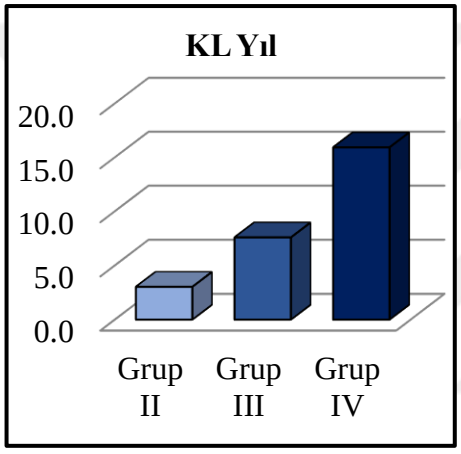
Şekil 2: Silindirik Değer Ortalamaları



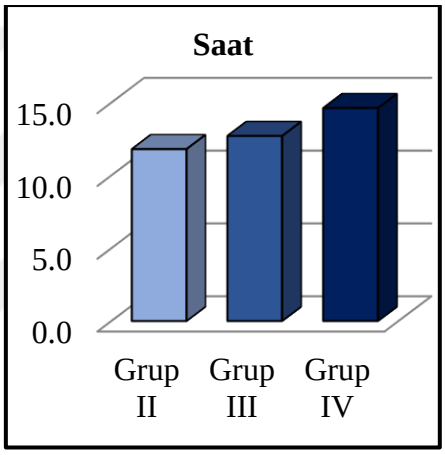
Şekil 3: OSDI Skor Ortalamaları



Şekil 4: CLDEQ-8 Skor Ortalamaları



Şekil 5: KL Kullanım Yılı Ortalamaları



Şekil 6: KL Kulanım Saati Ortalamaları

Çalışmamızda kullanılan kontakt lens materyallerinin dağılımı incelendiğinde, katılımcıların büyük çoğunluğunun Senofilcon A materyalini tercih ettiği görülmüştür (n = 204; %72.9). Bunu sırasıyla Lotrafilcon B (n = 34; %12.1), Samfilcon A (n = 24; %8.6), Comfilcon A (n = 6; %2.1) ve Balafilcon A ile Hilafilcon B (her biri n = 4; %1.4) takip etmiştir. Daha nadir olarak Phemfilcon A ve Verofilcon A materyallerinin kullanıldığı görülmüştür (her biri n = 2; %0.7). Bu dağılım, çalışmamızdaki özellikle Senofilcon A materyalinin belirgin şekilde daha yaygın kullanıldığını göstermektedir.

Gruplar arasında sferik kırma kusuru değerlerinde anlamlı fark bulundu ($p < 0,001$). Ortalama sferik değerler Grup I'de –0,7 ± 1,1 D (medyan: 0,0 D), Grup II'de –1,6 ± 2,6 D (medyan: –2,0 D), Grup III'te –2,9 ± 1,2 D (medyan: –3,0 D) ve Grup IV'te –3,0 ± 2,8 D (medyan: –3,0 D) olarak ölçüldü. Grup I'in sferik değerinin Grup II, Grup III ve Grup IV'e göre anlamlı derecede daha düşük (daha az miyop) olduğu

görüldü ($p < 0,05$). Grup II'nin sferik değeri ise Grup III ve Grup IV'e göre anlamlı derecede daha düşüktü ($p < 0,05$). Grup III ve Grup IV arasında ise anlamlı farklılık saptanmadı ($p > 0,05$).

Silindirik kırma kusuru açısından da gruplar arasında anlamlı fark mevcuttu ($p < 0,05$). Ortalama silindirik değerler Grup I'de –0,2 ± 0,6 D (medyan: 0,0 D), Grup II'de –0,7 ± 0,8 D (medyan: –0,50 D), Grup III'te –0,6 ± 0,8 D (medyan: –0,40 D) ve Grup IV'te –0,5 ± 0,6 D (medyan: 0,0 D) olarak bulundu. Grup I'in silindirik değeri diğer üç gruba göre anlamlı derecede daha düşüktü ($p < 0,05$), ancak Grup II, Grup III ve Grup IV arasında anlamlı farklılık gözlenmedi ($p > 0,05$).

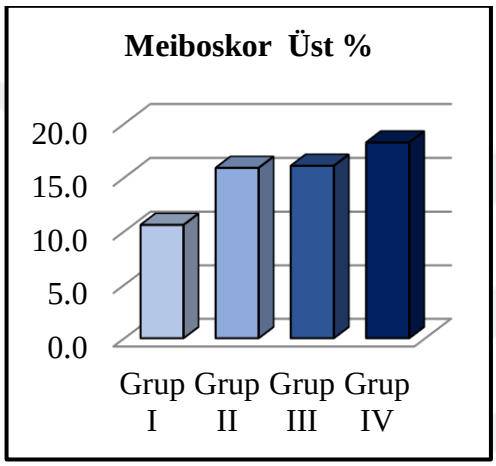
Gruplar arasında OSDI skorlarında anlamlı fark bulundu ($p < 0,001$). Ortalama OSDI değerleri Grup I'de 18,0 ± 15,7, Grup II'de 34,2 ± 22,9, Grup III'te 35,6 ± 16,5 ve Grup IV'te 37,5 ± 21,3 idi. Çoklu karşılaştırmalarda Grup II, Grup III ve Grup IV'ün OSDI skorları Grup I'e kıyasla anlamlı derecede daha yüksekti ($p < 0,05$). Buna karşın Grup II ile Grup III, Grup II ile Grup IV ve Grup III ile Grup IV arasında anlamlı fark saptanmadı ($p > 0,05$).

Kontakt lens kullanımına özgü semptomları değerlendiren CLDEQ-8 skorları ise Grup II'de 16,5 ± 7,8, Grup III'te 16,5 ± 6,6 ve Grup IV'te 15,2 ± 8,6 olup gruplar arasında anlamlı farklılık göstermedi ($p = 0,272$). Medyan değerler de bu bulguları desteklemekte olup, CLDEQ-8 açısından Grup II, III ve IV arasında istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik izlenmedi.

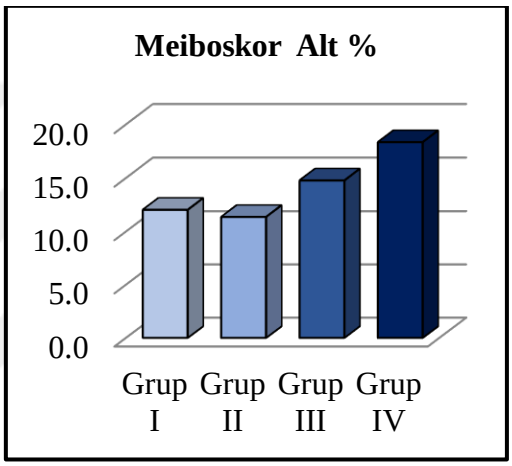
Üst kapak meibomian bez alan kaybını gösteren meiboskor yüzdeleri gruplar arasında anlamlı fark göstermekteydi ($p < 0,001$). Ortalama meiboskor yüzdesi Grup I'de %10,6 ± 9,3 iken, Grup II'de %15,9 ± 12,8, Grup III'te %16,1 ± 11,3 ve Grup IV'te %18,2 ± 13,4 olarak bulundu. Çoklu karşılaştırmalar sonucunda Grup II, Grup III ve Grup IV'teki meiboskor yüzdeleri Grup I'e kıyasla anlamlı derecede daha yüksek saptandı ($p < 0,05$). Grup II, Grup III ve Grup IV arasında kullanım süresi arttıkça artış eğilimi gözlense de istatistiksel anlamlı fark izlenmedi ($p > 0,05$).

Üst kapak meiboskor grade dağılımı değerlendirildiğinde gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür ($p = 0,071$). Tüm gruplarda en sık rastlanan derece **Grade I** olup, Grup I'de %91,0, Grup II'de %82,6, Grup III'te %82,9 ve Grup IV'te %77,4 oranında kaydedilmiştir. Grade I oranlarının tüm gruplarda yüksek seyretmesi, üst kapakta büyük oranda klinik olarak anlamlı bez kaybının

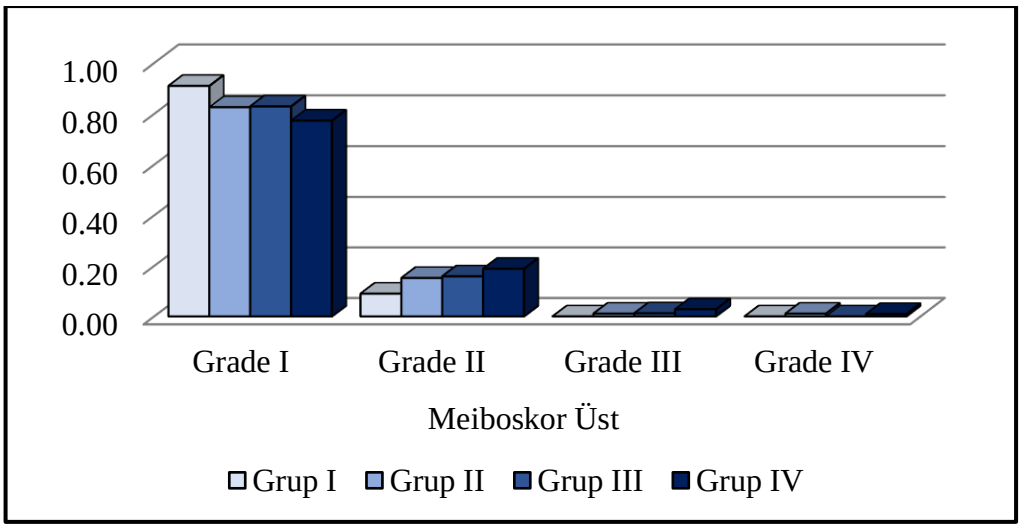
bulunmadığını ve özellikle Grup I ve Grup II'deki değişimlerin çoğunun fizyolojik varyasyon sınırlarında olduğunu düşündürmektedir. Buna karşın lens kullanım süresi arttıkça Grade I oranındaki azalma, daha ileri derecelerdeki bez kaybının hafif bir artış eğilimi gösterdiğine işaret etmektedir. Nitekim Grade II oranları Grup I'de %9,0, Grup II'de %15,2, Grup III'te %15,9 ve Grup IV'te %18,9 olarak bulunmuş; ileri dereceler olan Grade III ve Grade IV ise tüm gruplarda düşük sıklıkta saptanmıştır (Grade III: Grup II %1,1, Grup III %1,2, Grup IV %2,8; Grade IV: yalnızca Grup II %1,1 ve Grup IV %0,9).



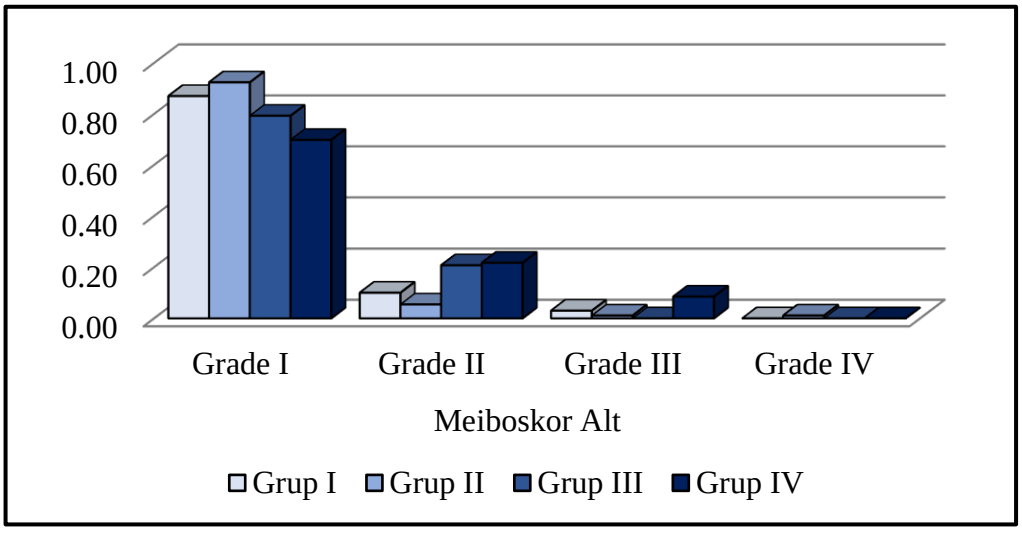
Şekil 7: Ortalama Üst Meibomian Bez Kayıp Yüzdeleri Dağılımı



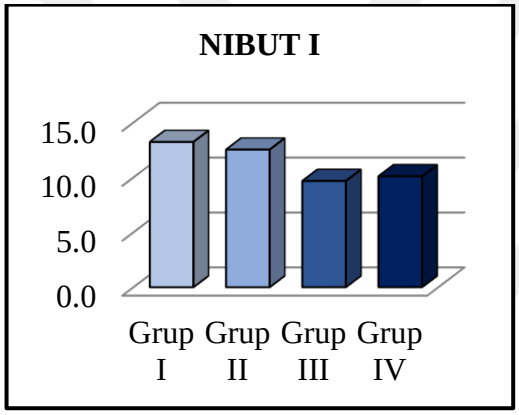
Şekil 8: Ortalama Alt Meibomian Bez Kayıp Yüzdeleri Dağılımı



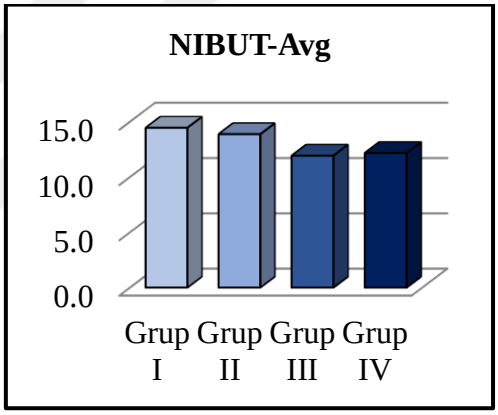
Şekil 9: Ortalama Üst Meibomian Bez Kayıp Dereceleri Dağılımı



Şekil 10: Ortalama Alt Meibomian Bez Kayıp Dereceleri Dağılımı



Şekil 11: NIBUT-I Değerleri Ortalamaları



Şekil 12: NIBUT-AVG Değerleri Ortalamaları

Bu bulgular, üst kapakta meibomian bez alan kaybının büyük ölçüde düşük derecelerde seyrettiğini, lens kullanım süresinin artışıyla birlikte Grade II gibi daha ileri derecelere doğru hafif bir kayma olsa da klinik olarak belirgin bez kaybının (Grade III–IV) seyrek görüldüğünü göstermektedir.

Alt kapak meibomian bez alan kaybını gösteren meiboskor yüzdeleri gruplar arasında anlamlı farklılık göstermekteydi ($p = 0,006$). Ortalama meiboskor yüzdesi Grup I'de %12,0 ± 12,6, Grup II'de %11,4 ± 12,3, Grup III'te %14,8 ± 12,0 ve Grup IV'te %18,3 ± 16,5 olarak bulundu. Çoklu karşılaştırmalar sonucunda Grup IV'ün alt kapak meiboskor yüzdesinin Grup I ve Grup II'ye göre anlamlı derecede daha yüksek olduğu saptandı ($p < 0,05$). Ayrıca Grup III'ün yüzdesi Grup II'ye kıyasla anlamlı

derecede yüksekti ($p < 0,05$). Grup I ile Grup II ve Grup III arasında, ayrıca Grup III ile Grup IV arasında anlamlı fark izlenmedi ($p > 0,05$). Medyan değerlere göre alt kapakta en belirgin bez kaybı Grup IV'teydi.

Alt kapak meiboskor grade dağılımı da gruplar arasında anlamlı farklılık göstermiştir ($p < 0,001$). Grade I oranı Grup I (%87,0) ve Grup II'de (%92,4) oldukça yüksektir ve bu grupların büyük çoğunluğunun klinik olarak anlamlı bir bez kaybı taşımadığını düşündürmektedir; Grade I düzeyindeki minimal değişiklikler çoğu zaman fizyolojik varyasyon veya ölçüme bağlı farklılıklar içinde değerlendirilmektedir. Buna karşılık daha uzun süreli kullanıcılar olan Grup III (%79,3) ve özellikle Grup IV'te (%69,8) Grade I oranlarının azalması, bu gruplarda gerçek ve daha ileri düzey bez kaybının arttığını göstermektedir. Nitekim Grade II oranları Grup III (%20,7) ve Grup IV'te (%21,7) en yüksek olup, bu iki grupta meibomian bez kaybının daha belirgin olduğu görülmektedir. Grade III ise özellikle Grup IV'te %8,5 ile diğer gruplara göre daha yüksek düzeydedir. Grade IV yalnızca Grup II'de düşük bir oranda (%1,1) saptanmıştır.

Bu bulgular, alt kapak meibomian bezlerinin erken dönem lens kullanıcılarında büyük ölçüde normal anatomik bütünlüğünü koruduğunu**,** buna karşılık lens kullanım süresi arttıkça klinik olarak anlamlı bez kaybının (Grade II–III) daha sık görüldüğünü göstermektedir.

Gözyaşı film stabilitesini değerlendiren NIBUT ölçümlerinde gruplar arasında anlamlı farklılıklar saptandı. İlk kırılma süresini temsil eden NIBUT I, Grup I'de 13,2 ± 5,1 s, Grup II'de 12,5 ± 4,8 s iken, Grup III'te 9,7 ± 5,2 s ve Grup IV'te 10,1 ± 5,3 s olarak bulundu ($p < 0,001$). Çoklu karşılaştırmalar, Grup I ve Grup II'nin NIBUT I değerlerinin Grup III ve Grup IV'e kıyasla anlamlı derecede daha yüksek olduğunu göstermiştir ($p < 0,05$). Grup I ile Grup II arasında; Grup III ile Grup IV arasında ise anlamlı fark saptanmamıştır ($p > 0,05$). Medyan değerlere göre de en belirgin kısalma Grup III ve Grup IV'te görülmüştür.

Ortalama gözyaşı kırılma zamanı olarak kabul edilen NIBUT-AVG değerleri de benzer bir dağılım göstermiştir. NIBUT-AVG, Grup I'de 14,5 ± 3,4 s, Grup II'de 13,9 ± 3,5 s iken Grup III'te 11,9 ± 3,8 s ve Grup IV'te 12,2 ± 3,8 s olarak bulunmuştur ($p < 0,001$). Çoklu karşılaştırmalarda Grup I ve Grup II'nin NIBUT-AVG değerleri de Grup III ve Grup IV'e göre anlamlı derecede daha yüksektir ($p < 0,05$). Grup I ile Grup

II; Grup III ile Grup IV arasında ise anlamlı bir fark bulunmamıştır (p > 0,05). Bu bulgular, gözyaşı film stabilitesindeki bozulmanın özellikle 5 yıl ve üzeri kontakt lens kullanıcılarında (Grup III ve Grup IV) belirgin hâle geldiğini göstermektedir.

Tablo 5: Grupların Meiboskor Yüzdelik Değerleri, Grade Dağılımları, NIBUT Ölçümlerinin Karşılaştırılması

			[1]Grup I (n:100)	[2]Grup II (n:92)	[3]Grup III (n:82)	[4]Grup IV (n:106)	p	
Meiboskor Yüzde		Ort.±ss	10.6 ± 9.3	15.9 ± 12.8	16.1 ± 11.3	18.2 ± 13.4	***0.000***	K
		Medyan	8.0[234]	13.0	13.5	14.0		
Meiboskor Üst Düzeltme	Grade I	n-%	91 91.0%	76 82.6%	68 82.9%	82 77.4%	0.071	X^2
	Grade II	n-%	9 9.0%	14 15.2%	13 15.9%	20 18.9%		
	Grade III	n-%	0 0.0%	1 1.1%	1 1.2%	3 2.8%		
	Grade IV	n-%	0 0.0%	1 1.1%	0 0.0%	1 0.9%		
Meiboskor Alt Yüzde		Ort.±ss	12.0 ± 12.6	11.4 ± 12.3	14.8 ± 12.0	18.3 ± 16.5	***0.006***	K
		Medyan	8.0[4]	4.0[34]	11.1	13.9		
Meiboskor Alt Düzeltme	Grade I	n-%	87 87.0%	85 92.4%	65 79.3%	74 69.8%	***0.000***	X^2
	Grade II	n-%	10 10.0%	5 5.4%	17 20.7%	23 21.7%		
	Grade III	n-%	3 3.0%	1 1.1%	0 0.0%	9 8.5%		
	Grade IV	n-%	0[4] 0.0%	1[34] 1.1%	0 0.0%	0 0.0%		
NIBUT I		Ort.±ss	13.2 ± 5.1	12.5 ± 4.8	9.7 ± 5.2	10.1 ± 5.3	***0.000***	K
		Medyan	17.0	15.0	8.0[12]	9.0[12]		
NIBUT Avg		Ort.±ss	14.5 ± 3.4	13.9 ± 3.5	11.9 ± 3.8	12.2 ± 3.8	***0.000***	K
		Medyan	17.0	15.0	11.0[12]	12.0[12]		

[K] Kruskal-wallis (Mann-whitney u test) / [X^2] Ki-kare test

[1]Grup I ile Fark p<0.05; [2]Grup II ile Fark p<0.05; [3]Grup III ile Fark p<0.5; [4]Grup IV ile Fark p<0.05

Speküler mikroskopi ile değerlendirilen endotel parametrelerinde gruplar arasında bazı farklılıklar izlendi. Ortalama endotel hücre sayısı (NUM) Grup I'de 156,3 ± 38,3 hücre/mm², Grup II'de 162,0 ± 41,2 hücre/mm², Grup III'te 141,3 ± 41,1 hücre/mm² ve Grup IV'te 154,0 ± 36,9 hücre/mm² olarak bulundu (p = 0,025). Çoklu karşılaştırmalar, Grup III'ün NUM değerinin Grup I, Grup II ve Grup IV'e göre

anlamlı derecede daha düşük olduğunu göstermiştir ($p < 0,05$). Bu farklılık klinik açıdan bir anlam ifade etmemektedir.

Speküler mikroskopi ile değerlendirilen endotel hücre yoğunluğu (CD) ise gruplar arasında benzer olup, Grup I'de 2830,6 ± 300,2, Grup II'de 2903,7 ± 265,5, Grup III'te 2881,2 ± 259,6 ve Grup IV'te 2827,0 ± 288,7 hücre/mm² olarak bulunmuştur; anlamlı fark saptanmamıştır ($p > 0,05$).

Ortalama endotel hücre alanını temsil eden AVG değerleri de gruplar arasında benzerdi ($p = 0,265$). Buna karşılık hücre alanı değişkenliğini gösteren standart sapma (SD) değerlerinde anlamlı farklılık mevcuttu ($p < 0,001$). SD, Grup I'de 99,3 ± 18,8 µm², Grup II'de 87,3 ± 14,2 µm², Grup III'te 98,8 ± 15,4 µm² ve Grup IV'te 100,7 ± 19,3 µm² olarak bulundu; Grup II'nin SD değerinin diğer gruplara kıyasla anlamlı olarak daha düşük olduğu görüldü ($p < 0,05$).

Benzer şekilde varyasyon katsayısı (CV) Grup II'de 26,5 ± 3,5 ile en düşük düzeyde olup, diğer gruplara göre anlamlı derecede daha düşüktü ($p < 0,05$), bu da polimegatizmin Grup II'de daha az olduğunu göstermektedir.

Maksimum (MAX) ve minimum (MIN) hücre alanları ise gruplar arasında anlamlı farklılık göstermedi ($p > 0,05$).

Endotel hücrelerinin hexagonal hücre yüzdesi (HEX) anlamlı farklılık göstermiştir ($p = 0,001$). Grup II'de HEX %67,8 ± 5,7 ile en yüksek bulunurken, Grup III'te %64,3 ± 5,4 ile en düşük düzeydeydi. Çoklu karşılaştırmalar, Grup II'nin HEX değerinin Grup I, Grup III ve Grup IV'e göre anlamlı derecede daha yüksek olduğunu, ayrıca Grup I'in HEX değerinin Grup III'e göre anlamlı derecede daha yüksek olduğunu göstermiştir ($p < 0,05$).

Ortalama endotel hücre alanı toplamını temsil eden SKK değerleri ise gruplar arasında benzer olup anlamlı farklılık göstermemiştir ($p > 0,05$).

Tüm speküler mikroskopi parametreleri birlikte değerlendirildiğinde endotel morfolojisinin gruplar arasında genel olarak benzer bir profil sergilediği görülmektedir. SD ve CV değerlerinin özellikle Grup II'de daha düşük olması, bu grubun yaş ortalamasının daha düşük olmasına bağlanabilir; nitekim endotel hücre alanı varyasyonunun yaşla birlikte arttığı bilinen bir fizyolojik süreçtir. Grup III'te izlenen HEX düşüşü başlangıçta hafif bir endotelyal stres olasılığını düşündürmüş olsa da, daha uzun süreli kontakt lens kullanıcılarından oluşan Grup IV'te benzer bir düşüş

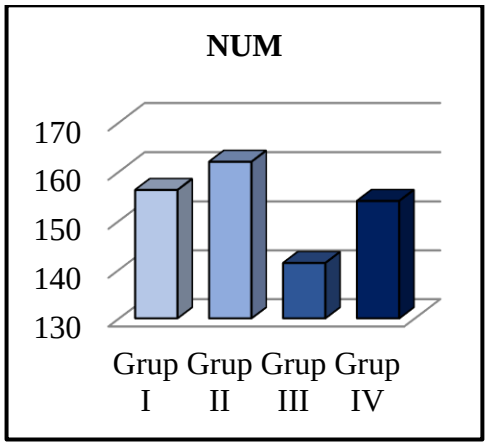
izlenmemesi nedeniyle bunun klinik olarak anlamlı veya lens kullanımına özgü bir değişiklik olduğunu söylemek için yeterli kanıt bulunmamaktadır. Ayrıca CD, AVG, MAX, MIN ve SKK gibi temel endotel bütünlüğünü temsil eden parametrelerde anlamlı fark saptanmamış olması, kontakt lens kullanım süresinin endotel hücre yoğunluğu veya morfolojisi üzerinde belirgin bir olumsuz etki oluşturmadığını desteklemektedir.

Tablo 6: Grupların Speküler Mikroskopi Parametrelerinin Karşılaştırılması

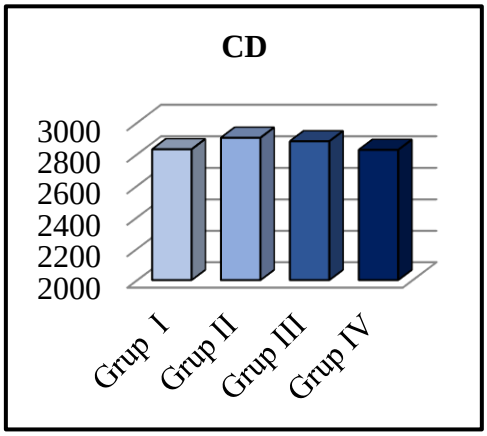
		[1]Grup I (n:100)	[2]Grup II (n:92)	[3]Grup III (n:82)	[4]Grup IV (n:106)	p
NUM	Ort.±ss	156.3 ± 38.3	162.0 ± 41.2	141.3 ± 41.1	154.0 ± 36.9	K ***0.025***
	Medyan	152.0	153.5	139.5[124]	156.0	
CD	Ort.±ss	2830.6 ± 300.2	2903.7 ± 265.5	2881.2 ± 259.6	2827.0 ± 288.7	A 0.156
	Medyan	2865.0	2910.5	2875.0	2828.5	
AVG	Ort.±ss	357.5 ± 40.3	347.3 ± 32.4	350.0 ± 32.2	357.7 ± 38.5	K 0.265
	Medyan	349.0	343.5	347.5	354.0	
SD	Ort.±ss	99.3 ± 18.8	87.3 ± 14.2	98.8 ± 15.4	100.7 ± 19.3	K ***0.000***
	Medyan	98.0	85.5[134]	98.0	96.5	
CV	Ort.±ss	29.1 ± 3.7	26.5 ± 3.5	30.1 ± 4.2	29.7 ± 4.1	K ***0.000***
	Medyan	29.0	26.0[134]	29.0	29.0	
MAX	Ort.±ss	964.3 ± 233.9	955.2 ± 228.0	1010.1 ± 259.6	1008.5 ± 223.4	K 0.140
	Medyan	901.0	927.5	983.5	996.5	
MIN	Ort.±ss	126.2 ± 23.8	128.4 ± 23.4	123.6 ± 29.1	124.3 ± 27.3	K 0.815
	Medyan	129.5	132.0	131.0	130.0	
HEX	Ort.±ss	66.2 ± 5.6	67.8 ± 5.7	64.3 ± 5.4	65.8 ± 5.6	K ***0.001***
	Medyan	67.0[2]	68.5	64.0[12]	66.0[2]	
SKK	Ort.±ss	557.0 ± 36.7	547.8 ± 36.8	550.1 ± 29.2	546.2 ± 41.4	K 0.126
	Medyan	552.5	548.0	554.5	539.0	

[A] ANOVA / [K] Kruskal-wallis (Mann-whitney u test)

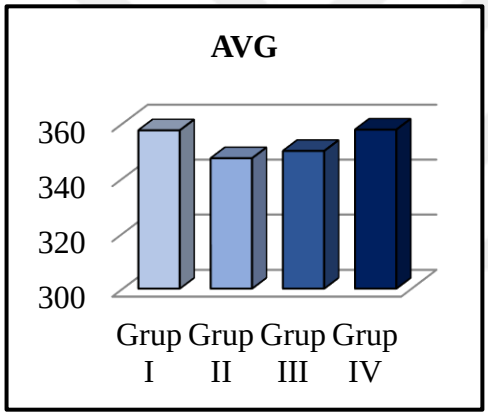
[1]Grup I ile Fark p<0.05; [2]Grup II ile Fark p<0.05; [3]Grup III ile Fark p<0.5; [4]Grup IV ile Fark p<0.05



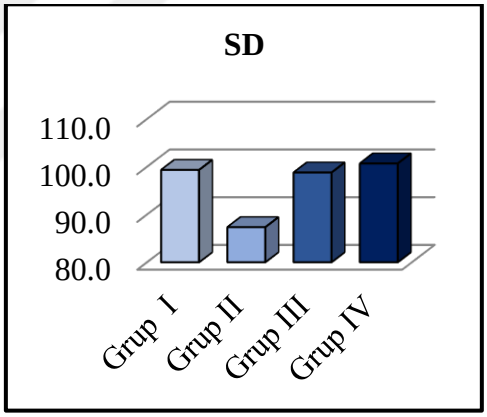
Şekil 13: NUM Değerleri Ortalamaları



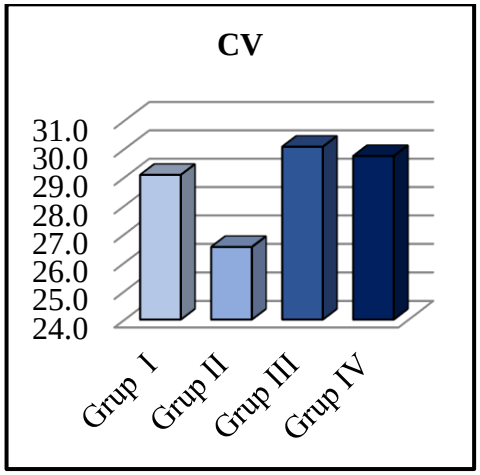
Şekil 14: CD Değerleri Ortalamaları



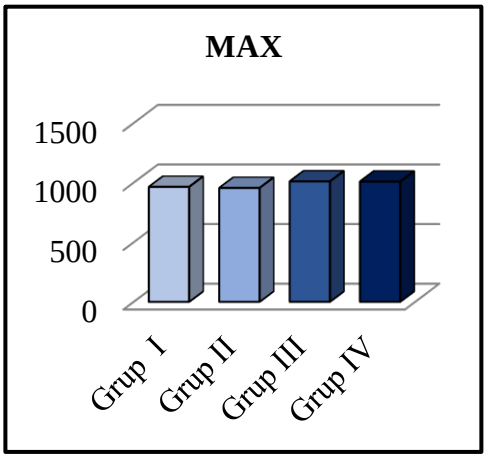
Şekil 15: AVG Değerleri Ortalamaları



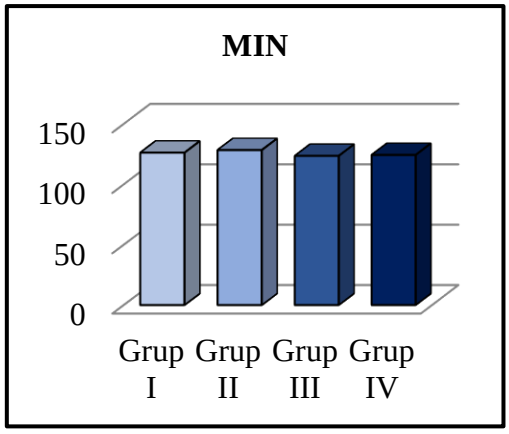
Şekil 16: SD Değerleri Ortalamaları



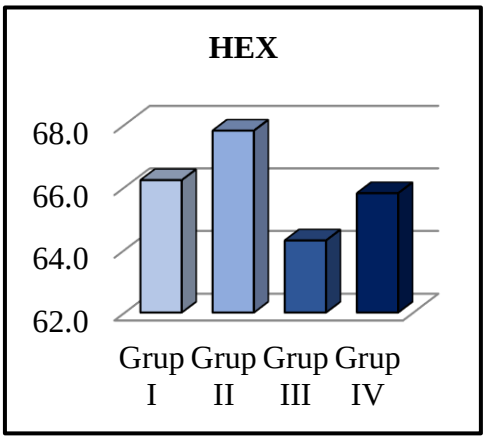
Şekil 17: CV Değerleri Ortalamaları



Şekil 18: MAX Değerleri Ortalamaları



Şekil 19: MIN Değerleri Ortalamaları



Şekil 20: HEX Değerleri Ortalamaları

Superfisiyal punktat keratopati (SPK) derecelendirmesi gruplar arasında anlamlı farklılık göstermekteydi ($p < 0,001$). SPK saptanmayan olguların oranı Grup I'de %92,0 iken, bu oran Grup II'de %66,3, Grup III'te %59,8 ve Grup IV'te %55,7'ye kadar azalmıştır. Bu durum, kontakt lens kullanımının başlamasıyla beraber korneal epitelde hafif düzeyde etkilenimin yaygınlaştığını göstermektedir.

Hafif SPK (Grade I), kontakt lens kullanan tüm gruplarda benzer oranlarda olup Grup II'de %28,3, Grup III'te %26,8 ve Grup IV'te %27,4 olarak izlendi; bu nedenle Grade I SPK açısından kullanıcı grupları arasında anlamlı bir farklılık görülmedi. Ancak SPK'nin daha ileri dereceleri belirgin bir gradyan göstermekteydi: Grade II SPK oranı Grup I'de %2,0 iken Grup III'te %11,0 ve Grup IV'te %14,2'ye yükselmiş; Grade III SPK ise yalnızca uzun süreli kullanıcı gruplarında ortaya çıkarak Grup III'te %2,4 ve Grup IV'te %2,8 oranında saptanmıştır.

Çoklu karşılaştırmalar SPK derecesinin tüm kullanıcı gruplarında Grup I'e kıyasla anlamlı olarak daha yüksek olduğunu göstermiş olsa da ($p < 0,05$), lens kullanıcıları arasında (Grup II–III–IV) anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bununla birlikte Grade II ve III SPK'nin özellikle Grup III ve Grup IV'te daha sık görülmesi, uzun yıllar süren kontakt lens kullanımının daha ileri düzey epitel etkilenimiyle ilişkili olabileceğini düşündürmektedir.

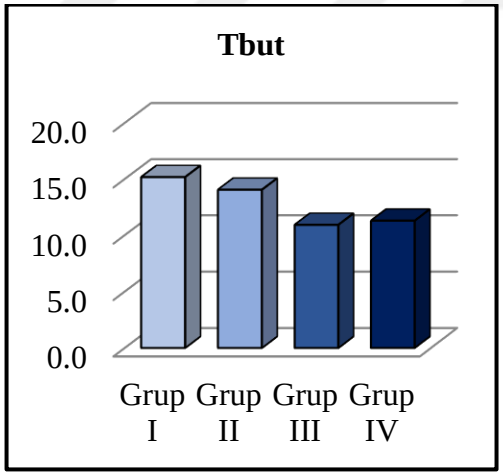
Fluorescein ile ölçülen gözyaşı kırılma zamanı (TBUT) gruplar arasında anlamlı farklılık göstermekteydi ($p < 0,001$). Ortalama TBUT değerleri Grup I'de 15,2 ± 5,3 s, Grup II'de 14,0 ± 6,0 s, Grup III'te 10,9 ± 4,1 s ve Grup IV'te 11,3 ± 5,4 s

olarak bulundu. Medyan değerler de benzer bir eğilim göstererek Grup I'de 16,0 s ve Grup II'de 14,0 s iken, Grup III ve Grup IV'te her ikisinde de 10,0 s olarak ölçüldü.

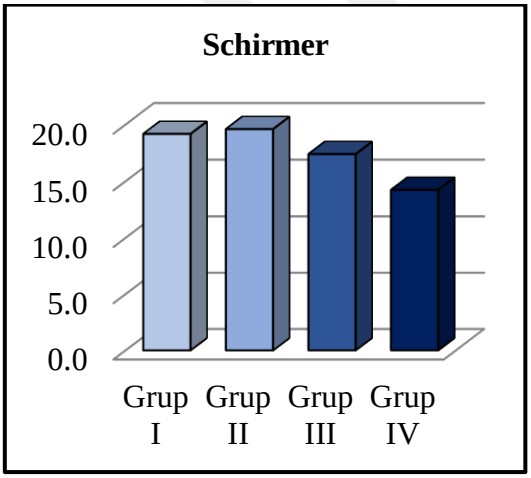
Çoklu karşılaştırmalar, Grup I ve Grup II'nin TBUT değerlerinin Grup III ve Grup IV'e kıyasla anlamlı ölçüde daha yüksek olduğunu göstermiştir ($p < 0,05$). Buna karşın Grup I ile Grup II arasında ve Grup III ile Grup IV arasında TBUT açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Bu bulgular, özellikle 5 yıl ve üzeri kontakt lens kullanımına sahip bireylerde gözyaşı film stabilitesinin belirgin şekilde bozulduğunu, kısa süreli kullanıcılar ile kontrol grubunun ise benzer ve daha iyi TBUT değerlerine sahip olduğunu göstermektedir.

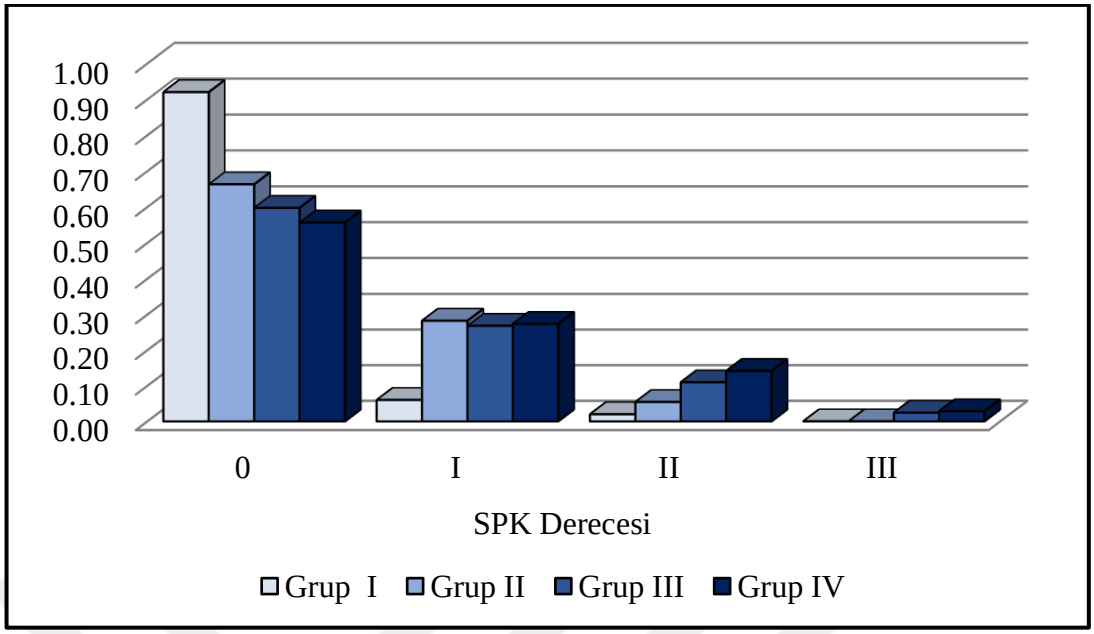
Çalışmada kullanılan cihazın non-invaziv gözyaşı kırılma zamanı ölçümü (NIBUT I) ile fluorescein bazlı manuel TBUT ölçümleri karşılaştırıldığında iki yöntem arasında belirgin bir paralellik olduğu görülmüştür. NIBUT I değerleri tüm gruplarda TBUT'tan ortalama 1–2 saniye daha düşük olmakla birlikte, her iki yöntemin de aynı yönde değişim gösterdiği ve gözyaşı film stabilitesini benzer şekilde yansıttığı tespit edilmiştir.



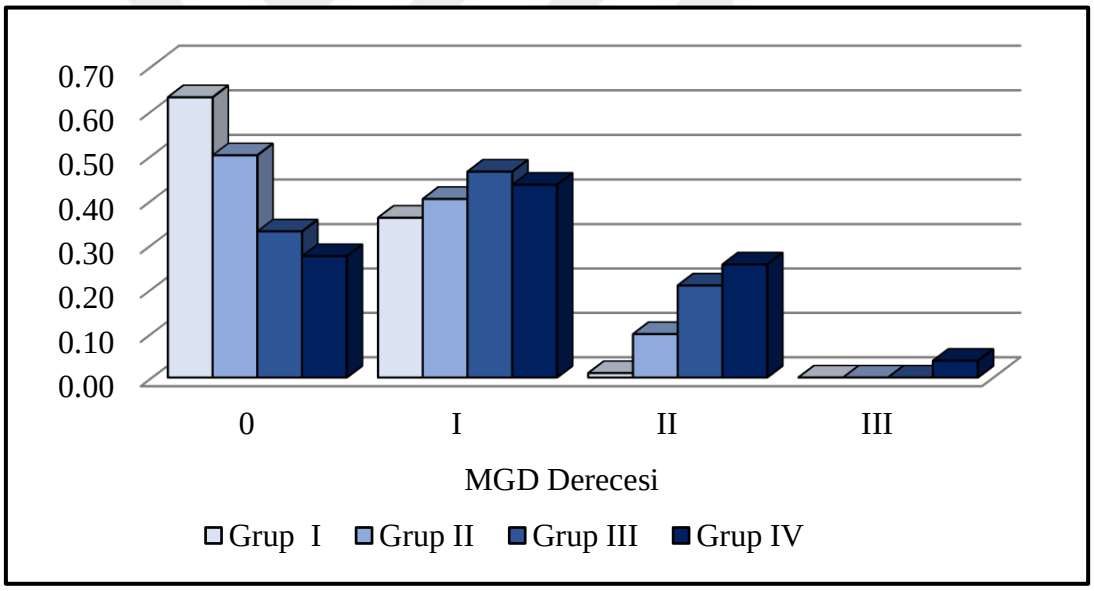
Şekil 21: TBUT Değerleri Ortalamaları



Şekil 22: Schirmer Değerleri Ortalamaları



Şekil 23: SPK Derecesi Dağılımları



Şekil 24: MGD Derecesi Dağılımları

Schirmer testi sonuçları gruplar arasında anlamlı farklılık göstermekteydi ($p < 0,001$). Ortalama gözyaşı salınımı Grup I'de 19,2 ± 7,6 mm, Grup II'de 19,6 ± 8,8 mm ve Grup III'te 17,4 ± 7,9 mm iken, en düşük değerler Grup IV'te 14,2 ± 8,8 mm olarak saptandı. Medyan değerler de bu eğilimi desteklemekte olup, sırasıyla 18,0 mm, 21,0 mm, 18,0 mm ve Grup IV'te 11,5 mm olarak ölçülmüştür.

Çoklu karşılaştırmalar, Grup IV'ün Schirmer değerlerinin Grup I, Grup II ve Grup III'e kıyasla anlamlı derecede düşük olduğunu göstermiştir ($p < 0,05$). Buna karşın Grup I ile Grup II ve Grup III arasında, ayrıca Grup II ile Grup III arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0,05$). Bu bulgular, gözyaşı üretimindeki belirgin azalmanın esas olarak uzun süreli kontakt lens kullanıcılarında ortaya çıkabileceğini göstermektedir.

Meibomian bez disfonksiyonu (MGD) derecelendirmesi gruplar arasında anlamlı farklılık göstermekteydi ($p < 0,001$). MGD yokluğu (Grade 0) Grup I'de %63,0 oranında görülürken, bu oran Grup II'de %50,0'a, Grup III'te %32,9'a ve Grup IV'te %27,4'e kadar azalmaktaydı. Bu durum, kontakt lens kullanım süresi arttıkça belirgin MGD belirtilerinin daha sık ortaya çıktığını göstermektedir.

Grade I MGD oranı Grup I'de %36,0 iken, Grup II'de %40,2, Grup III'te %46,3 ve Grup IV'te %43,4 olarak bulundu; hafif MGD'nin lens kullanıcılarında daha yaygın olduğu görülmektedir. Daha ileri düzey MGD'yi temsil eden Grade II oranı Grup I'de yalnızca %1,0 iken, Grup II'de %9,8, Grup III'te %20,7 ve Grup IV'te %25,5 olarak belirgin şekilde artmıştı. Grade III MGD Grup I, II ve III'te hiç görülmezken, yalnızca en uzun süreli kullanıcıları içeren Grup IV'te %3,8 oranında izlendi.

Çoklu karşılaştırmalar, MGD derecesinin özellikle 5 yıl ve üzeri kontakt lens kullanan gruplarda (Grup III ve Grup IV) anlamlı şekilde arttığını göstermiştir ($p < 0,05$). Buna karşılık Grup I ile Grup II arasında anlamlı fark izlenmemiştir ($p > 0,05$). Grup III ve Grup IV arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır; bu durum, MGD şiddetindeki belirgin artışın esas olarak 5. yıldan sonra ortaya çıktığını, ancak daha ileri kullanım yıllarında MGD derecesinin benzer düzeyde seyrettiğini düşündürmektedir.

Tablo 7: Grupların Biyomikroskopik Bulgular ve Oküler Yüzey Testlerinin Karşılaştırılması

			[1]Grup I (n:100)		[2]Grup II (n:92)		[3]Grup III (n:82)		[4]Grup IV (n:106)		p	
SPK Derecesi	0	n-%	92	92.0%	61	66.3%	49	59.8%	59	55.7%	***0.000***	X^2
	I	n-%	6	6.0%	26	28.3%	22	26.8%	29	27.4%		
	II	n-%	2	2.0%	5	5.4%	9	11.0%	15	14.2%		
	III	n-%	0[234]	0.0%	0	0.0%	2	2.4%	3	2.8%		
TBUT		Ort.±ss	15.2 ± 5.3		14.0 ± 6.0		10.9 ± 4.1		11.3 ± 5.4		***0.000***	K
		Medyan	16.0		14.0		10.0[12]		10.0[12]			
MGD Derecesi	0	n-%	63	63.0%	46	50.0%	27	32.9%	29	27.4%	***0.000***	X^2
	I	n-%	36	36.0%	37	40.2%	38	46.3%	46	43.4%		
	II	n-%	1	1.0%	9	9.8%	17	20.7%	27	25.5%		
	III	n-%	0 [34]	0.0%	0 [34]	0.0%	0	0.0%	4	3.8%		
Schirmer		Ort.±ss	19.2 ± 7.6		19.6 ± 8.8		17.4 ± 7.9		14.2 ± 8.8		***0.000***	K
		Medyan	18.0		21.0		18.0		11.5[123]			
Lissamine Derecesi	0	n-%	86	86.0%	48	52.2%	28	34.1%	37	34.9%	***0.000***	X^2
	I	n-%	12	12.0%	21	22.8%	24	29.3%	39	36.8%		
	II	n-%	2	2.0%	18	19.6%	19	23.2%	27	25.5%		
	III	n-%	0[234]	0.0%	5[34]	5.4%	11	13.4%	3	2.8%		

[K] Kruskal-wallis (Mann-whitney u test) / [X²] Ki-kare test

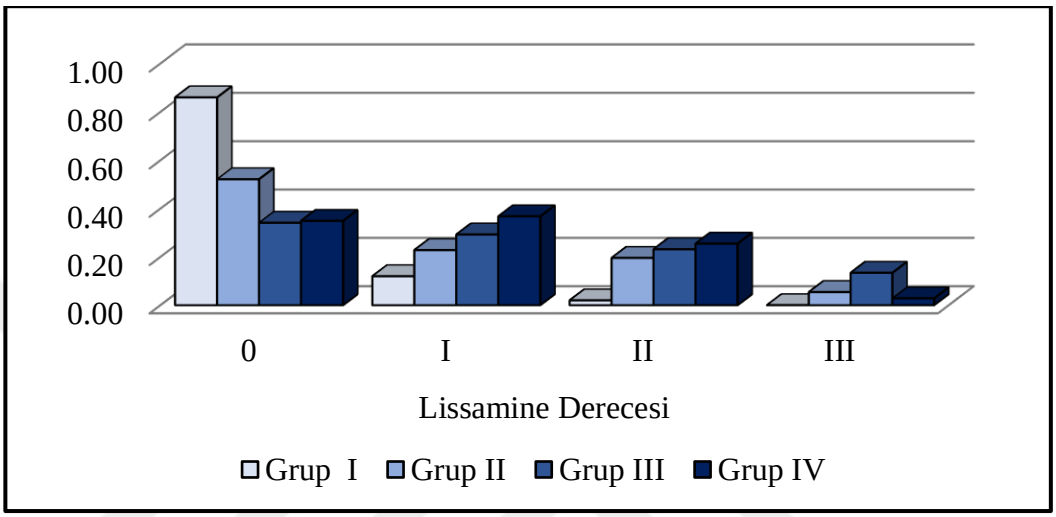
[1]Grup I ile Fark p<0.05; [2]Grup II ile Fark p<0.05; [3]Grup III ile Fark p<0.5; [4]Grup IV ile Fark p<0.05

Lissamine green ile değerlendirilen konjonktival boyanma dereceleri gruplar arasında anlamlı farklılık göstermekteydi (p < 0,001). Boyanma olmayan olguların oranı Grup I'de %86,0 iken, bu oran Grup II'de %52,2, Grup III'te %34,1 ve Grup IV'te %34,9 olarak belirgin şekilde azalmıştı. Bu durum, kontakt lens kullanım süresi arttıkça konjonktival yüzey bütünlüğünün daha fazla etkilendiğini göstermektedir.

Grade I boyanma sıklığı Grup I'de %12,0 iken, Grup II'de %22,8, Grup III'te %29,3 ve Grup IV'te %36,8 seviyelerine yükselmiştir. Daha ileri hasarı gösteren Grade II boyanma Grup I'de yalnızca %2,0 oranında görülürken, Grup II'de %19,6, Grup III'te %23,2 ve Grup IV'te %25,5 oranlarında kaydedilmiştir. Grade III boyanma kontrol grubunda hiç izlenmezken, Grup II'de %5,4, Grup III'te %13,4 ve Grup IV'te %2,8 olarak tespit edilmiştir.

Çoklu karşılaştırmalar, lissamine green derecesinin Grup III ve Grup IV'te Grup I ve Grup II'ye göre anlamlı olarak daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur (p

< 0,05). Ayrıca Grup II'nin de Grup I'e kıyasla anlamlı derecede daha fazla boyanma gösterdiği belirlenmiştir (p < 0,05). Buna karşın Grup III ile Grup IV arasında anlamlı fark bulunmamıştır (p > 0,05). Bu bulgular, konjonktival yüzey hasarının özellikle 5 yıl ve üzeri kontakt lens kullanıcılarında belirginleştiğini, ancak ileri kullanım yıllarında şiddetin benzer düzeyde seyrettiğini düşündürmektedir.



Şekil 25: Lissamine Derecesi Dağılımları

Topografik Parametreler

Korneanın en ince noktasının X koordinatı (Thinnest Location X) gruplar arasında benzer bulunmuş olup, Grup I'de 0,06 ± 0,48 mm, Grup II'de 0,07 ± 0,50 mm, Grup III'te 0,04 ± 0,48 mm ve Grup IV'te 0,10 ± 0,54 mm olarak ölçülmüş; anlamlı fark saptanmamıştır (p = 0,952).

Thinnest Location Y değerleri ise gruplar arasında anlamlı farklılık göstermiştir (p < 0,001). En ince noktanın inferiora doğru yer değiştirdiği Y koordinatı Grup I'de –0,33 ± 0,25 mm, Grup II'de –0,39 ± 0,22 mm, Grup III'te –0,42 ± 0,20 mm ve Grup IV'te –0,26 ± 0,37 mm olarak bulunmuştur. Çoklu karşılaştırmalarda özellikle Grup III'ün Grup I ve Grup IV'e kıyasla daha belirgin inferior yer değişikliği gösterdiği görülmüştür. Buna karşın en ince nokta kalınlığı (Thinnest THK) dört grup arasında benzer olup anlamlı fark izlenmemiştir (p = 0,210).

Apex parametrelerinde ise X koordinatında anlamlı farklılık mevcuttu (p = 0,022). Apex X değeri Grup I'de 0,11 ± 0,45 mm iken Grup II'de –0,10 ± 0,53 mm, Grup III'te –0,03 ± 0,42 mm ve Grup IV'te 0,10 ± 0,54 mm olarak ölçülmüş; Grup

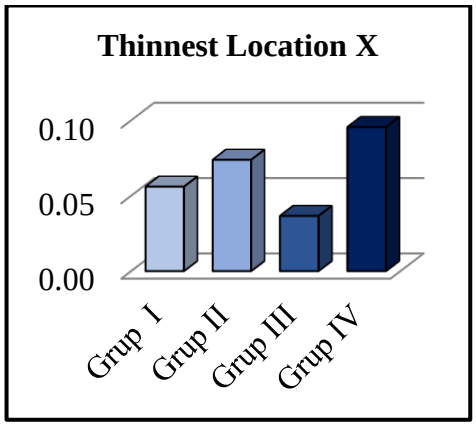
I’in Grup II ve III’e göre, Grup IV’ün ise Grup II’ye göre anlamlı biçimde daha yüksek değerler sergilediği tespit edilmiştir.

Apex Y koordinatı ise gruplar arasında anlamlı fark göstermemiştir (p = 0,124). Apex kalınlığı da benzer şekilde gruplar arasında yakın değerler göstermiş olup anlamlı farklılık saptanmamıştır (p = 0,500).

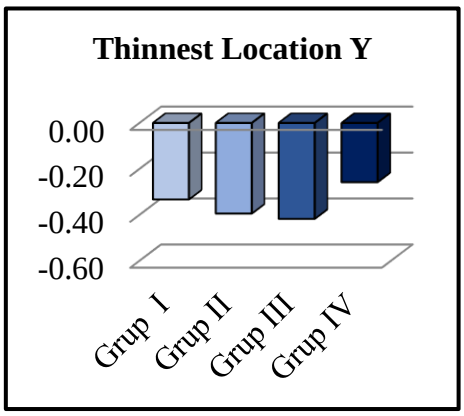
Apex X koordinatında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuş olsa da (p = 0,022), bu farklılık klinik açıdan anlamlı bir yer değiştirmeye işaret etmemektedir. Ölçülen değerlerin büyüklükleri birbirine çok yakın olup, gruplar arasındaki fark esas olarak işaret değişiminden (pozitif–negatif) kaynaklanmaktadır. Bu nedenle istatistiksel farklılık, gerçek bir yer değiştirme miktarından ziyade yön farklılığına bağlı matematiksel bir sonuç olarak değerlendirilmelidir.

Apex Y koordinatı açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark izlenmemiştir (p = 0,124). Apex Y değeri Grup I’de 0,25 ± 1,08 mm, Grup II’de 0,55 ± 1,54 mm, Grup III’te 0,55 ± 1,43 mm ve Grup IV’te 0,22 ± 1,36 mm olup, medyan değerler tüm gruplarda 0 mm’nin hafif üzerinde seyretmektedir. Bu durum, korneal apeksin tüm gruplarda benzer şekilde optik merkeze çok yakın ve hafif superior yerleşimli olduğunu düşündürmektedir. Apex kalınlığı da gruplar arasında benzer bulunmuş (p = 0,500) ve anlamlı fark saptanmamıştır.

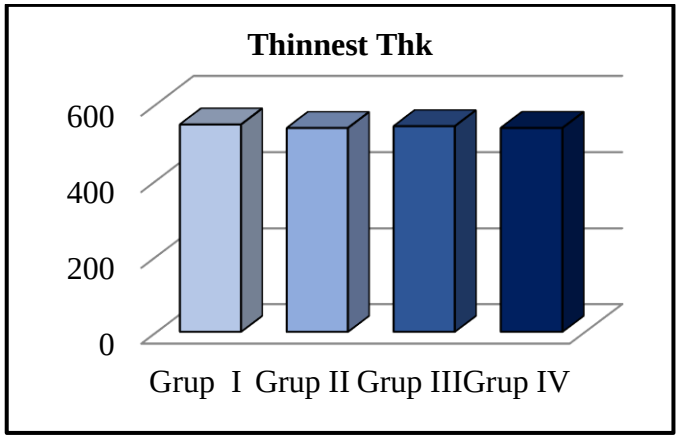
Apex eğriliği (Apex Curv.) açısından ise anlamlı fark mevcuttu (p = 0,001). Eğrilik değerleri Grup I’de 44,9 ± 1,6 D ve Grup II’de 44,7 ± 1,7 D düzeyindeyken, Grup III’te 45,6 ± 2,1 D ve Grup IV’te 45,4 ± 1,8 D olarak bulunmuş; Grup III ve Grup IV’ün apex eğriliği Grup I ve II’ye göre anlamlı derecede daha yüksekti.



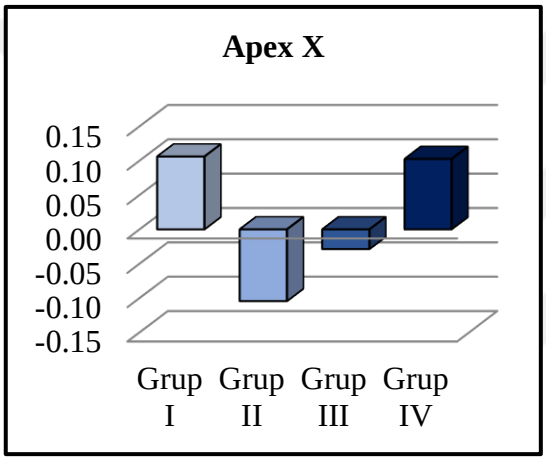
Şekil 26: Thinnest Location X Ortalamaları



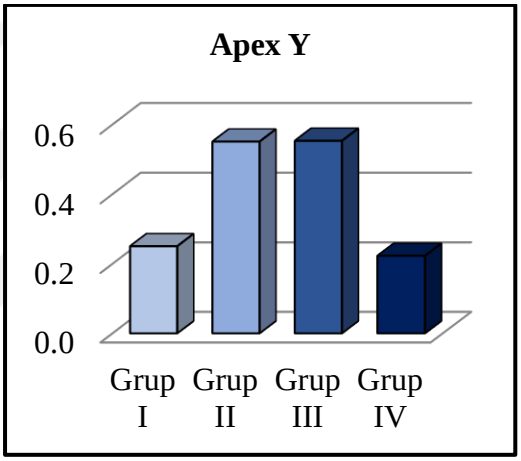
Şekil 27: Thinnest Location Y Ortalamaları



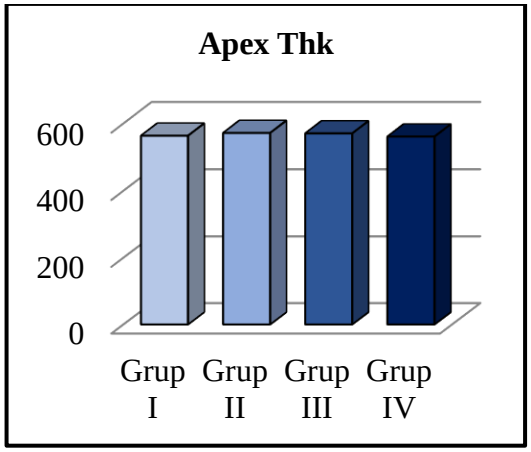
Şekil 28: Thinnest Location Kalınlığı Ortalamaları



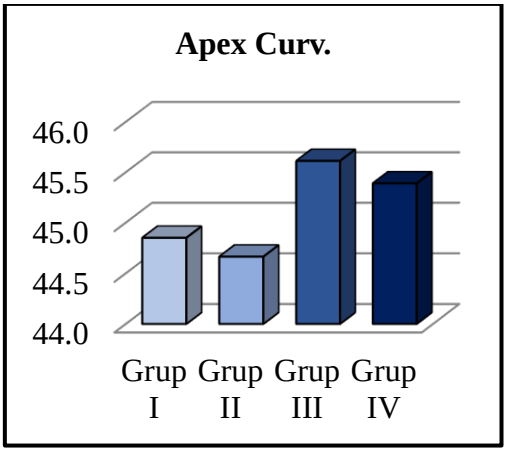
Şekil 29: Apex Location X Ortalamaları



Şekil 30: Apex Location Y Ortalamaları



Şekil 31: Apex Location Kalınlığı Ortalamaları



Şekil 32: Apex Curvature Ortalamaları

Tablo 8: Grupların Korneal Özet İndeksleri Karşılaştırılması

		[1]Grup I (n:100)	[2]Grup II (n:92)	[3]Grup III (n:82)	[4]Grup IV (n:106)	p
Thinnest						
Location X	Ort.±ss	0.1 ± 0.5	0.1 ± 0.5	0.0 ± 0.5	0.1 ± 0.5	0.952 [K]
	Medyan	0.1	0.2	0.0	0.1	
Location Y	Ort.±ss	-0.33 ± 0.25	-0.39 ± 0.22	-0.42 ± 0.20	-0.26 ± 0.37	***0.000*** [K]
	Medyan	-0.35	-0.39[4]	-0.41[14]	-0.30	
Thk	Ort.±ss	545.5 ± 37.2	536.3 ± 36.4	541.0 ± 27.8	536.5 ± 38.5	0.210 [K]
	Medyan	542.5	535.0	542.5	527.5	
Apex						
X	Ort.±ss	0.11 ± 0.45	-0.10 ± 0.53	-0.03 ± 0.42	0.10 ± 0.54	***0.022*** [K]
	Medyan	0.05	0.0[14]	-0.02[1]	0.06	
Y	Ort.±ss	0.3 ± 1.1	0.6 ± 1.5	0.6 ± 1.4	0.2 ± 1.4	0.124 [K]
	Medyan	0.2	0.8	0.2	0.1	
Thk	Ort.±ss	563.6 ± 41.1	571.8 ± 54.5	570.5 ± 49.0	560.9 ± 51.5	0.500 [K]
	Medyan	561.5	566.5	564.0	553.0	
Curv.	Ort.±ss	44.9 ± 1.6	44.7 ± 1.7	45.6 ± 2.1	45.4 ± 1.8	***0.001*** [K]
	Medyan	44.8[34]	44.5[34]	45.4	45.1	

[K] Kruskal-wallis (Mann-whitney u test)

[1]Grup I ile Fark p<0.05; [3]Grup III ile Fark p<0.5; [4]Grup IV ile Fark p<0.05

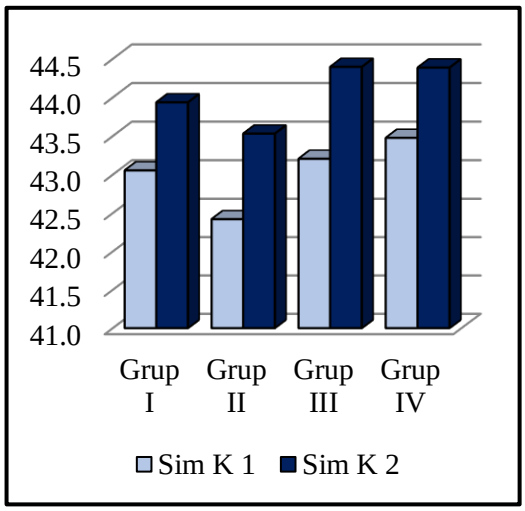
Anterior Keratometri (SimK Değerleri)

Anterior korneal eğrilik parametreleri gruplar arasında anlamlı farklılık göstermekteydi. Sim K1 değerleri Grup I'de 43,1 ± 1,3 D, Grup II'de 42,4 ± 1,3 D, Grup III'te 43,2 ± 1,4 D ve Grup IV'te 43,5 ± 1,4 D olarak ölçüldü ($p < 0,001$). Çoklu karşılaştırmalar, Grup II'nin Sim K1 değerinin Grup I, III ve IV'e göre anlamlı derecede daha düşük olduğunu; ayrıca Grup IV'ün Grup I'e kıyasla daha yüksek Sim K1 değerine sahip olduğunu gösterdi ($p < 0,05$). Sim K2 değerleri de benzer bir dağılım sergilemiş olup Grup I'de 43,9 ± 1,3 D, Grup II'de 43,5 ± 1,4 D, Grup III'te 44,4 ± 1,6 D ve Grup IV'te 44,4 ± 1,6 D olarak bulunmuştur ($p < 0,001$). Grup III ve Grup IV'ün Sim K2 değerleri Grup II'den anlamlı derecede yüksekti ($p < 0,05$). Ortalama keratometri (SimK AVG) değerleri Grup I'de 43,5 ± 1,3 D, Grup II'de 43,0 ± 1,3 D, Grup III'te 43,8 ± 1,4 D ve Grup IV'te 43,9 ± 1,5 D olup gruplar arasında anlamlı fark mevcuttu ($p < 0,001$); çoklu karşılaştırmalar Grup II'nin diğer üç gruba kıyasla anlamlı şekilde daha düşük olduğunu ortaya koydu ($p < 0,05$).

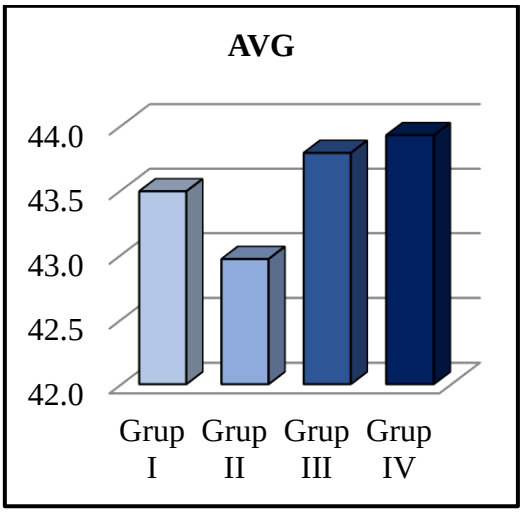
Korneal astigmatizma miktarı (CYL) Grup I'de –0,88 ± 0,48 D, Grup II'de –1,11 ± 0,66 D, Grup III'te –1,19 ± 0,84 D ve Grup IV'te –0,91 ± 0,60 D olarak bulundu ($p = 0,031$). Çoklu analizlerde Grup I ve Grup IV'ün astigmatizma miktarlarının Grup II ve Grup III'e göre anlamlı derecede daha düşük olduğu görüldü ($p < 0,05$). Korneal astigmatizma aksı (Axis) değerleri ise gruplar arasında anlamlı farklılık göstermedi ($p = 0,628$).

Bu veriler genel olarak değerlendirildiğinde, anterior korneal eğrilik parametrelerinde Grup II'nin daha düz bir korneal profile, Grup III ve Grup IV'ün ise daha dik bir korneal yapıya sahip olduğu; buna karşın aks stabilitesinin tüm gruplarda korunduğu görülmektedir.

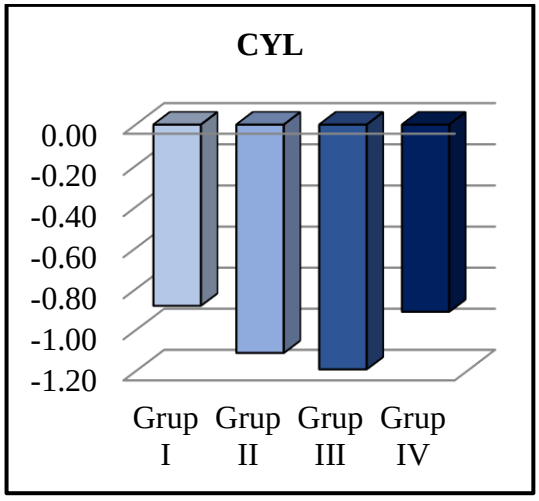
Silindirik refraksiyon değerleri incelendiğinde Grup II ve Grup III'te astigmatizma miktarının diğer gruplara kıyasla daha yüksek olduğu görülmüştür. Benzer şekilde, korneal astigmatizmayı temsil eden CYL değerleri de en yüksek düzeyini Grup III'te, ikinci sırada Grup II'de göstermiştir. Bu paralel dağılım, korneal astigmatizma ile kırma kusuru arasındaki yapısal uyumu desteklemekte; gözlemlenen astigmatizma farklılıklarının kontakt lens kullanım süresinden ziyade gruplar arasındaki doğal refraktif farklılıklardan kaynaklandığını düşündürmektedir.



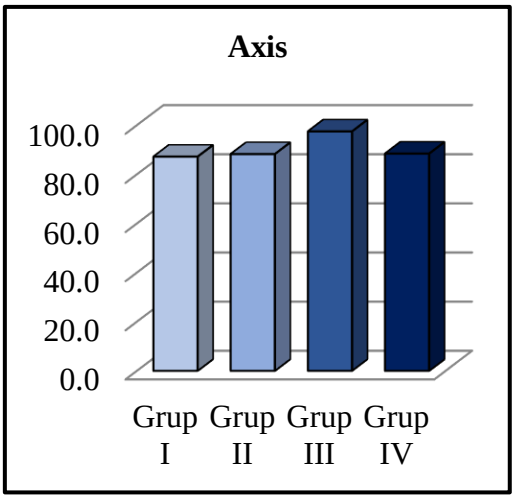
Şekil 33: SimK1-SimK2 Ortalamaları



Şekil 34: SimKAvg Ortalamaları



Şekil 35: SimK CYL Ortalamaları



Şekil 36: SimK Ax Ortalamaları

Posterior Keratometri (Back K Değerleri)

Posterior keratometri ölçümlerinde gruplar arasında anlamlı farklılıklar mevcuttu. Posterior K1 değeri Grup I'de –5,9 ± 0,2 D, Grup II'de –5,8 ± 0,2 D, Grup III'te –6,0 ± 0,2 D ve Grup IV'te –6,0 ± 0,2 D olarak bulundu ($p < 0,001$). Çoklu karşılaştırmalar Grup II'nin posterior K1 değerinin Grup I, III ve IV'e kıyasla anlamlı düzeyde daha düşük olduğunu göstermiştir ($p < 0,05$). Posterior K2 değeri Grup I'de –6,28 ± 0,27 D, Grup II'de –6,23 ± 0,22 D, Grup III'te –6,35 ± 0,32 D ve Grup IV'te –6,34 ± 0,22 D idi ($p = 0,003$). Buna göre Grup II, posterior K2 açısından Grup III ve Grup IV'e kıyasla anlamlı derecede daha düzdü; ayrıca Grup I'in K2 değeri Grup IV'ten anlamlı olarak daha düşüktü.

Posterior ortalama keratometri (Back AVG) değerleri Grup I'de –6,11 ± 0,24 D, Grup II'de –5,89 ± 1,24 D, Grup III'te –6,15 ± 0,26 D ve Grup IV'te –6,15 ± 0,19 D olarak ölçülmüş ve gruplar arasında anlamlı fark tespit edilmiştir ($p < 0,001$). Çoklu karşılaştırmalar Grup II'nin posterior ortalama K değerinin Grup I, III ve IV'ten anlamlı derecede daha düşük olduğunu; ayrıca Grup I'in de Grup IV'ten anlamlı derecede daha düşük olduğunu ortaya koymuştur ($p < 0,05$).

Posterior astigmatizma ekseni (Back axis) değerleri ise Grup I'de 76,6 ± 82,7°, Grup II'de 70,6 ± 82,5°, Grup III'te 74,2 ± 82,4° ve Grup IV'te 69,0 ± 82,7° olup, gruplar arasında anlamlı farklılık göstermemiştir ($p = 0,765$).

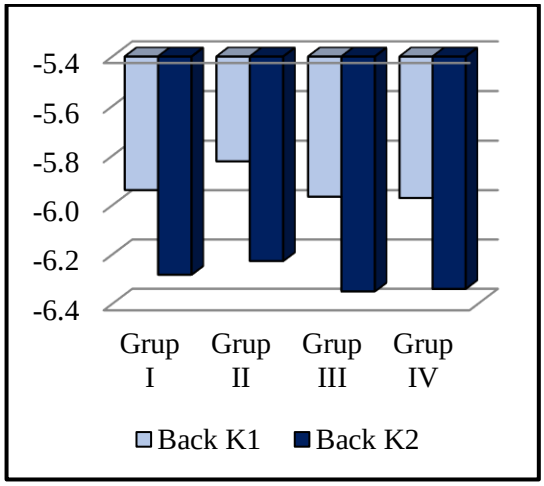
Bu bulgular genel olarak değerlendirildiğinde, posterior yüzey eğriliklerinin Grup II'de diğer gruplara kıyasla daha düz seyrettiği; Grup III ve IV'te ise daha dik posterior eğrilik değerlerinin izlendiği görülmektedir.

Tablo 9: Grupların Ön ve Arka Keratometrik Değerlerinin Karşılaştırılması

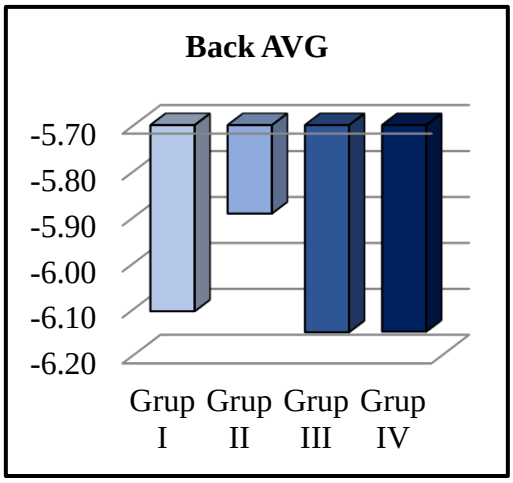
		[1]Grup I (n:100)	[2]Grup II (n:92)	[3]Grup III (n:82)	[4]Grup IV (n:106)	p	
Sim K 1	Ort.±ss	43.1 ± 1.3	42.4 ± 1.3	43.2 ± 1.4	43.5 ± 1.4	***0.000***	K
	Medyan	43.1[4]	42.5[134]	43.0	43.5		
Sim K 2	Ort.±ss	43.9 ± 1.3	43.5 ± 1.4	44.4 ± 1.6	44.4 ± 1.6	***0.000***	A
	Medyan	44.0	43.4[34]	44.4	44.3		
AVG	Ort.±ss	43.5 ± 1.3	43.0 ± 1.3	43.8 ± 1.4	43.9 ± 1.5	***0.000***	A
	Medyan	43.6	43.2[134]	43.8	43.8		
CYL	Ort.±ss	-0.88 ± 0.48	-1.11 ± 0.66	-1.19 ± 0.84	-0.91 ± 0.60	***0.031***	K
	Medyan	-0.81	-0.92[14]	-0.935[14]	-0.82		
Axis	Ort.±ss	87.2 ± 76.4	88.2 ± 78.6	97.5 ± 78.9	88.4 ± 78.7	0.628	K
	Medyan	82.0	81.5	136.5	53.5		
Back							
K1	Ort.±ss	-5.9 ± 0.2	-5.8 ± 0.2	-6.0 ± 0.2	-6.0 ± 0.2	***0.000***	K
	Medyan	-5.9[2]	-5.8	-5.9[2]	-6.0[2]		
K2	Ort.±ss	-6.28 ± 0.27	-6.23 ± 0.22	-6.35 ± 0.32	-6.34 ± 0.22	***0.003***	K
	Medyan	-6.27	-6.23	-6.31[2]	-6.34[12]		
AVG	Ort.±ss	-6.11 ± 0.24	-5.89 ± 1.24	-6.15 ± 0.26	-6.15 ± 0.19	***0.000***	K
	Medyan	-6.11[2]	-6.05	-6.10[2]	-6.13[12]		
Axis	Ort.±ss	76.6 ± 82.7	70.6 ± 82.5	74.2 ± 82.4	69.0 ± 82.7	0.765	K
	Medyan	11.5	9.0	10.0	8.5		

[A] ANOVA / [K] Kruskal-wallis (Mann-whitney u test)

[1]Grup I ile Fark p<0.05; [2]Grup II ile Fark p<0.05; [3]Grup III ile Fark p<0.5; [4]Grup IV ile Fark p<0.05



Şekil 37: Back K1- Back K2 Ortalamaları

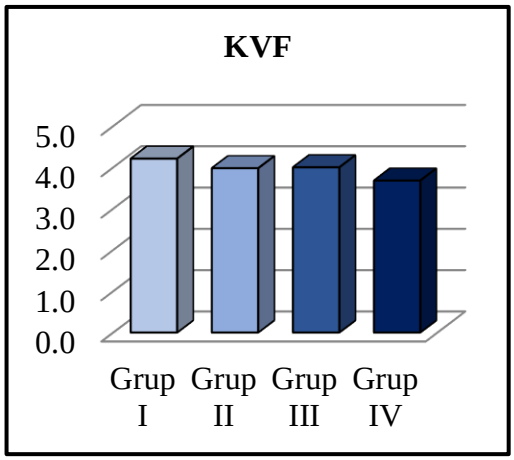


Şekil 38: Back KAvg Ortalamaları

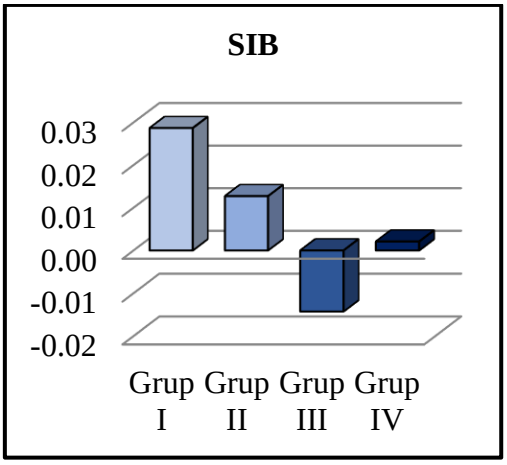
Keratokonus Screening

Eğrilik simetri indeksi (SIF) değerlendirildiğinde Grup III'te hafif negatif eğilim gözlense de (–0,2 ± 0,6), gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı (p = 0,056). Ön yüzeydeki keratokonus verteks değeri (KVF) dört grup arasında benzerdi ve anlamlı fark göstermedi (p = 0,380).

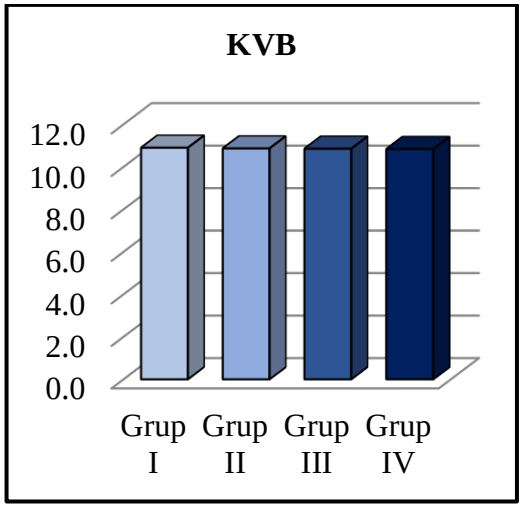
Posterior yüzey simetri indeksi (SIB) tüm gruplarda 0,0 ± 0,1 olup gruplar arasında fark yoktu (p = 0,103). Arka yüzey verteks değeri (KVB) de benzer şekilde Grup I'den Grup IV'e kadar yakın değerlerde izlendi ve istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermedi (p = 0,824). Bu bulgular, kontakt lens kullanımının hem ön hem de arka yüzey simetrisi üzerinde belirgin bir morfolojik değişime yol açmadığını desteklemektedir.



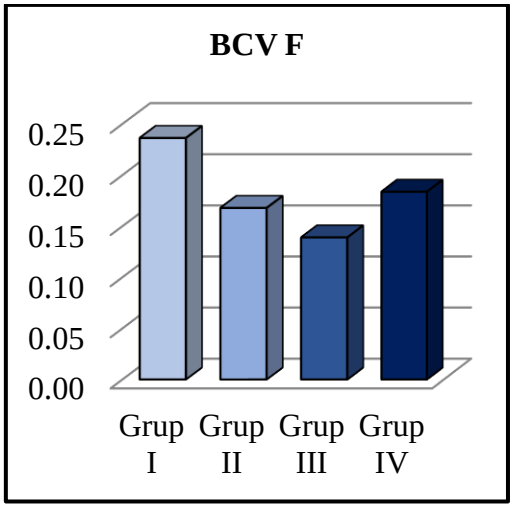
Şekil 39: KVF Ortalamaları



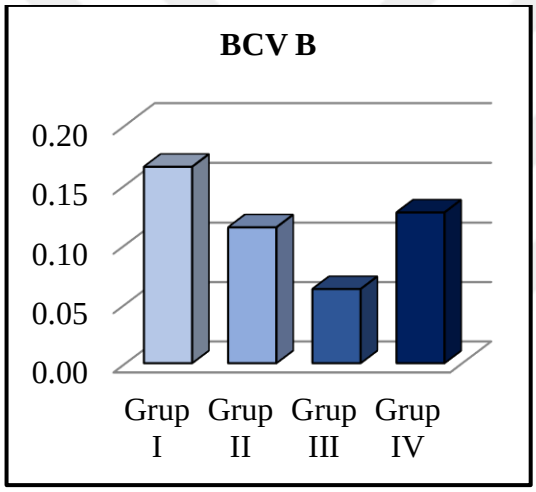
Şekil 40: SIB Ortalamaları



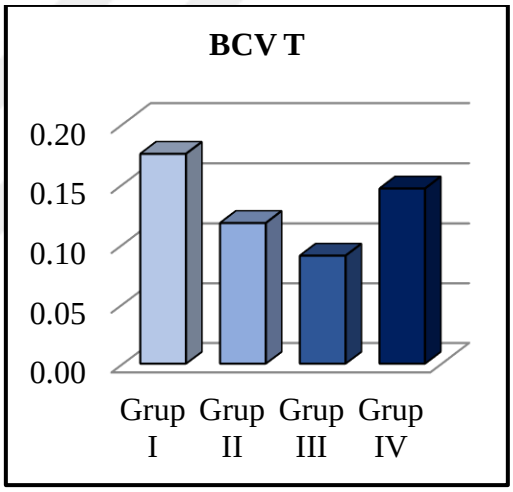
Şekil 41: KVB Ortalamaları



Şekil 42: BCV F Ortalamaları



Şekil 43: BCV B Ortalamaları



Şekil 44: BCV T Ortalamaları

BCV analizinde anterior indeks olan BCV F değerleri Grup I'de 0,24 ± 0,38, Grup II'de 0,17 ± 0,20, Grup III'te 0,14 ± 0,17 ve Grup IV'te 0,18 ± 0,22 olup gruplar arasında anlamlı fark göstermedi ($p = 0,187$).

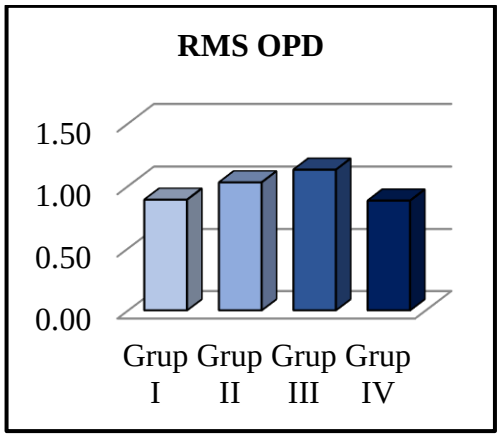
Posterior yüzey düzensizliğini yansıtan BCV B değerlerinde ise anlamlı grup farkı mevcuttu ($p = 0,015$). Çoklu karşılaştırmalar, Grup I'deki BCV B değerlerinin Grup III ve Grup IV'e göre anlamlı derecede daha yüksek olduğunu; Grup II'deki değerlerin ise Grup III'e göre daha yüksek olduğunu gösterdi ($p < 0,05$). Grup I ile Grup II arasında, ayrıca Grup IV ile Grup II–III arasında anlamlı fark bulunmadı ($p > 0,05$). En düşük posterior BCV değerleri Grup III'te izlendi.

Tablo 10: Grupların Korneal Simetri ve Ektazi İndekslerinin Karşılaştırılması

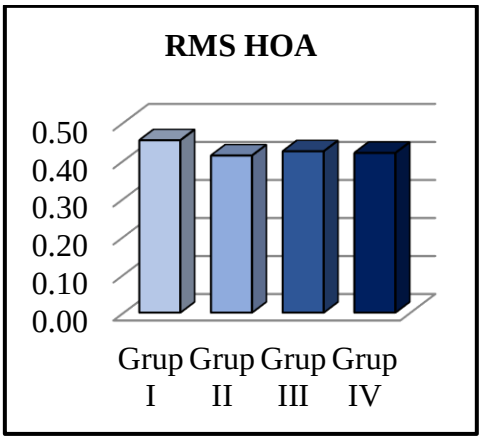
		[1]Grup I (n:100)	[2]Grup II (n:92)	[3]Grup III (n:82)	[4]Grup IV (n:106)	p
SIF	Ort.±ss	0.05 ± 0.59	-0.04 ± 0.55	-0.20 ± 0.62	0.01 ± 0.50	0.056 [K]
	Medyan	0.04	-0.01	-0.15	-0.01	
KVF	Ort.±ss	4.21 ± 2.83	3.98 ± 1.55	4.00 ± 1.70	3.68 ± 1.68	0.380 [K]
	Medyan	3.00	4.00	4.00	3.00	
SIB	Ort.±ss	0.03 ± 0.12	0.01 ± 0.13	-0.01 ± 0.11	0.00 ± 0.12	0.103 [K]
	Medyan	0.01	0.02	-0.02	-0.01	
KVB	Ort.±ss	10.9 ± 3.3	10.9 ± 2.6	10.9 ± 2.8	10.8 ± 3.8	0.824 [K]
	Medyan	10.0	10.0	11.0	10.0	
BCV F	Ort.±ss	0.24 ± 0.38	0.17 ± 0.20	0.14 ± 0.17	0.18 ± 0.22	0.187 [K]
	Medyan	0.16	0.08	0.06	0.10	
BCV B	Ort.±ss	0.17 ± 0.27	0.11 ± 0.19	0.06 ± 0.12	0.13 ± 0.29	***0.015*** [K]
	Medyan	0.01	0.00	0.00[12]	0.00[1]	
BCV T	Ort.±ss	0.18 ± 0.26	0.12 ± 0.16	0.09 ± 0.10	0.15 ± 0.21	***0.038*** [K]
	Medyan	0.11	0.07[1]	0.05[1]	0.07	

[K] Kruskal-wallis (Mann-whitney u test); [1]Grup I ile Fark p<0.05; [2]Grup II ile Fark p<0.05

Toplam düzensizliği değerlendiren BCV T değerleri de gruplar arasında anlamlı farklılık göstermekteydi (p = 0,038). Grup I'deki BCV T değerleri Grup II ve Grup III'ten anlamlı derecede daha yüksekti (p < 0,05). Grup II ile Grup III arasında fark saptanmazken, Grup IV tüm gruplarla benzer düzeylerdeydi (p > 0,05). Medyan değerlere göre en düşük total BCV değerleri Grup II ve Grup III'te görülmüştür.



Şekil 45: RMS OPD Ortalamaları



Şekil 46: RMS HOA Ortalamaları

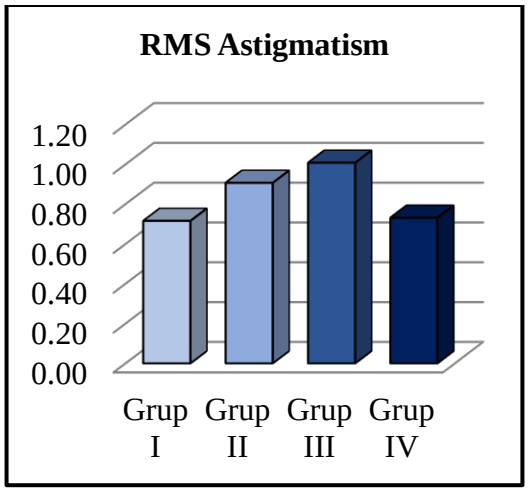
Wavefront Anallizi

Total optik sapmayı gösteren OPD RMS değerleri Grup I'de 0,89 ± 0,40, Grup II'de 1,03 ± 0,54, Grup III'te 1,13 ± 0,73 ve Grup IV'te 0,88 ± 0,48 olarak bulundu ve gruplar arasında anlamlı fark göstermedi (p = 0,094).

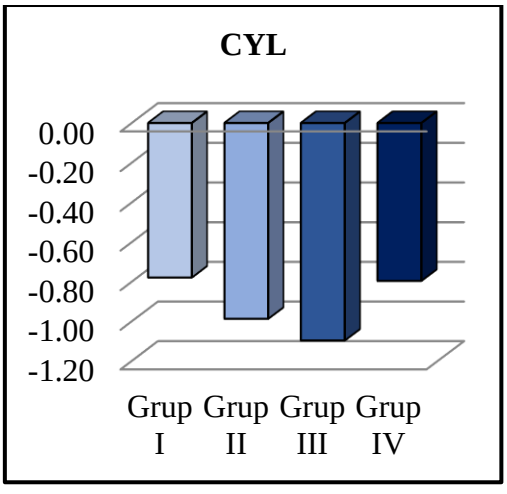
Benzer şekilde, yüksek dereceli aberasyonları (HOA RMS) temsil eden değerler de dört grup arasında benzerdi (p = 0,711), bu da kontakt lens kullanım süresinin HOA düzeyinde belirgin bir artışa yol açmadığını göstermektedir.

Astigmatizmayı temsil eden astigmatism RMS değerlerinde ise anlamlı bir fark mevcuttu (p = 0,017). Grup II (0,91 ± 0,59) ve Grup III (1,01 ± 0,77) astigmatizma RMS açısından Grup I ve Grup IV'e göre anlamlı olarak daha yüksek değerler sergiledi. Bu bulgu, çalışmanın diğer bölümlerindeki refraksiyon ve SimK astigmatizma sonuçlarıyla tutarlı olup, özellikle Grup II ve Grup III'te hem korneal hem refraktif astigmatizmanın daha yüksek olduğunu desteklemektedir.

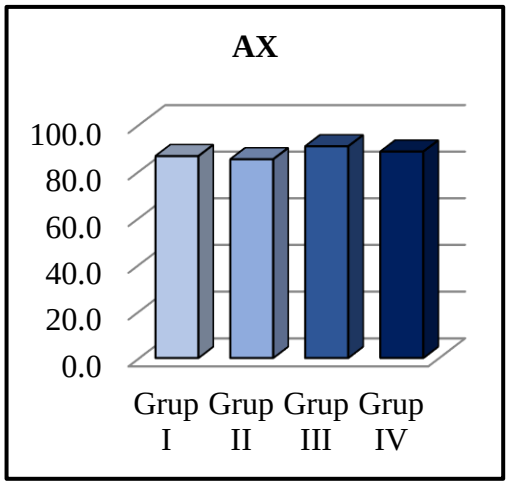
Wavefront analizdeki CYL değerleri de gruplar arasında anlamlı farklılık gösterdi (p = 0,018). En yüksek CYL değerleri Grup III'te (–1,10 ± 0,84 D) izlenirken, Grup I ve Grup IV'te daha düşük silindirik kusur bulundu. Buna karşın astigmat ekseni (AX) gruplar arasında benzerdi ve anlamlı bir fark yoktu (p = 0,871), bu da astigmatizma yönünün lens kullanım süresiyle değişmediğini göstermektedir.



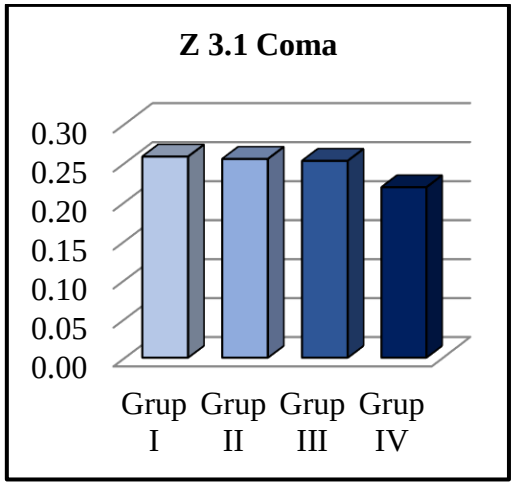
Şekil 47: RMS Astigmatism Ortalamaları



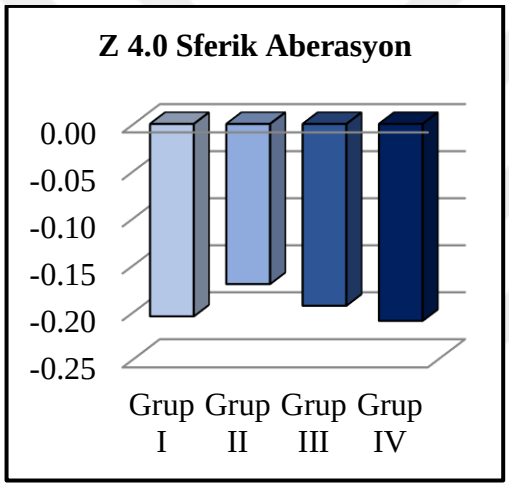
Şekil 48: Wavefront CYL Ortalamaları



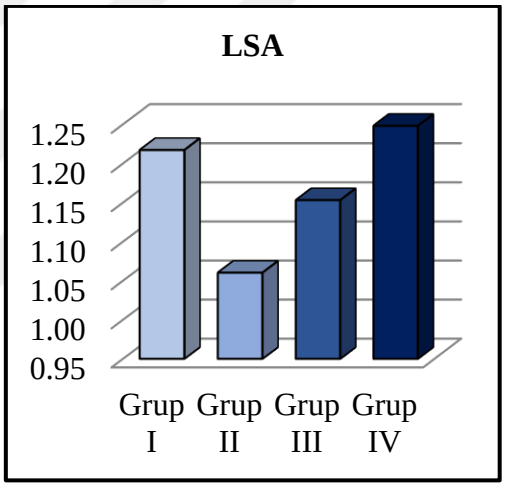
Şekil 49: Wavefront Ax Ortalamaları



Şekil 50: RMS Coma Ortalamaları



Şekil 51: Sferik Aberasyon Ortalamaları



Şekil 52: LSA Ortalamaları

Koma aberasyonu (Z_3^1) gruplar arasında anlamlı farklılık göstermedi (p = 0,168).

Buna karşılık, sferik aberasyon (Z_4^0) değerleri anlamlı olarak farklıydı (p = 0,009). Grup I'de (Z_4^0) değeri –0,20 ± 0,08, Grup II'de –0,17 ± 0,09, Grup III'te –0,19 ± 0,07 ve Grup IV'te –0,21 ± 0,09 µm olarak ölçülmüştür. Çoklu karşılaştırmalara göre Grup II'nin sferik aberasyon düzeyi, Grup I ve Grup IV'e kıyasla anlamlı şekilde daha pozitifti ($p < 0.05$), ancak Grup II ile Grup III arasında anlamlı bir farklılık bulunmadı. Grup I ile Grup III arasında ve Grup III ile Grup IV arasında anlamlı fark izlenmedi ($p > 0.05$). Median değerlere göre Grup II'deki sferik aberasyon daha az negatifken, Grup I ve Grup IV'te daha negatif yönlüydü. Bununla birlikte, tüm

gruplardaki mutlak değerlerin –0.10 ile –0.25 µm gibi tamamen fizyolojik sınırlar içinde yer aldığı ve aradaki farkların optik kaliteyi etkileyebilecek düzeye ulaşmadığı görülmektedir.

Longitudinal sferik aberasyon (LSA) değerleri gruplar arasında anlamlı fark göstermiştir ($p = 0,025$). Grup I'de LSA 1,22 ± 0,46, Grup II'de 1,06 ± 0,43, Grup III'te 1,15 ± 0,42 ve Grup IV'te 1,25 ± 0,53 olarak ölçülmüştür. Çoklu karşılaştırmalar, Grup II'de LSA'nın Grup I ve Grup IV'e göre anlamlı derecede daha düşük olduğunu ortaya koymuştur ($p < 0,05$). Buna karşılık, Grup II ile Grup III arasında ve Grup III ile diğer gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p > 0,05$). LSA'nın daha düşük olması, sistemin boylamsal odak dağılımının daha düzenli olduğunu ifade ettiğinden, Grup II'nin optik profili, diğer gruplara kıyasla daha homojen bir sferik aberasyon davranışı sergilemektedir. Bu bulgu, aynı grupta sferik aberasyon (Z_4^0) değerlerinin de nispeten daha pozitif yönde olmasıyla uyumlu olup, Grup II'de optik eksen çevresinde daha düzenli bir kırıcı yüzey mimarisi olabileceğini düşündürmektedir.

Genel olarak, Wavefront aberasyonlarının çoğunda belirgin bir grup farkı izlenmemesi ve yalnızca astigmatizma ile ilişkili parametrelerde anlamlı farklılık görülmesi, çalışmada ortaya çıkan optik değişikliklerin kontakt lens kullanım süresinden ziyade hastaların temel refraktif kusurları ile ilişkili olduğunu düşündürmektedir.

Tablo 11: Grupların Wavefront Analizl Değerlerinin Karşılaştırılması

		[1]Grup I (n:100)	[2]Grup II (n:92)	[3]Grup III (n:82)	[4]Grup IV (n:106)	p
RMS						
OPD	Ort.±ss	0.89 ± 0.40	1.03 ± 0.54	1.13 ± 0.73	0.88 ± 0.48	0.094 [K]
	Medyan	0.77	0.80	0.89	0.76	
HOA	Ort.±ss	0.45 ± 0.20	0.41 ± 0.13	0.42 ± 0.13	0.42 ± 0.12	0.711 [K]
	Medyan	0.42	0.40	0.39	0.41	
Astigmatism	Ort.±ss	0.72 ± 0.44	0.91 ± 0.59	1.01 ± 0.77	0.73 ± 0.53	***0.017*** [K]
	Medyan	0.59[23]	0.71	0.81	0.61[23]	
CYL	Ort.±ss	-0.78 ± 0.48	-0.99 ± 0.64	-1.10 ± 0.84	-0.80 ± 0.58	***0.018*** [K]
	Medyan	-0.64	-0.77[14]	-0.88[14]	-0.66	
AX	Ort.±ss	86.5 ± 73.5	85.1 ± 75.3	90.7 ± 76.6	88.4 ± 74.2	0.871 [K]
	Medyan	85.0	75.5	95.5	63.5	
Z 3 1 Coma	Ort.±ss	0.26 ± 0.14	0.25 ± 0.13	0.25 ± 0.14	0.22 ± 0.11	0.168 [K]
	Medyan	0.24	0.25	0.23	0.21	
Z 4.0 Sferık Aberasyon	Ort.±ss	-0.20 ± 0.08	-0.17 ± 0.09	-0.19 ± 0.07	-0.21 ± 0.09	***0.009*** [K]
	Medyan	-0.20[2]	-0.18	-0.20	-0.22[2]	
lSA	Ort.±ss	1.22 ± 0.46	1.06 ± 0.43	1.15 ± 0.42	1.25 ± 0.53	***0.025*** [K]
	Medyan	1.20	1.07[14]	1.21	1.30	

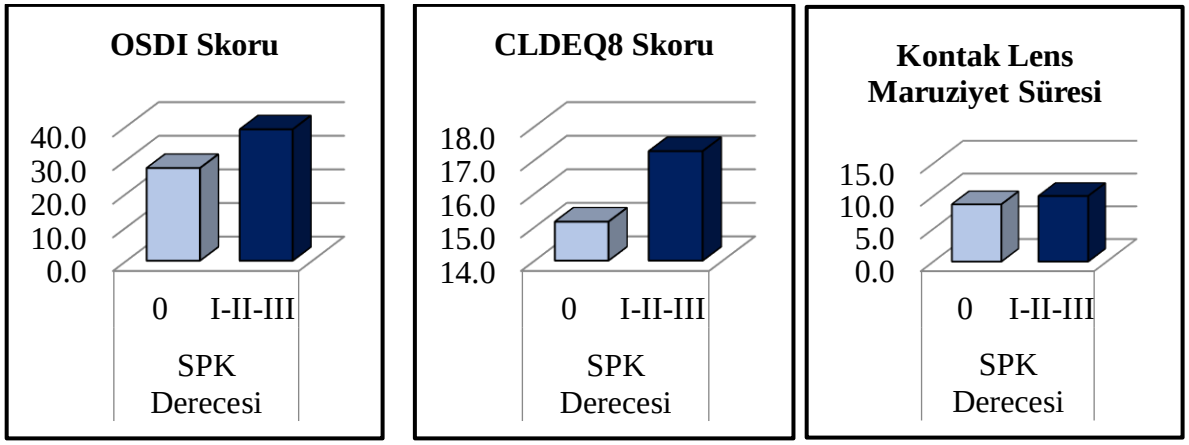
[K] Kruskal-wallis (Mann-whitney u test)

[1] Grup I ile Fark p<0.05; [2]Grup II ile Fark p<0.05; [3] Grup III ile Fark p<0.5; [4] Grup IV ile Fark p<0.05

Tablo 12: SPK Derecesine Göre Semptom Skorları ve KL Maruziyet Süresinin Karşılaştırılması

	SPK Derecesi 0 (n:261)		SPK Derecesi I-II-III (n:119)		p
	Ort.±ss	Medyan	Ort.±ss	Medyan	
OSDI Skoru	27.6 ± 20.4	22.9	39.1 ± 20.0	35.4	***0.000*** [m]
CLDEQ8 Skoru	15.2 ± 7.8	13.0	17.3 ± 7.7	16.0	***0.010*** [m]
Kontak Lens Maruziyet Süresi	8.7 ± 6.1	7.0	10.0 ± 6.6	8.0	0.118 [m]

[m] Mann-whitney u test



Şekil 53: SPK Derecesine Göre Semptom Skorları ve Kontakt Lens Maruziyet Süresinin Karşılaştırılması

Tablo 13: MGD Derecesine Göre Semptom Skorları ve Kontakt Lens Maruziyet Süresinin Karşılaştırılması

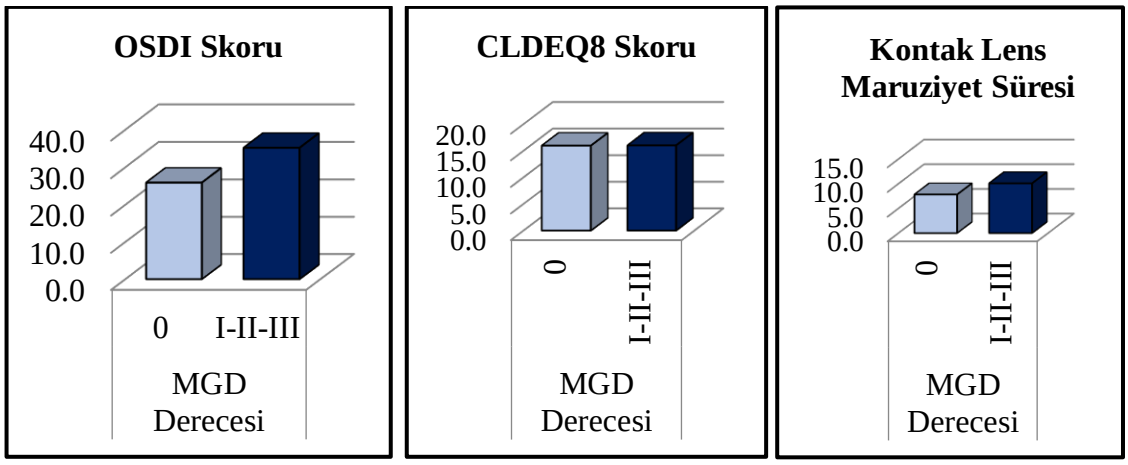
	MGD Derecesi 0 (n:165)		MGD Derecesi I-II-III (n:215)		p	
	Ort.±ss	Medyan	Ort.±ss	Medyan		
OSDI Skoru	25.9 ± 19.7	20.8	35.2 ± 20.9	31.8	***0.000***	m
CLDEQ8 Skoru	16.0 ± 8.4	15.0	16.0 ± 7.5	15.5	0.870	m
Kontak Lens Maruziyet Süresi	7.8 ± 6.1	6.0	10.1 ± 6.3	9.0	***0.001***	m

[m] Mann-whitney u test

OSDI skoru, MGD derecesi I–II–III olan grupta anlamlı olarak daha yüksekti (MGD 0: 25,9 ± 19,7; MGD I–II–III: 35,2 ± 20,9; p < 0,001). Bu bulgu, MGD varlığının oküler yüzey semptomlarını belirgin şekilde artırdığını göstermektedir.

CLDEQ-8 skoru açısından iki grup arasında anlamlı fark bulunmadı(p = 0,870). Bu durum, kontakt lens kullanıcılarına özgü günlük rahatsızlıkları ölçen CLDEQ-8'in MGD şiddetiyle doğrudan ilişki göstermediğini düşündürmektedir.

Kontakt lens maruziyet süresi, MGD derecesi I–II–III olan grupta anlamlı olarak daha yüksekti(MGD 0: 7,8 ± 6,1 yıl; MGD I–II–III: 10,1 ± 6,3 yıl; p = 0,001). Bu sonuç, uzun süreli lens kullanımının MGD gelişimiyle ilişkili olabileceğini desteklemektedir.



Şekil 54: MGD Derecesine Göre Semptom Skorları ve Kontakt Lens Maruziyet Süresinin Karşılaştırılması

Tablo 14: Lissamine Derecesine Göre Semptom Skorları ve Kontakt Lens Maruziyet Süresinin Karşılaştırılması

	Lissamine Derecesi 0 (n:199)		Lissamine Derecesi I-II-III (n:181)		p	
	Ort.±ss	Medyan	Ort.±ss	Medyan		
OSDI Skoru	25.9 ± 20.2	20.8	37.0 ± 20.2	33.3	***0.000***	m
CLDEQ8 Skoru	15.3 ± 8.3	13.0	16.4 ± 7.5	16.0	0.141	m
Kontak Lens Maruziyet Süresi	8.0 ± 6.0	6.0	10.1 ± 6.4	8.0	***0.002***	m

[m] Mann-whitney u test

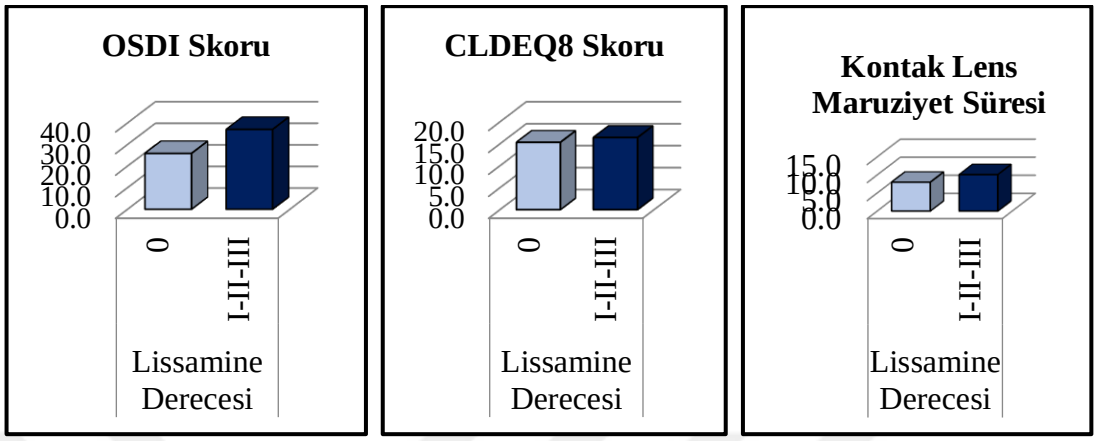
Lissamine green boyanması iki kategori halinde değerlendirildiğinde (Grade 0 **ve** Grade I–II–III), oküler yüzey semptomları ve kontakt lens kullanım süresi açısından anlamlı farklılıklar saptandı.

OSDI skorları, lissamine derecesi I–II–III olan grupta anlamlı olarak daha yüksekti (Lissamine 0: 25,9 ± 20,2; Lissamine I–II–III: 37,0 ± 20,2; $p < 0,001$).Bu bulgu, konjonktival yüzey boyanması arttıkça oküler yüzey semptomlarının da belirgin şekilde arttığını göstermektedir.

CLDEQ-8 skorları açısından iki grup arasında anlamlı fark bulunmadı ($p = 0,141$).

Kontakt lens maruziyet süresi, lissamine derecesi I–II–III olan grupta anlamlı olarak daha yüksekti (Lissamine 0: 8,0 ± 6,0 yıl; Lissamine I–II–III: 10,1 ± 6,4 yıl; p

= 0,002).Bu bulgu, uzun süreli kontakt lens kullanımının konjonktival yüzey boyanmasını artırabileceğini desteklemektedir.



Şekil 55: Lissamine Derecesine Göre Semptom Skorları ve Kontakt Lens Maruziyet Süresinin Karşılaştırılması

OSDI skoru ile CLDEQ8 skoru arasında anlamlı ($p<0.05$) pozitif korelasyon gözlenmiştir. OSDI skoru ile NIBUT I, NIBUT-Avg, TBUT değeri arasında anlamlı ($p<0.05$) negatif korelasyon gözlenmiştir. OSDI skoru ile schirmer değeri arasında anlamlı ($p>0.05$) korelasyon gözlenmemiştir. (Tablo 15)

CLDEQ8 skoru ile NIBUT I, NIBUT-Avg, schirmer değeri arasında anlamlı ($p>0.05$) korelasyon gözlenmemiştir. CLDEQ8 skoru ile TBUT değeri arasında anlamlı ($p<0.05$) negatif korelasyon gözlenmiştir. (Tablo 15)

Tablo 15: Semptom Skorlarına Göre Gözyaşı Stabilite ve Miktar Parametreleri Arasındaki Korelasyonlar

		CLDEQ8 Skoru	NIBUT I	NIBUT-Avg	TBUT	Schirmer
OSDI Skoru	r	0.734	-0.263	-0.249	-0.334	-0.056
	p	***0.000***	***0.000***	***0.000***	***0.000***	0.279
CLDEQ8 Skoru	r		-0.105	-0.097	-0.199	0.064
	p		0.079	0.106	***0.001***	0.288

Spearman Korelasyon

Üst meiboskor yüzdesi ile NIBUT I, NIBUT-Avg değeri arasında anlamlı ($p>0.05$) korelasyon gözlenmemiştir. Üst meiboskor yüzdesi ile TBUT değeri arasında anlamlı ($p<0.05$) negatif korelasyon gözlenmiştir. Alt meiboskor yüzdesi ile NIBUT

I, NIBUT-Avg, TBUT değeri arasında anlamlı (p>0.05) korelasyon gözlenmemiştir. (Tablo 16)

Tablo 16: Meiboskor ile Gözyaşı Stabilitesi Parametreleri Korelasyonu

		NIBUT I	NIBUT-Avg	TBUT
Meiboskor Üst %	r	-0.077	-0.068	-0.135
	p	0.133	0.185	***0.008***
Meiboskor Alt %	r	-0.038	-0.024	0.018
	p	0.460	0.642	0.725

Spearman Korelasyon

Kontak lens maruziyet süresi ile NIBUT I, NIBUT-Avg, TBUT, schirmer değeri arasında anlamlı (p<0.05) negatif korelasyon gözlenmiştir. (Tablo 17)

Tablo 17: KL Maruziyet Süresi ile Gözyaşı Stabilitesi Parametreleri Korelasyonu

		NIBUT I	NIBUT-Avg	TBUT	Schirmer
Kontak Lens Maruziyet Süresi	r	-0.182	-0.162	-0.228	-0.303
	p	***0.002***	***0.006***	***0.000***	***0.000***

Spearman Korelasyon

Kontak lens takma süresi ile CD, HEX değeri arasında anlamlı (p>0.05) korelasyon gözlenmemiştir. (Tablo 18)

Tablo 18: KL Takma Süresi ile Endotelyal Hücresel Parametreler Arasındaki Korelasyonlar

		CD	HEX
Kontak Lens Takma Süresi (Saat)	r	0.008	-0.113
	p	0.896	0.058

Spearman Korelasyon

5. TARTIŞMA

5.1. SEMPTOM ANKETLERİ ve CLD

Bu çalışmada, farklı sürelerle kontakt lens (KL) kullanan bireylerde subjektif semptomlar Ocular Surface Disease Index (OSDI) ve Contact Lens Dry Eye Questionnaire-8 (CLDEQ-8) anketleri ile değerlendirilmiş ve kullanım süresine göre dört grup karşılaştırılmıştır. Bulgularımız, kontakt lens kullanıcılarının OSDI skorlarının hiç kontakt lens kullanmayan gruba kıyasla istatistiksel olarak anlamlı daha yüksek olduğunu, kullanım yılı arttıkça OSDI skorlarında artış eğilimi bulunduğunu, ancak bu farkın gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeye ulaşmadığını göstermiştir. CLDEQ-8 skorlarında ise 1–5 yıl, 5–10 yıl ve 10 yıl üzeri KL kullanan gruplar arasında ne ortalama ne de medyan değerler açısından anlamlı farklılık göstermemiş; yıllar içinde belirgin bir artış eğilimi de izlenmemiştir.

CLDEQ-8 maddelerinin içerik analizi, ölçeğin esas olarak orta-ağır düzeyde kontakt lens rahatsızlığını değerlendirmeye yönelik olduğunu göstermektedir. Anket, ‘kontakt lensi çıkarmaya zorlanma’, ‘gözleri kapatma ihtiyacı duyma’ veya ‘gün sonunda bulanık görme’ gibi yüksek eşikli semptomları sorguladığından, bu düzeyde rahatsızlık yaşayan bireylerin klinik pratikte lens kullanımını bırakma (drop-out) eğiliminde olması beklenmektedir. Nitekim Richdale ve arkadaşlarının (2007) çalışması da lens bırakmanın çoğunlukla kuruluk, rahatsızlık ve uzun kullanım süresine bağlı konfor azalması ile ilişkili olduğunu ortaya koymuştur (67). Sulley ve arkadaşlarının (2017) Birleşik Krallık’ta gerçekleştirdiği geniş kapsamlı retrospektif çalışmada, yeni kontakt lens kullanıcılarının bir yıllık devamlılık oranları ayrıntılı olarak incelenmiştir. Çalışmada 29 merkezden 524 hastaya ait kayıtlar değerlendirilmiş ve ortalama lens verilme yaşı 34 olup, on iki aylık takip sonunda kullanıcıların %74’ünün kontakt lens kullanımını sürdürdüğü; yani %26’lık bir bırakma oranı olduğu saptanmıştır (112).

Bu durum, çalışmamızda yer alan uzun süreli kullanıcıların büyük olasılıkla lensi tolere edebilen, semptom düzeyi klinik olarak yönetilebilir sınırlar içinde kalan bireylerden oluştuğunu düşündürmektedir. Dolayısıyla bu seçilim etkisi, CLDEQ-8’in yüksek eşikli semptom yapısı ile birleştiğinde, kullanım süresi arttıkça skorların belirgin bir artış göstermemesi ve gruplar arasında istatistiksel fark saptanmamasını

açıklamaktadır. Buna karşılık OSDI'nin daha düşük eşikli ve günlük yaşam aktivitelerine yönelik semptomları sorgulayan yapısı, uzun kullanım süresiyle birlikte artan hafif-orta düzeydeki rahatsızlıkların daha net biçimde ortaya çıkmasına olanak tanımış olabilir.

Literatürde kontakt lens rahatsızlığının (Contact Lens Discomfort, CLD) değerlendirilmesine yönelik oldukça heterojen yaklaşımlar bulunmaktadır. Örneğin Glasson ve arkadaşları kontakt lens intoleransını, bireylerin gün içinde 6 saatten daha uzun süre lens takmayı tercih etmemeleri olarak tanımlamıştır. Bu tanım, kontakt lens rahatsızlığının değerlendirilmesinde literatürde yer alan süre-temelli sınıflandırma örneklerinden biridir (113). Chalmers ve arkadaşları CLDEQ-8'in tanımlanmasından sonra yapılan geniş kapsamlı bir çalışmada, ≥12 puanın klinikte semptomatik kontakt lens kullanıcılarını belirlemede optimal cut-off değeri olduğunu belirtmişlerdir(95). Bu tanımsal ve metodolojik çeşitlilik, CLD araştırmalarında önemli bir standart eksikliği yaratmaktadır. Bu nedenle 2013 tarihli TFOS Contact Lens Discomfort Workshop raporu, literatürdeki bu dağınıklığı sistematik biçimde ele almış ve mevcut değerlendirme yöntemlerini kanıta dayalı olarak incelemiştir.

Kontakt lens rahatsızlığını (CLD), kontakt lens kullanımına bağlı olarak ortaya çıkan, episodik ya da sürekli nitelikteki istenmeyen oküler duyumlarla karakterize edilen, bu hislere zaman zaman görsel şikâyetlerin eşlik edebildiği, kontakt lens ile oküler yüzey arasındaki uyumun azalmasından kaynaklanan, kullanım süresinin kısalmasına ve hatta lens kullanımının tamamen bırakılmasına neden olabilen bir durum olarak tanımlamışlardır (114). Yine aynı raporda kontakt lens rahatsızlığının (CLD) tek bir aşamada ortaya çıkan bir durum olmadığı, aksine zaman içinde ilerleyen bir klinik süreç olduğu ve beş basamakta değerlendirilebileceği belirtilmektedir. İlk aşamada kullanıcılar lensin gözdeki varlığını belirgin şekilde hisseder ve zaman zaman görsel dalgalanmalar yaşayabilir. İlerleyen aşamalarda önce konforlu kullanım süresi, ardından toplam günlük kullanım süresi azalır. Semptomların artmasıyla kullanıcı geçici olarak lens kullanımına ara vermeye başlar ve süreç sonunda kalıcı kontakt lens bırakma (dropout) gerçekleşebilir (114).

Valencia-Nieto ve arkadaşlarının gerçekleştirdiği kesitsel çalışmada, kontakt lens kullanıcılarında göz kapağı durumunun CLD ile ilişkisi incelenmiş ve semptom düzeyi iki farklı yaklaşımla değerlendirilmiştir. Semptom şiddeti öncelikle CLDEQ-8

anketi ile ölçülmüş; bunun yanı sıra TFOS Contact Lens Discomfort Workshop'un öne sürdüğü progresyon modeline dayanan üç kategorili sınıflandırma (kullanım süresi üzerinde etkisi olmayanlar, konforlu kullanım süresinde azalma yaşayanlar ve toplam kullanım süresinde azalma gösterenler) uygulanmıştır. CLDEQ-8 skorlarının klinik bulgularla her zaman uyum göstermediğini, buna karşın kullanım süresine dayalı sınıflandırmanın CLD'nin klinik etkilerini daha iyi yansıtabileceğini öne sürmüştür (115).

Ancak bizim çalışmamızda gözlenen durum bu bulgudan belirgin şekilde ayrılmaktadır. CLDEQ-8 skorları üç çalışma grubunda da ortalama değerlerin 15–17 puan düzeyinde olması, hastalarımızın semptomatik olduğunu açıkça göstermektedir. Buna karşın grupların günlük kontakt lens kullanım süreleri sırasıyla yaklaşık 11, 12 ve 14 saat olup, yalnızca kullanım süresine bakıldığında bu bireyler "kontakt lensi uzun saatler tolere edebilen, dolayısıyla asemptomatik kullanıcılar" şeklinde yanlış değerlendirilebilirdi. Oysa objektif bulgular bu yorumu desteklememektedir. Daha uzun yıllardır lens kullanan gruplarda TBUT sürelerinin anlamlı biçimde kısaldığı, SPK şiddetinin arttığı, MGD ve lissamine boyanma derecelerinin yükseldiği görülmüştür. Bu durum, objektif oküler yüzey bozulması belirginleşmiş olsa bile, hastaların günlük kullanım sürelerini sürdürmeye devam edebildiğini, dolayısıyla kullanım süresinin semptom şiddetini her zaman yansıtmadığını ortaya koymaktadır.

Ayrıca çalışmamızda, kontakt lens kullanım süresi arttıkça objektif oküler yüzey bulgularında (daha düşük TBUT, artmış SPK, daha yüksek MGD ve lissamin boyanma dereceleri) belirgin kötüleşme izlenmesine rağmen, CLDEQ-8 skorlarında paralel bir artış saptanmamıştır. Bu durum, CLDEQ-8'in semptom varlığı açısından duyarlı bir araç olduğunu (hastalarımızın büyük kısmı semptomatik görünmektedir) ancak oküler yüzey hasarının şiddetiyle korelasyon göstermede sınırlı kaldığını düşündürmektedir. Başka bir ifadeyle, CLDEQ-8 asemptomatik–semptomatik ayrımını iyi yapan, fakat semptomların derecesini objektif bulgularla orantılı yansıtamayan bir değerlendirme aracı olabilir. Oysa OSDI skoru ile NIBUT I, NIBUT-Avg, TBUT değeri arasında anlamlı ($p<0.05$) negatif korelasyon gözlenmiştir.

KL rahatsızlığına ilişkin semptomların değerlendirilmesinde OSDI ve CLDEQ-8 ölçeklerinin bir arada kullanılması, CLD'nin çok boyutlu doğasını yansıtmada önemli bir metodolojik avantaj sağlamıştır. TFOS Contact Lens

Discomfort Workshop raporunda da vurgulandığı üzere KL rahatsızlığı yalnızca gözyaşı fizyolojisine değil, lens materyali, kullanım süresi, çevresel koşullar ve bireysel tolerans gibi çok sayıda bileşene bağlıdır (116). Bu bağlamda iki ölçeğin birlikte kullanılması, semptomların hem genel oküler yüzey boyutunu hem de kontakt lens kullanımına özgü bileşenlerini kapsayarak daha bütüncül bir değerlendirme yapmamıza olanak tanımıştır. Nitekim çalışmamızda OSDI ve CLDEQ-8 skorları arasında anlamlı pozitif bir korelasyon bulunması, bu iki ölçeğin birbirini tamamlayıcı nitelikte olduğunu desteklemektedir.

Alghamdi, Markoulli ve Papas (2018), kontakt lens kullanıcılarında OSDI ve CLDEQ-8 anketlerinin semptomları ölçme performansını karşılaştırmış ve çalışma boyunca kısa, orta ve uzun süreli KL kullanıcıları ile geçmişte lens kullanıp bırakmış ve sağlıklı kontrollerden oluşan beş farklı grup arasında her iki anket açısından da anlamlı fark saptamamıştır (117).

Bu bulgu, çalışmamızda kullanım süresi arttıkça OSDI ve CLDEQ-8 skorlarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik gözlenmemesiyle tamamen uyumludur. Ayrıca araştırmacılar, OSDI'nin kontakt lens kullanıcıları için spesifik olarak geliştirilmemiş olmasına rağmen CLDEQ-8 ile güçlü bir pozitif korelasyon gösterdiğini ($r = 0.69$, $p < 0.001$) bildirmiştir (117). Bizim çalışmamızda da OSDI ile CLDEQ-8 skorları arasında anlamlı pozitif korelasyon saptanmış olup ($r = 0.734$, $p < 0.001$), bu sonuç OSDI'nin kontakt lens kullanıcılarında semptom yükünü değerlendirmede güvenilir bir araç olduğunu desteklemektedir.

Tüm bu sonuçlar, kontakt lens kullanıcılarının takibinde yalnızca semptom sorgulamasına ya da yalnızca objektif bulgulara dayanmanın yetersiz kalacağını göstermekte; her iki bileşenin birlikte değerlendirilmesinin daha doğru bir klinik yaklaşım olduğunu güçlü biçimde işaret etmektedir.

5.2. SPK, TBUT, NIBUT, SCHİRMER, LİSSAMİNE GREEN

Tablo 7 incelendiğinde, kontakt lens kullanım süresi arttıkça SPK'nın şiddetinin de arttığı dikkat çekmektedir.

Grade 1 SPK oranları, Grup II, III ve IV arasında birbirine oldukça yakın seyretmektedir

(sırasıyla %28.3, %26.8, %27.4). Bu durum, düşük dereceli epitel hasarının erken dönemden itibaren benzer sıklıkta görüldüğünü düşündürmektedir.

Buna karşın Grade 2 SPK, kullanım süresi uzadıkça belirgin şekilde artmaktadır

(Grup I: %2.0 → Grup II: %5.4 → Grup III: %11.0 → Grup IV: %14.2). Bu artış, uzun süreli lens kullanımının epitel yüzeyde daha ileri düzey hassasiyet/hasara yol açtığını göstermektedir.

Grade 3 SPK, ilk iki grupta hiç görülmezken, Grup III'te %2.4, Grup IV'te %2.8 oranında saptanmıştır. Bu bulgu, ciddi düzeyde epitel hasarının daha çok 5 yıl ve üzeri kullanımda ortaya çıktığını desteklemektedir.

Uçakhan ve ark. tarafından yapılan çalışmada da kontakt lens kullanıcılarında SPK skorlarının lens kullanmayanlara göre anlamlı derecede yüksek olduğu bildirilmiştir (0.18±0.48 vs 0.01±0.10; $p<0.001$). Bu bulgu, çalışmamızda özellikle uzun süreli kontakt lens kullanımında SPK derecesinin belirgin şekilde arttığını gösteren sonuçlarımızla uyumludur (2).

Li, Sun, Wang ve Zhang'ın Çin'de üçüncü basamak bir hastanede yürüttüğü geniş kapsamlı çalışmada, kontakt lens kullanımına bağlı komplikasyonların oldukça yüksek oranda görüldüğü bildirilmiştir. Araştırmacılar, incelemiş oldukları 116 yumuşak kontakt lens kullanıcısında en sık komplikasyonun kuru göz (%38.79) olduğunu, bunu superfisiyel punktat keratopati (SPK) (%37.93)'nin izlediğini rapor etmişlerdir. Ayrıca meibomian bez disfonksiyonu ve blefaritin SPK gelişme olasılığını anlamlı biçimde artırdığı (Exp(B)=2.276, $p=0.047$) gösterilmiştir (118). Bu bulgular bizim çalışmamızdaki bulgularla güçlü bir şekilde örtüşmektedir.

Sapkota, Lira ve arkadaşlarının Nepal'de yürüttüğü geniş ölçekli retrospektif çalışmada, 4064 yumuşak kontakt lens kullanıcısının kayıtları incelenmiş ve kontakt lensle ilişkili komplikasyonların toplam prevalansı %4.9 olarak rapor edilmiştir. Çalışmada en sık görülen komplikasyonun kontakt lens kaynaklı papiller konjonktivit (CLPC) olduğu belirtilmiş (%36.9). Bunu sırasıyla superficial punktat keratit (SPK) (%16.2), konjonktivit (%18.2), meibomian bez disfonksiyonu (MGD) (%8.6), kontakt lens ilişkili periferik ülser (CLPU) (%4.0), korneal neovaskülarizasyon (%3.5) ve mikrobiyal keratit (%3.0) izlemiştir. Çalışmanın sonuçları, yumuşak kontakt lens kullanımında en sık karşılaşılan problemler arasında SPK ve MGD'nin önemli bir yer

tuttuğunu vurgulamakta olup, kullanıcı eğitimi, hijyen alışkanlıkları ve düzenli takip muayenelerinin komplikasyon görülme sıklığını azaltmada kritik rol oynadığını göstermektedir (119).

Floresein gözyaşı kırılma zamanı (TBUT) açısından Grup I ve II, Grup III ve IV'e kıyasla anlamlı derecede daha yüksek değerlere sahip olup, özellikle 5 yıl ve üzeri kontakt lens kullanımında gözyaşı filmi stabilitesinde belirgin bir bozulma dikkati çekmiştir. Aynı şekilde NIBUT I ve NIBUT-Avg değerleri de Grup I ve II'de, Grup III ve IV'e kıyasla anlamlı derecede daha yüksek değerlere sahiptir.

Şengör ve arkadaşları (2012), ortalama 7.74 ± 3.30 yıllık uzun süreli silikon hidrojel kontakt lens kullanımının oküler yüzey üzerindeki etkilerini kapsamlı biçimde incelemiştir. Çalışmada uzun dönem lens kullanan 20 birey (40 göz) ile lens kullanmayan 10 gönüllü (20 göz) karşılaştırılmıştır. Araştırmacılar, uzun süreli silikon hidrojel lens kullanan grupta gözyaşı kırılma zamanının (TBUT) anlamlı derecede azaldığını ve korneal ile konjonktival boyanma skorlarının belirgin şekilde arttığını göstermiştir ($p < 0.001$). Buna karşın, Schirmer I testi sonuçlarında iki grup arasında anlamlı bir fark saptanmamış; temel gözyaşı sekresyonunun uzun dönem lens kullanımından etkilenmediği belirlenmiştir ($p > 0.05$). Ayrıca lens kullanıcılarının OSDI semptom skorlarının anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu ve subjektif oküler yüzey şikâyetlerinin arttığı rapor edilmiştir. Bunun yanı sıra TBUT düşüşü, artmış boyanma skorları ile toplam lens kullanım süresi ve günlük takma süresi arasında anlamlı pozitif korelasyon saptanmıştır (120).

Bizim çalışmamızda da uzun süreli kontakt lens kullanımının oküler yüzey üzerindeki etkileri benzer bir örüntü sergilemiştir: ≥5 yıl lens kullanan grupta TBUT ve NIBUT değerleri anlamlı şekilde daha düşük bulunmuş; SPK ve lissamine boyanma dereceleri artmış; OSDI skorlarında yükselme gözlenmiştir. Ancak ≥10 yıl lens kullanan grubun ortalama kullanım süresinin yaklaşık 15 yıl olması, Şengör ve ark.'nın tanımladığı 'uzun dönem' kullanım süresini aşan daha kronik bir maruziyeti temsil etmektedir. Bu grupta Schirmer değerlerinde anlamlı düşüş saptanması, bazal gözyaşı sekresyonunun kısa ve orta dönemde korunmasına karşın çok uzun süreli kontakt lens kullanımında etkilenmeye başlayabileceğini düşündürmektedir. Dolayısıyla çalışmamız, literatürde sınırlı olarak ele alınan ≥10–15 yıllık kullanım süresine ilişkin yeni bir katkı sunmaktadır

Bizim çalışmamızda da literatürle uyumlu şekilde OSDI skoru ile NIBUT I, NIBUT-Avg, TBUT değerleri arasında anlamlı ($p<0.05$) negatif korelasyon gözlenmiştir. CLDEQ8 skoru ile TBUT değeri arasında anlamlı ($p<0.05$) negatif korelasyon gözlenmiştir.

Santodomingo-Rubido ve arkadaşlarının (2006) yeni silikon hidrojel kontakt lens kullanıcılarını 18 ay boyunca izleyen çalışmasında, 18 aylık lens kullanımının gözyaşı filmi stabilitesi üzerinde belirgin bir bozulmaya yol açmadığı ve NIBUT ile gözyaşı menisküs yüksekliği (TMH) değerlerinde anlamlı bir değişiklik oluşmadığı bildirilmiştir. Çalışmamızda Grup I (hiç lens kullanmamış) ile Grup II'nin (1–5 yıl) TIBUT ve NIBUT değerleri arasında anlamlı fark saptanmamış olması bu bulgularla tutarlıdır. Her iki çalışma birlikte değerlendirildiğinde, kontakt lens kullanımının ilk yıllarında (yaklaşık 1–5 yıllık süreçte) gözyaşı filmi stabilitesinin büyük ölçüde korunmuş olabileceği ve objektif parametrelerde belirgin bir bozulmanın henüz ortaya çıkmadığı anlaşılmaktadır (121).

Benzer şekilde Villani ve ark. (2011) tarafından kontakt lens kullanıcılarında yapılan konfokal mikroskopi çalışmasında, klinik bulgular düzeyinde TBUT değerlerinin belirgin şekilde düşük, floresein ve lissamin boyanma skorlarının daha yüksek ve OSDI semptom skorlarının anlamlı olarak artmış olduğu bildirilmiştir. Buna karşın Schirmer testinde ise gruplar arasında fark saptanmamıştır (122).

Çalışmamızda lissamine green ile konjonktival boyanma açısından Grup III ve IV, Grup I ve II'ye kıyasla anlamlı derecede daha yüksek değerlere sahip olup, grup II de grup I'den anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur.

Guillon ve Maissa (2005), bulbar konjonktival boyanmanın özellikle semptomatik kontakt lens kullanıcılarında belirgin şekilde arttığını ve lissamin yeşili boyanmasının KL kullanıcılarında semptom düzeyini ayırt etmede en duyarlı yöntem olduğunu bildirmiştir ($p = 0.007$). Bizim çalışmamızda da bu bulguyu destekleyen benzer bir sonuç elde edilmiştir. Lissamine derecesi I–II–III olan grupta OSDI skorları, lissamine derecesi 0 olan gruba kıyasla anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur (37.0 ± 20.2 vs. 25.9 ± 20.2; $p < 0.001$). Buna karşılık CLDEQ-8 skorlarında iki grup arasında anlamlı fark saptanmamıştır ($p = 0.141$), bu da lissamin boyanmasının özellikle OSDI ile temsil edilen genel oküler yüzey semptomlarıyla daha güçlü ilişki gösterdiğini düşündürmektedir (123).

Ayrıca lissamine derecesi artan olgularda kontakt lens maruziyet süresinin de anlamlı şekilde daha uzun olması (10.1 ± 6.4 yıl vs. 8.0 ± 6.0 yıl; p = 0.002), kronik KL kullanımının konjonktival yüzey hasarını kademeli biçimde artırabileceğini göstermektedir. Böylece hem literatürde vurgulanan hem de çalışmamızda doğrulanan şekilde, lissamin boyaması kontakt lens ilişkili rahatsızlıkta hem semptom yükünü hem de kullanım süresine bağlı oküler yüzey değişikliklerini yansıtan en duyarlı parametrelerden biri olarak öne çıkmaktadır.

Nitekim Doughty'nin kontakt lens kullanımının konjonktival goblet hücreleri üzerindeki etkilerini inceleyen kapsamlı derlemesinde, kontakt lens kullanımının çoğu çalışmada goblet hücre yoğunluğunda (GCD) azalma ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (124). İncelenen 24 çalışmanın 18'inde bulbar konjonktivada GCD'nin azaldığı, bunun da oküler yüzeyin mukus tabakasında zayıflamaya ve epitelyal hassasiyet artışına yol açabileceği belirtilmiştir. Bununla birlikte, farklı tekniklerle (impresyon sitoloji, konfokal mikroskopi), farklı boyama yöntemleri ve heterojen raporlama sistemleri kullanılması nedeniyle bazı çalışmalarda GCD'de artış veya değişiklik olmadığı yönünde sonuçlar elde edilmiştir. Yine de genel yorum, kontakt lens kullanımının konjonktival bütünlük üzerinde belirgin stres yarattığı yönündedir (124).

5.3. MGD VE MEİBOGRAFİ

Ifrah ve arkadaşlarının (2022) kontakt lens kullanımı ile MGD arasındaki ilişkiyi değerlendiren derlemesi, literatürde sonuçların tamamen tutarlı olmadığını göstermektedir(54). Derlemede incelenen 22 çalışmanın çoğunda (n=15) kontakt lens kullanımının meibomian bez morfolojisi ve fonksiyonunu olumsuz etkilediği bildirilmiş; örneğin Arita ve ark. (2009), Machalińska ve ark. (2015) uzun süreli kullanımda bez kaybı, distorsiyon ve meibum kalitesinde bozulma saptamıştır (52,49). Buna karşılık Pucker ve ark. (2015) gibi bazı çalışmalarda lens kullanımının MGD üzerinde anlamlı bir etkisi bulunmamıştır (55). Bu çelişkili sonuçların, MGD tanımındaki farklılıklar, kullanılan meibografi teknikleri, lens tipleri, kullanım süreleri ve örneklem özelliklerindeki heterojenlikten kaynaklanabileceği belirtilmektedir (54).

Bizim çalışmamızda ise, literatürdeki bu farklılıklar içinde uzun süreli kontakt lens kullanımının meibomian bez sağlığı üzerinde kümülatif bir etki oluşturabileceğini destekleyen bir eğilim gözlenmiştir. Özellikle 5 yıl ve üzeri kullanım süresine sahip

gruplarda (Grup III–IV) MGD derecelerinin anlamlı ölçüde artmış olması, kontakt lens kullanım süresinin kritik bir belirleyici olabileceğini düşündürmektedir.

Soft kontakt lens kullanımının meibomian bezleri üzerine etkisini değerlendiren önemli çalışmalardan biri Uçakhan ve Arslantürk-Eren (2019) tarafından yapılmıştır (2). Araştırmacılar, 87 kontakt lens kullanıcısının 173 gözü ile 55 sağlıklı gönüllünün 103 gözünü karşılaştırarak hem meibomian bez morfolojisini hem de fonksiyonel parametreleri kapsamlı biçimde analiz etmiştir. Katılımcılar lens kullanım sürelerine göre üç gruba ayrılmışlardır(<3 yıl, 3–7 yıl, >7 yıl). Çalışmada lens kullanıcılarında üst ve alt kapak meiboskorlarının anlamlı şekilde daha yüksek olduğu, parsiyel/tam bez kaybı ile bezlerde kalınlaşma ve kıvrılmanın arttığı gösterilmiştir. Fonksiyonel olarak BUT ve meibum ekspresyonu daha düşük, OSDI ve korneal boyanma skorları ise daha yüksek bulunmuştur (tümü $P < 0.05$) (2).

En dikkat çekici bulgu, 3 yılın üzerindeki lens kullanımında meiboskor artışının belirginleşmesi olup, uzun süreli kontakt lens kullanımının bez morfolojisi ve fonksiyonu üzerinde kümülatif bir etkisi olabileceğini düşündürmektedir (2).

Bizim çalışmamızda da meibomian bez değişikliklerine ilişkin bulgular bu literatür verileriyle büyük ölçüde uyumludur. Üst kapak meiboskor yüzdeleri, kullanım süresi arttıkça belirgin artış göstermiş; Grup I'de %10,6 ± 9,3 iken Grup II (%15,9), Grup III (%16,1) ve Grup IV'te (%18,2) anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur ($p < 0,001$). Grup II–III–IV arasında istatistiksel anlamlılık oluşmamış olsa da yıllar ilerledikçe kayıp oranında tutarlı bir artış eğilimi dikkat çekmektedir. Bu durum, Uçakhan'ın vurguladığı "kümülatif etki"yi desteklemektedir.

Meiboskor grade dağılımı, üst kapakta çoğunlukla Grade I düzeyinde seyretmiş olsa da (özellikle kısa süreli kullanıcılar), kullanım süresi arttıkça fizyolojik sınır sayılabilecek Grade I oranının azalması ve Grade II–III oranlarında progresif bir artış eğilimi mevcuttur. Örneğin Grade II oranı Grup I'de %9 iken Grup IV'te %18,9'a yükselmektedir; Grade III de benzer şekilde uzun süreli kullanımda daha sık görülmektedir. Ki-kare analizinde anlamlı fark çıkmamasına rağmen grade dağılımının gösterdiği bu eğilim, üst kapakta henüz ileri düzey kaybın yaygınlaşmadığını, ancak yıllar içinde fizyolojik sınırların dışına doğru bir kayma başladığını düşündürmektedir.

Alt kapak meiboskor yüzdeleri de benzer bir model göstermiştir. Grup IV'teki yüzdeler Grup I ve II'ye göre anlamlı derecede yüksektir ($p < 0,05$) ve özellikle 5 yıl sonrasında alt kapak bez kaybının belirginleştiği izlenmektedir. Alt kapak meiboskor grade dağılımı da bu bulguyu desteklemektedir: Grade I oranları uzun kullanımda azalırken, Grade II oranları Grup III ve IV'te (%20–21) daha yüksektir; Grade III yalnızca Grup IV'te %8 gibi kayda değer bir oranda ortaya çıkmıştır. Bu tablo, alt kapak bezlerinin uzun süreli mekanik stres ve çevresel etkilerden daha fazla etkilendiğini düşündürmektedir.

Çalışmamızda alt kapak meiboskorlarındaki yüzdelik kaybın, üst kapağa kıyasla daha belirgin görünmesi dikkat çekici bir bulgudur. Bu farklılığın iki olası açıklaması bulunmaktadır. İlk olarak, alt kapak meibomian bezleri kontakt lens kullanımına bağlı mekanik etkilerden (lens kenarının alt kapakla temas paterni, yerçekimi yönünde birikim gibi) daha fazla etkileniyor olabilir. İkinci olası açıklama ise ölçüm metodolojisi ve anatomik yapıya ilişkindir. Alt kapak tarsal plak uzunluğu üst kapağa göre belirgin ölçüde daha kısadır. Bu nedenle sayısal bez kaybı, alt kapakta yüzdelik olarak daha büyük bir değişime karşılık geliyor olabilir.

Kontakt lens kullanım süresinin meibomian bez fonksiyonu üzerindeki etkisi çalışmamızda belirgin biçimde ortaya konmuştur. MGD yokluğunun (Grade 0) Grup I'de %63 iken Grup IV'te %27,4'e kadar düşmesi; buna paralel olarak Grade II–III oranlarının özellikle 5 yıl ve üzeri kullanıcıları içeren gruplarda keskin biçimde artması (Grup I'de %1,0 → Grup III'te %20,7 → Grup IV'te %25,5) uzun süreli KL kullanımının MGD gelişiminde anlamlı bir risk faktörü olduğunu göstermektedir. Grup I ile Grup II arasında fark olmaması ancak 5. yıldan sonra belirginleşen fonksiyon kaybı, MGD'nin kümülatif maruziyete bağlı olarak ortaya çıkan progresif bir süreç olduğuna işaret etmektedir.

Bu bulgular, Uçakhan ve Arslantürk-Eren'in (2019) üç farklı kullanım süresi grubunu değerlendirdiği çalışmayla uyumludur (2). Benzer şekilde Ong ve Larke'ın (1990) klasik biyokimyasal ve fiziksel analizleri, KL kullanımının MGD için bağımsız bir risk faktörü olduğunu göstermiş; disfonksiyonlu bezlerde lipit kompozisyonu biyokimyasal olarak değişmese bile erime noktasının yükselerek lipitin daha "waxy" ve viskoz hale geldiğini ortaya koymuştur (125). Bu fiziksel değişim, lipit akışkanlığının azalmasına, bez kanalında tıkanmaya ve zaman içinde bez yapısında

progresif kayba yol açmaktadır. Çalışmamızda özellikle 5 yıl üzeri kullanıcılarda Grade II–III MGD oranlarının belirgin yükselmesi, Ong ve Larke'ın tanımladığı bu fizyopatolojik mekanizmanın klinik yansıması olarak değerlendirilebilir (125).

Villani ve ark. (2011) in vivo konfokal mikroskopi ile kontakt lens kullanıcılarında meibomian bezlerinde belirgin mikroyapısal değişiklikler saptamış; bazal epitel hücre yoğunluğunda azalma, asiner ünitede daralma, orifis genişlemesi, meibum yansıtıcılığında artış ve periglandüler inflamasyon varlığını göstermiştir. Bu bulgular, bez dropoutu, duktal tıkanıklık ve inflamasyonla uyumlu bir tabloya işaret etmektedir. Ayrıca kontakt lens kullanım süresi ile asiner çaplarda küçülme arasında anlamlı korelasyon bulunması, uzun dönem kullanımın MGD üzerindeki kümülatif etkisini açıkça ortaya koymaktadır (122).

Machalińska ve ark. (2015), günlük yumuşak kontakt lens kullanıcılarında meibomian bezlerinin hem fonksiyonel hem de morfolojik özelliklerini kapsamlı biçimde incelemiş ve lens kullanımının meibum kalitesi, kapak kenarı inflamasyonu ve orifis tıkanıklığı üzerinde belirgin etkileri olduğunu göstermiştir. Araştırmacılar, kontakt lens kullanımının meibum kalitesinde bozulma riskini yaklaşık 2,7 kat artırdığını; kapak kenarında teleanjiektazi (OR = 6.0), orifis tıkanıklığı (OR = 4.8) ve posterior kapak kenarı yuvarlaklaşması (OR = 9.3) gibi MGD bulgularının lens kullanıcılarında anlamlı biçimde daha sık görüldüğünü bildirmiştir. Ayrıca, meibum kalitesi ve kapak kenarı anormalliklerinin kontakt lens kullanım süresiyle güçlü şekilde pozitif korelasyon göstermesi (P = 0.00003), kontakt lens kullanımının MGD gelişiminde süreye bağlı kümülatif bir etki oluşturduğunu desteklemektedir (126).

Ajouz ve arkadaşlarının (2024) çalışmasında, meibomian bez disfonksiyonu (MGD) şiddeti arttıkça hastaların yaşam kalitesi ve görsel performansının belirgin biçimde bozulduğu; okuma, bilgisayar kullanma ve araç sürme gibi günlük fonksiyonlarda anlamlı kısıtlılıklar ortaya çıktığı gösterilmiştir. Bu bulgular, MGD'nin yalnızca biyolojik bir bulgu değil, aynı zamanda semptom yükü ve fonksiyonel görme üzerinde doğrudan etkili bir klinik problem olduğunu ortaya koymaktadır (127).

Benzer şekilde, çalışmamızda da MGD derecesi I–II–III olan grupta OSDI skorlarının, MGD derecesi 0 olan gruba kıyasla anlamlı derecede daha yüksek bulunması (25.9 ± 19.7'ye karşı 35.2 ± 20.9; p=0.000), meibomian bez fonksiyon bozukluğunun subjektif rahatsızlık düzeyiyle yakından ilişkili olduğunu

göstermektedir. Buna karşın CLDEQ-8 skorlarının MGD derecesi 0 ve I–II–III olan gruplar arasında farklılık göstermemesi (p=0.870), OSDI'nin MGD'ye bağlı oküler yüzey bozukluklarını CLDEQ-8'e göre daha duyarlı biçimde yansıtabileceğini düşündürmektedir.

5.4. SPEKÜLER MİKROSKOPİ

Literatürde hem hidrojel hem de silikon hidrojel kontakt lenslerin korneal endotel morfolojisi üzerinde çeşitli düzeylerde değişikliklere yol açabileceği bildirilmektedir. Mohd-Ali & Chen, 2021, hidrojel ve silikon hidrojel kullanıcılarında ECD'nin azaldığını, HEX oranının düştüğünü ve COV değerinin arttığını göstermiştir (128). Benzer şekilde Lee ve arkadaşları (2001), Magdum et al. (2013) uzun süreli kontakt lens kullanımının endotelde pleomorfizm ve polimegatizmi artırabileceğini bildirmiştir (46,129). Ono ve arkadaşları (2024), 8.866 hastanın 17.732 gözünü içeren devasa bir veri setinde kontakt lens kullanım süresi arttıkça ECD'de anlamlı azalma, HEX'te düşme ve COV'da artış olduğunu göstermiştir (130).

Bununla birlikte Bourne'ın 2001 yılında hidrojel lens kullanıcılarında gerçekleştirdiği klasik çalışma, oksijen geçirgenliği düşük hidrojel materyale rağmen uzun dönem günlük kullanımın kornea endoteli üzerinde anlamlı bir yapısal bozulma oluşturmadığını ortaya koymuştur (131). Bizim çalışmamızda da ECD, AVG, MAX, MIN ve SKK gibi endotelin yapısal bütünlüğünü yansıtan temel parametrelerde gruplar arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır.

Grup II'de SD ve CV değerlerinin daha düşük olması, HEX değerinin daha yüksek olması, bu grubun yaş ortalamasının daha düşük olmasına bağlanabilir; nitekim endotel hücre alanı varyasyonunun yaşla birlikte arttığı bilinen bir fizyolojik süreçtir. Grup III'te izlenen HEX düşüşü başlangıçta hafif bir endotelyal stres olasılığını düşündürmüş olsa da, daha uzun süreli kontakt lens kullanıcılarından oluşan Grup IV'te benzer bir düşüş izlenmemesi nedeniyle bunun klinik olarak anlamlı veya lens kullanımına özgü bir değişiklik olduğunu söylemek için yeterli kanıt bulunmamaktadır.

Bu çerçevede değerlendirildiğinde, literatürde endotel etkilenmesini gösteren çalışmalar çoğunlukta olsa da, mevcut çalışmamız kontakt lens kullanım süresinin endotel bütünlüğü üzerinde belirgin bir olumsuz etki oluşturmadığını göstermektedir.

Bu durum, çalışmamızdaki modern lens materyali dağılımı, yeterli oksijen geçirgenliği, genç erişkin örneklemi veya kontakt lens bırakma süresinin etkilerini yansıtabilir.

5.5. TOPOGRAFİ

Çalışmamızda korneanın en ince noktasının X eksenindeki konumu (Thinnest Location X), farklı kontakt lens kullanım sürelerine sahip dört grup arasında anlamlı bir değişiklik göstermemiştir ($p = 0,952$). Bu bulgu, kontakt lens kullanımının korneanın temporal-nazal eksendeki simetrisini belirgin ölçüde etkilemediğini, klinik olarak fark edilebilir bir geometrik kayma oluşturmadığını düşündürmektedir.

Literatürde normal kornealarda en ince noktanın genellikle inferior veya inferotemporal bölgede yer aldığı belirtilmektedir (132). Çalışmamızda kontrol grubunu temsil eden Grup I'de Thinnest Location Y değerinin negatif olması (–0,33 mm), bu fizyolojik dağılımla uyumludur ve korneanın inferiorunda doğal olarak daha ince bir alan bulunduğunu desteklemektedir. Kontakt lens kullanıcılarında ise özellikle Grup II (–0,39 mm) ve Grup III'te (–0,42 mm) en ince noktanın inferiora doğru daha fazla yer değiştirme eğiliminde olduğu görülmüştür. Bu durum, lens kullanımının korneal kalınlık dağılımı üzerinde kademeli bir inferior yer değişikliği etkisi oluşturabileceğini düşündürmektedir.

Bununla birlikte Grup IV'te (–0,26 mm) inferior kaymanın azalması, en uzun süreli kullanıcı grubunda bu parametreyle ilgili yorum yapmayı sınırlamaktadır. Bu durum, uzun süreli kontakt lens kullanımında korneanın adaptif yeniden şekillenmesi, mekanik etkilerin farklılaşması veya ölçümdeki bireysel varyasyonlar gibi faktörlerle ilişkili olabilir.

Apex parametrelerinde X koordinatında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmıştır ($p = 0,022$). Apex X değeri Grup I'de $0,11 \pm 0,45$ mm iken, Grup II'de $–0,10 \pm 0,53$ mm, Grup III'te $–0,03 \pm 0,42$ mm ve Grup IV'te $0,10 \pm 0,54$ mm olarak ölçülmüştür. Ancak değerlerin mutlak büyüklükleri birbirine çok yakın olup, farkın esas olarak işaret yönündeki değişimden (nazal–temporal eksende sağ/sol kayma) kaynaklandığı, klinik açıdan anlamlı bir yer değiştirme miktarını yansıtmadığı düşünülmüştür.

Korneanın en dik noktasının (apex curvature) fizyolojik olarak genellikle superotemporal bölgede yer aldığı bilinmektedir (132). Çalışmamızda apex Y koordinatına ilişkin değerlerin tüm gruplarda pozitif olması, sağlıklı bireylerde olduğu gibi kontakt lens kullanıcılarında da apexin hafif superior yerleşimli olduğunu göstermektedir. Gruplar arasında apex Y konumu açısından anlamlı bir fark bulunmaması ($p = 0,124$), uzun süreli kontakt lens kullanımının korneanın en dik noktasının vertikal yerleşimini değiştirmediğini düşündürmektedir. Apex kalınlığı da gruplar arasında benzer bulunmuş ($p = 0,500$) ve anlamlı fark saptanmamıştır.

Çalışmamızda apex eğriliği ve SimK değerlerinin özellikle Grup III ve Grup IV'te daha yüksek bulunması, bu gruplarda saptanan daha yüksek miyopi dereceleriyle paralel bir görünüm sergilemektedir. Korneal eğrilikteki bu artışın, kontakt lens kullanım süresinden ziyade bireylerin temel refraktif özellikleri ve anatomik kornea profiliyle ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Anterior ve posterior keratometrik değerlerin benzer şekilde dağılması da bu yorumu desteklemektedir. Eğer uzun süreli kontakt lens kullanımı korneada belirgin bir dikleşme veya düzleşme oluşturuyor olsaydı, bu değişimin korneanın arka yüzeyiyle uyumsuz bir asimetri yaratması beklenirdi. Oysa çalışmamızda posterior K1, K2 ve ortalama posterior K değerleri, anterior yüzeyle paralel bir eğilim göstermekte olup, anlamlı bir yapısal ayrışmaya işaret etmemektedir.

Benzer şekilde, astigmatizma miktarında (CYL) bazı farklılıklar olsa da bu farklılıklar refraksiyon sonuçlarıyla uyumludur ve astigmatizma aksının (axis) tüm gruplarda korunmuş olması, kontakt lens kullanımına bağlı korneal warpage gelişmediğini desteklemektedir.

Tüm bu veriler birlikte değerlendirildiğinde, uzun dönem kontakt lens kullanımının korneanın global topografik yapısı üzerinde kayda değer bir morfolojik bozulmaya yol açmadığı sonucuna varılabilir.

Çalışmamızda SIF, SIB, KVF ve KVB gibi hem ön hem de arka korneal yüzeyin simetrisini yansıtan indekslerin gruplar arasında anlamlı farklılık göstermemesi, kontakt lens kullanım süresinin kornea simetrisi üzerinde belirgin bir yapısal değişiklik oluşturmadığını göstermektedir.

BCV değerlendirmesinde anterior (BCV F), posterior (BCV B) ve total (BCV T) düzensizlik değerlerinde bazı istatistiksel farklılıklar görülmüş olsa da bu

değişiklikler düzenli bir artış eğilimi göstermemekte ve kullanım süresiyle ilişkili bir progresyon ortaya koymamaktadır.

Elde edilen sonuçlar, silikon hidrojel lenslerin korneal topografi üzerindeki etkilerini inceleyen önceki çalışmalarla uyumludur. Özellikle Alba-Bueno ve ark. (2009), üç farklı lens grubunun (birinci nesil silikon hidrojel [Focus Night & Day], ikinci nesil silikon hidrojel [Acuvue Oasys] ve hidrojel kontrol lens [Soflens 38]) 3 aylık günlük kullanımını karşılaştırmış ve her iki silikon hidrojel grupta ortalama keratometri (MK), korneal astigmatizma (CA), eksantrisite indeksi (CEI), yüzey düzenlilik (SRI) ve yüzey asimetri (SAI) değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik saptamamıştır. Buna karşılık hidrojel lens grubunda MK, CA ve SRI değerlerinde anlamlı artış görülmesi, düşük Dk/t değerine sahip hidrojel lenslerin hipoksiye bağlı korneal şekil değişikliklerine daha yatkın olduğunu göstermektedir (133).

Bizim çalışmamızda silikon hidrojel ve hidrojel lensler ayrı bir karşılaştırma grubu olarak değerlendirilmemiş olmakla birlikte, uzun süreli kullanıcıların korneal topografisinde anlamlı bir bozulma izlenmemesi, Alba-Bueno ve ark.'nın silikon hidrojel lensler için bildirdiği topografik stabilite bulgularıyla güçlü bir paralellik göstermektedir. Modern silikon hidrojel lenslerin yüksek oksijen geçirgenliğinin kronik hipoksiyi minimal düzeye indirdiği ve bu nedenle uzun dönemli morfolojik değişikliklerin oluşmadığı düşünülmektedir. Alba-Bueno'nun çalışması kısa dönem (3 ay) günlük kullanım etkilerini incelerken, bizim çalışmamızdaki bireylerin çok daha uzun süreli kullanıcılar olması bu karşılaştırmayı daha da değerli kılmaktadır. Buna rağmen topografik stabilitenin korunmuş olması, modern silikon hidrojel lenslerin uzun dönem biyomekanik koruyuculuğunu destekleyen ek bir kanıt sunmaktadır.

Benzer şekilde Arslan ve arkadaşlarının (2025) ilk kez yumuşak kontakt lens kullanmaya başlayan bireylerde bir yıllık takipte korneal stabiliteyi değerlendirdiği çalışmada, modern silikon hidrojel lenslerin korneal morfoloji üzerinde anlamlı bir değişiklik oluşturmadığı gösterilmiştir. Scheimpflug tomografi ile yapılan ölçümlerde santral kornea kalınlığında anlamlı bir incelme saptanmamış, ortalama keratometri değerleri yıl boyunca stabil kalmış, ayrıca simetri indeksleri ve BCV parametrelerinde progresif bir değişim izlenmemiştir. Çalışma aynı zamanda yüksek dereceli aberasyonların ve NIBUT değerlerinin bir yıl boyunca değişmediğini ortaya koymuş

ve modern lens materyallerinin korneal şekil bütünlüğünü koruduğunu vurgulamıştır (134). Bu bulgular, çalışmamızda elde edilen sonuçlarla uyumludur.

Liu ve Pflugfelder (2000) tarafından yürütülen ve uzun süreli kontakt lens kullanımının kornea yapısı üzerindeki etkilerini inceleyen çalışma, ortalama 13 yıllık hidrojel lens kullanımının santral ve periferik korneal kalınlığı 30–50 µm azalttığını ve korneal eğrilik değerlerini artırdığını bildirmiştir. Ancak bu çalışma silikon hidrojel materyallerin klinik kullanıma girmesinden önce yapılmış olup, bulgular hipoksiye daha yatkın klasik hidrojel lens materyallerinin etkilerini yansıtmaktadır. Dolayısıyla hidrojel lenslere özgü bu değişikliklerin, günümüzde yüksek oksijen geçirgenliğine sahip silikon hidrojel lenslerde aynı şiddette görülmeyebileceği göz önünde bulundurulmalıdır (135).

Sah ve arkadaşlarının pHEMA bazlı klasik hidrojel lens kullanıcıları üzerinde gerçekleştirdiği çalışmada, uzun süreli yumuşak kontakt lens kullanımının korneal yapıda anlamlı değişikliklere yol açtığı bildirilmiştir. Araştırmacılar, ortalama 4,8 yıllık lens kullanımına sahip bireylerde santral kornea kalınlığının (CCT) kontrol grubuna kıyasla yaklaşık 16 µm daha ince olduğunu (527,6 µm vs. 544,6 µm; $p < 0,05$) göstermiştir. Bunun yanı sıra korneal yüzey düzensizliğini yansıtan SRI ve SAI indeksleri kontakt lens kullanıcılarında anlamlı derecede yüksek bulunmuş ve uzun dönem lens kullanımının korneal yüzeyde düzensizlik artışı ile ilişkili olabileceği rapor edilmiştir. Çalışmada tüm katılımcıların düşük oksijen geçirgenliğine sahip pHEMA materyalli hidrojel lens kullanıyor olması, elde edilen düzensizlik ve incelme bulgularının hipoksik stres ile ilişkili olabileceğini düşündürmektedir (136).

Çavdarlı ve Topçu-Yılmaz'ın (2018) Türk Oftalmoloji Dergisi'nde yayımlanan çalışması, uzun süreli silikon hidrojel yumuşak kontakt lens kullanımının kornea ve ön kamara parametreleri üzerindeki etkilerini değerlendirmiştir. Pentacam ile yapılan 12 aylık takip sonucunda, keratometri, korneal hacim, kornea kalınlığı, anterior/posterior astigmatizma, ön kamara derinliği ve hacmi gibi hiçbir topografik veya biyometrik parametrede anlamlı bir değişiklik saptanmamıştır. Yazarlar, yüksek oksijen geçirgenliğine ve düşük modülusa sahip modern silikon hidrojel lenslerin, uzun süreli kullanıma rağmen korneal morfoloji ve ön kamara yapılarında belirgin bir bozulmaya yol açmadığını bildirmiştir. Bizim çalışmamızda da benzer şekilde uzun süreli yumuşak kontakt lens kullanımının korneal eğrilik ve kalınlık ölçümleri

üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı görülmüş olup, literatürdeki bu bulgular modern SiH lenslerin korneal stabilite açısından güvenli olduğu yönündeki mevcut kanıtları desteklemektedir (137).

Literatürde uzun süreli kontakt lens kullanımına bağlı bildirilen korneal topografik değişikliklerin önemli bir kısmı, düşük DK/t değerine sahip hidrojel lensler ile ilişkilidir. Bu etkilerin temel mekanizmasının düşük oksijen geçirgenliğine bağlı kronik hipoksi ve mekanik yüzey etkileri olduğu düşünülmektedir. Ancak silikon hidrojel lensler çok daha yüksek Dk/t değerleri sayesinde hipoksiyi büyük ölçüde elimine etmekte ve bu nedenle uzun dönem korneal morfoloji ve topografi üzerine minimal etki göstermektedir. Bu bağlamda çalışmamızın sonuçları silikon hidrojel lenslerin ön yüzey topografisi üzerindeki güvenli profilini desteklemektedir.

Kısıtlılıklar kapsamında değerlendirilmesi gereken önemli noktalardan biri, kontakt lens kullanımının kesilmesinden sonra ölçümlerin ne kadar süre içinde stabil hâle geldiğidir. Bizim çalışmamızda kontakt lens kullanıcılarından ölçümlerden önce en az 1 hafta süreyle lenslerini çıkarmaları istenmiştir. Ancak literatürde bu sürenin her hasta için yeterli olmayabileceğini gösteren veriler mevcuttur. Örneğin, Hashemi ve arkadaşları (2008) refraktif cerrahi öncesi takip ettikleri yumuşak lens kullanıcılarının %38'inde kontakt lens kaynaklı korneal warpage saptandığını ve korneal stabilitenin sağlanması için gerekli sürenin bireyler arasında büyük değişkenlik gösterdiğini bildirmiştir. Çalışmada 42 gözün yalnızca 26'sının ilk değerlendirmede stabil olduğu, geri kalan gözlerde stabilitenin minimum 3 gün ile 2 haftaya kadar değişen sürelerde sağlandığı; hatta bazı hastalarda bu sürenin daha uzun olabileceği belirtilmiştir (138).

Bu nedenle, topografik parametrelerde gözlenen anlamlı olmayan küçük farklılıkların bir kısmının, çalışmamızdaki 1 haftalık lens bırakma süresinin tüm olgularda tam korneal stabiliteyi sağlamamış olmasından kaynaklanabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Daha uzun süreli lens bırakma protokolleri veya ardışık topografi kontrolleri, kontakt lens kullanımına bağlı geçici korneal değişikliklerin etkisini daha net şekilde ayırt etmeye yardımcı olabilir.

Mevcut literatürde uzun dönem silikon hidrojel kontakt lens kullanımının kornea topografisi üzerindeki etkileri sınırlı sayıda çalışmayla ele alınmış olup, bu

alandaki mekanizmaların daha iyi anlaşılabilmesi için geniş örneklemli, uzunlamasına tasarlanmış ek araştırmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

5.6. WAVEFRONT ANALİZİ

Çalışmamızın wavefront analizi sonuçları, uzun süreli kontakt lens kullanımının oküler optik kalite üzerinde belirgin bir bozulmaya yol açmadığını göstermektedir. Hem total optik sapmayı temsil eden OPD RMS değerleri hem de yüksek dereceli aberasyonların bütününü ifade eden HOA RMS değerleri dört grup arasında benzer bulunmuş olup, lens kullanım süresi arttıkça optik sistemde anlamlı bir düzensizlik gelişmediğini ortaya koymaktadır. Bu durum, korneal topografi bulgularımızla da uyumludur.

Aberasyonlar içinde yalnızca astigmatizma RMS ve wavefront tabanlı CYL değerlerinde anlamlı fark saptanmıştır; bu farklılıklar özellikle Grup II ve Grup III'te daha belirgindir. Ancak bu bulgu, çalışmamızın refraksiyon ve SimK astigmatizma sonuçlarıyla tamamen paralel olduğundan, kontakt lens kullanımına bağlı bir optik bozulmadan ziyade grupların doğal refraktif özelliklerini yansıtmaktadır. Nitekim astigmatizma aksının tüm gruplarda korunmuş olması, kontakt lens kullanımına bağlı warpage veya yön değişikliğine işaret eden bir deformasyon bulunmadığını göstermektedir.

Koma aberasyonu (Z_3^1) açısından gruplar arasında fark izlenmemiştir; bu durum, optik eksendeki asimetrik bozulmaların kontakt lens kullanım süresinden etkilenmediğini göstermektedir. Buna karşılık sferik aberasyon (Z_4^0) değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmüştür; ancak tüm gruplarda ölçülen değerlerin tamamen fizyolojik sınırlar içinde (–0.10 ila –0.25 µm) yer alması, bu değişikliklerin görsel kaliteyi etkileyecek düzeyde olmadığını ortaya koymaktadır. Grup II'de sferik aberasyonun daha az negatif bulunması ve longitudinal sferik aberasyon (LSA) değerlerinin de en düşük olması, bu grupta optik eksen çevresinde daha düzenli bir kırıcı yüzey davranışı olabileceğini düşündürmektedir. Bu bulgu, kontakt lens kullanım süresiyle ilişkili tutarlı bir patern göstermediği için, yüksek olasılıkla Grup II'deki bireylerin refraktif özelliklerinden veya daha genç yaş ortalamasından kaynaklanmaktadır.

Wavefront aberasyonları üzerine yapılan çalışmaların büyük çoğunluğu, ölçümleri kontakt lens gözdeyken gerçekleştirmektedir. Örneğin Roberts ve ark. (2006), miyop bireylerde hidrojel lens takılı ve çıkarılmış durumdaki gözleri karşılaştırmış ve lens gözdeyken total HOA'nın anlamlı şekilde arttığını bildirmiştir (139). Benzer şekilde Awwad ve ark. ile Jiang ve ark. da, farklı yumuşak lens materyallerinin gözde bulunduğu sırada yüksek dereceli aberasyonları değişik düzeylerde etkilediğini göstermiştir (140,141). Bu çalışmalar, kontakt lensin kendi optik tasarımına bağlı olarak aberasyon profilini değiştirebildiğini ortaya koysa da, değerlendirmeler "göz + lens sistemi" üzerinden yapılmaktadır. Dolayısıyla bu bulgular, kontakt lens kullanımının korneal dokuda uzun dönemde oluşturabileceği kalıcı aberasyon değişikliklerini yansıtmaz.

Literatürde yaptığımız kapsamlı taramada, uzun süreli kontakt lens kullanımının lens çıkarıldıktan sonra çıplak korneanın wavefront aberasyonları üzerindeki etkisini inceleyen bir çalışma bulunmamıştır. Mevcut çalışmamız bu yönüyle literatürdeki boşluğu doldurmakta; ölçümlerin lens çıkarıldıktan sonra yapılması, korneal optik mimarinin uzun dönem kontakt lens maruziyeti sonucunda değişime uğrayıp uğramadığını değerlendirebilme imkânı sunmaktadır. Total RMS, HOA RMS, koma ve sferik aberasyon parametrelerinde anlamlı bir artış izlenmemesi ve kullanım süresiyle paralel bir bozulma paterninin oluşmaması, uzun süreli kontakt lens kullanımının korneanın optik performansını etkilemediğini göstermektedir.

6. SONUÇ

Bu çalışmada, uzun süreli kontakt lens kullanımının oküler yüzey fizyolojisi, gözyaşı filmi stabilitesi, meibomian bez fonksiyonu ve endotel morfolojisi üzerindeki etkileri kapsamlı biçimde değerlendirilmiştir. Bulgularımız, kontakt lens kullanım süresi arttıkça özellikle oküler yüzey ve meibomian bez fonksiyonlarında anlamlı değişiklikler ortaya çıktığını göstermektedir.

Kontakt lens kullanıcılarında OSDI skorları kontrol grubuna kıyasla belirgin şekilde daha yüksek bulunmuş; kullanım yılı arttıkça OSDI skorlarında artış eğilimi olmakla birlikte bu artış gruplar arasında istatistiksel anlamlılığa ulaşmamıştır. Buna karşın CLDEQ-8 skorları lens kullanıcıları ile kontrol grubu arasında anlamlı şekilde farklı olup, tüm kullanıcı gruplarında kontrol grubuna göre daha yüksek saptanmıştır. Her iki anket skorunun da TBUT, NIBUT-I ve NIBUT-Avg değerleriyle anlamlı negatif korelasyon göstermesi, subjektif yakınmaların objektif film instabilitesi ile uyumlu olduğunu desteklemiştir.

Gözyaşı filmi değerlendirmelerinde, hem TBUT hem de NIBUT değerlerinin özellikle ≥5 yıl kontakt lens kullanan grupta anlamlı olarak azaldığı görülmüştür. Bu bulgulara paralel olarak SPK ve lissamin green boyanma skorları uzun süreli kullanımda belirgin şekilde artmış ve özellikle 10 yıl üzeri kullanıcı grubunda konjonktival boyanmanın daha belirgin olduğu tespit edilmiştir. Uzun süreli (>10–15 yıl) kullanıcı grubunda Schirmer testinde anlamlı düşüşün ortaya çıkması, bazal sekresyonun kısa ve orta dönemde korunurken çok uzun süreli kullanımda etkilenmeye başlayabileceğini düşündürmektedir.

Meibomian bez fonksiyonu ve morfolojisi de kontakt lens kullanımından anlamlı şekilde etkilenmiştir. MGD derecesi, 5 yıl ve üzeri lens kullanan gruplarda anlamlı olarak daha yüksek saptanmış; MGD derecesi arttıkça OSDI skorlarının da anlamlı şekilde yükseldiği görülmüştür. Meibografi bulguları da bu sonucu desteklemiş; üst ve alt kapak meiboskor yüzdeleri kullanım süresiyle belirgin artış göstermiştir. Üst kapakta Grade I fizyolojik seviyelerin uzun yıllar içinde azaldığı, Grade II–III oranlarının kademeli olarak arttığı görülmüştür. Alt kapakta ise lens kullanım süresiyle birlikte daha erken ve daha belirgin kayıplar izlenmiştir.

Endotel değerlendirmelerinde ise literatürde bildirilen bazı çalışmaların aksine endotel hücre yoğunluğu, hücre boyutu (AVG), maksimum ve minimum hücre alanı ve SKK parametrelerinde gruplar arasında anlamlı fark saptanmamıştır. Grup II'de SD ve CV değerlerinin daha düşük, HEX oranının daha yüksek olması bu gruptaki daha düşük yaş ortalaması ile uyumlu olup lens kullanımına bağlı ek bir değişiklik düşündürmemektedir. Grup III'te HEX düşüklüğü izlenmiş olsa da daha uzun süre lens kullanan Grup IV'te bu düşüşün tekrarlanmaması kontakt lens kullanımına özgü bir endotelyal stres varlığını desteklememektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, uzun süreli kontakt lens kullanımının en belirgin etkilerinin oküler yüzey kuruluğu, gözyaşı filmi instabilitesi, boyanma artışı ve meibomian bez morfolojisinde progresif değişim şeklinde ortaya çıktığı; buna karşın endotel yapısının kullanım süresinden bağımsız olarak büyük ölçüde korunduğu görülmektedir.

Korneal topografi değerlendirmelerinde, en ince noktanın ve apexin konumuna ilişkin parametreler lens kullanım süresinden bağımsız olarak klinik açıdan stabil bulunmuştur. Anterior ve posterior keratometrik değerlerde bazı istatistiksel farklılıklar görülse de bu değişiklikler tutarlı bir progresyon göstermemiş, refraksiyon değerleriyle uyumlu seyretmiş ve kontakt lens kullanımına bağlı warpage düşündürecek bir patern ortaya çıkmamıştır. Korneanın hem ön hem de arka yüzeyine ait simetri indeksleri (SIF, SIB, KVF, KVB) gruplar arasında benzer bulunarak korneal simetrinin uzun dönem kullanımda korunduğunu göstermiştir. BCV analizinde anterior, posterior ve total düzensizlik değerlerinde izlenen küçük farklılıklar da kullanım süresiyle ilişkili bir artış eğilimi sergilememiştir.

Wavefront analizinde total optik sapma (OPD RMS), yüksek dereceli aberasyonlar (HOA RMS) ve koma aberasyonu açısından gruplar arasında anlamlı fark saptanmamıştır. Yalnızca astigmatizma RMS ve wavefront tabanlı CYL değerlerinde izlenen farklılıklar, grupların doğal refraktif özellikleriyle uyumlu olup kontakt lens kullanımına bağlı optik deformasyonu desteklememektedir. Sferik aberasyon (Z_4^0) ve longitudinal sferik aberasyon (LSA) değerlerinde sınırlı farklılıklar görülmüş olsa da tüm değerler fizyolojik aralıklarda yer almakta ve klinik optik kaliteyi etkileyecek bir değişim oluşturmamaktadır.

Bu bulgular bir arada değerlendirildiğinde, uzun süreli kontakt lens kullanımının korneal morfoloji ve Wavefront aberasyonları üzerinde belirgin bir bozulmaya yol açmadığı; kornea şeklinin ve optik bütünlüğün kullanım süresinden bağımsız olarak büyük ölçüde korunduğu sonucuna varılmaktadır.

7. KAYNAKÇA

1. Wolffsohn JS, Dumbleton K, Huntjens B, Kandel H, Koh S, Kunnen CME, et al. CLEAR - Evidence-based contact lens practice. Contact Lens and Anterior Eye. 2021 Apr 1;44(2):368–97.
2. Uçakhan Ö, Arslanturk-Eren M. The Role of Soft Contact Lens Wear on Meibomian Gland Morphology and Function. Eye Contact Lens. 2019 Sep 1;45(5):292–300.
3. Arita R, Fukuoka S, Morishige N. Meibomian Gland Dysfunction and Contact Lens Discomfort. Eye Contact Lens. 2017;43(1):17–22.
4. Setälä K, Vasara K, Vesti E, Ruusuvaara P. Effects of long-term contact lens wear on the corneal endothelium. Acta Ophthalmol Scand. 1998;76(3):299–303.
5. McMonnies CW. Could contact lens dryness discomfort symptoms sometimes have a neuropathic basis? Eye and Vision. 2021 Dec 1;8(1):12.
6. R. F.; Enoch JM. Leonardo da Vinci: An assessment on his discourses on image formation in the eye. In: Fiorentini A; GDL;, editor. Advances in Diagnostic Visual Optics. 1987. p. 19–26.
7. Heitz RF. Descartes' contact tube. In: Fiorentini A; GDL; SIM, editor. Advances in Diagnostic Visual Optics. Springer; 1997. p. 19–26.
8. Descartes. La Dioptrique [Optics]. In: Discourse on the Method, Optics, Geometry, and Meteorology. Hackett Publishing; 2001.
9. Atchison DA, Charman WN. Thomas Young's contribution to visual optics: The Bakerian lecture "On the mechanism of the eye." J Vis. 2010 Oct 1;10(12):16–16.
10. Fick AE. A contact lens. 1888. Arch Ophthalmol. 1997;115(1):120–1.
11. Pearson RM, Efron N. Hundredth anniversary of August Müller's inaugural dissertation on contact lenses. Surv Ophthalmol. 1989;34(2):133–41.
12. Caroline PJ, Norman CW. History of Contact Lenses: The 1950s – An Era of Lens Design Creativity. Contact Lens Spectrum. 2022;37(December 2022):52.
13. Wichterle O, Lím D. Hydrophilic Gels for Biological Use. Nature. 1960;185(4706):117–8.
14. Gromacki SJ. Caring for Silicone Hydrogel Contact Lenses — Part 2. Contact Lens Spectrum. 2005 Jun 1;20(June 2005).
15. Bühler N, Haerri HP, Hofmann M, Irrgang C, Mühlebach A, Müller B, et al. Nelfilcon A, a New Material for Contact Lenses. Chimia (Aarau). 1999 Jun 29;53(6):269.
16. Goldenberg M. Polyoxirane Crosslinked Polyvinyl Alcohol Hydrogel Contact Lens. EP0189375B1, 1994.
17. Chromecek RC, Deichert WG, Falcetta JJ, VanBuren MF. Polysiloxane/Acrylic Acid/Polycyclic Esters of Methacrylic Acid Polymer Contact Lens. United States; US4276402, 1981.
18. Fatt I, Bieber MT, Pye SD. Steady state distribution of oxygen and carbon dioxide in the in vivo cornea of an eye covered by a gas-permeable contact lens. Am J Optom Arch Am Acad Optom. 1969;46(1):3–14.
19. Holden BA, Mertz GW. Critical oxygen levels to avoid corneal edema for daily and extended wear contact lenses. Invest Ophthalmol Vis Sci. 1984;25(10).

20. Efron N. Contact Lens Complications. 3rd ed. Oxford: Elsevier; 2010.
21. Papas EB. The significance of oxygen during contact lens wear. Contact Lens and Anterior Eye. 2014;37(6):394–404.
22. Jacob JT. Biocompatibility in the development of silicone-hydrogel lenses. Eye Contact Lens. 2013 Jan;39(1):13–9.
23. Efron N. Contact Lens Complications. 3rd edition. Oxford: Elsevier; 2012.
24. Szczotka-Flynn L, Lass JH, Sethi A, Debanne S, Benetz BA, Albright M, et al. Risk factors for corneal infiltrative events during continuous wear of silicone hydrogel contact lenses. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2010 Nov;51(11):5421–30.
25. Craig JP, Alves M, Wolffsohn JS, Downie LE, Efron N, Galor A, et al. TFOS Lifestyle Report Introduction: A Lifestyle Epidemic - Ocular Surface Disease. Ocul Surf. 2023 Apr 1;28:304–9.
26. About Contact Lenses | Healthy Contact Lens Wear and Care | CDC [Internet]. 2025 [cited 2025 Nov 24]. Available from: https://www.cdc.gov/contact-lenses/about/index.html
27. Cope JR, Collier SA, Nethercut H, Jones JM, Yates K, Yoder JS. Risk Behaviors for Contact Lens–Related Eye Infections Among Adults and Adolescents — United States, 2016. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 2023 Aug 18;66(32):841–5.
28. Contact Lens Wearer Demographics and Risk Behaviors for Contact Lens-Related Eye Infections — United States, 2014.
29. INTERNATIONAL CONTACT LENS PRESCRIBING IN 2024 | Contact Lens Spectrum.
30. Morgan PB, Efron N, Woods CA, Jones D, Jones L, Nichols JJ. International trends in daily disposable contact lens prescribing (2000–2023): An update. Contact Lens and Anterior Eye. 2024 Dec 1;47(6).
31. Sun Y, Xu F, Zhang T, Liu M, Wang D, Chen Y, et al. Orthokeratology to Control Myopia Progression: A Meta-Analysis. PLoS One. 2015 Apr 9;10(4):e0124535.
32. Michaud L, Harthan J, Shahidi A, Rah M, Reindel W. Clinical Safety and Efficacy of Orthokeratology Contact Lenses With Toric Peripheral Curves: A Review of the Literature. Eye Contact Lens. 2025 May 1;51(5):237.
33. Scanzera AC, Deeley M, Joslin C, McMahon TT, Shorter E. Contact Lens Prescribing Trends for Keratoconus at an Academic Medical Center: Increased Utilization of Scleral Lenses for Severe Disease. Eye Contact Lens. 2022 Feb 1;48(2):58–62.
34. Sengor T, Kurna SA, Aki S, Özkurt Y. High Dk piggyback contact lens system for contact lens-intolerant keratoconus patients. Clin Ophthalmol. 2011;5(1):331.
35. Yang H, Zhao M, Xing D, Zhang J, Fang T, Zhang F, et al. Contact lens as an emerging platform for ophthalmic drug delivery: A systematic review. Asian J Pharm Sci. 2023 Sep 1;18(5):100847.
36. Aljaberi HA, Noori ZTM. Contact Lens as Drug Delivery System for Glaucoma Treatment: A Review. Open Ophthalmol J. 2023 Feb 17;17(1).
37. Shetty KH, Desai DT, Patel HP, Shah DO, Willcox MDP, Maulvi FA. Contact lens as an emerging platform for non-invasive bio-sensing: A review. Sensors Actuators A Phys. 2024;376:115617. doi:10.1016/j.sna.2024.115617.

38. Kim SJ, Huh J, Hahn SK. Smart theranostic contact lenses. Journal of Controlled Release [Internet]. 2025 Mar 10 [cited 2025 Nov 24];379:920–6. Available from: https://pubmed.ncbi. nlm.nih. gov/ 39884435/
39. Kojima T. Contact Lens-Associated Dry Eye Disease: Recent Advances Worldwide and in Japan. Invest Ophthalmol Vis Sci [Internet]. 2018 Nov 1 [cited 2025 Nov 25];59(14):DES102–8. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30481813/
40. Insua Pereira E, Sampaio AP, Lira M. Effects of contact lens wear on tear inflammatory biomarkers. Contact Lens and Anterior Eye [Internet]. 2022 Oct 1 [cited 2025 Nov 25];45(5):101600.
41. Gad A, Vingrys AJ, Wong CY, Jackson DC, Downie LE. Tear film inflammatory cytokine upregulation in contact lens discomfort. Ocular Surface [Internet]. 2019 Jan 1 [cited 2025 Nov 25];17(1):89–97.
42. Clair B St., Stokkermans TJ. Lid Wiper Epitheliopathy. StatPearls [Internet]. 2023 May 20 [cited 2025 Nov 25
43. Stapleton FCOptom FBCLA F, Bakkar M, Carnt BOptom FBCLA N, Chalmers FBCLA RO, Kumar Vijay BOptom A, Marasini BOptom S, et al. CLEAR Complications Report.
44. Demian P, Nagaya D, Refaei R, Iwai K, Hasegawa D, Baba M, et al. Enhancing Performance of Silicone Hydrogel Contact Lenses with Hydrophilic Polyphenolic Coatings. Journal of Functional Biomaterials 2024, Vol 15, Page 321 [Internet]. 2024 Oct 29 [cited 2025 Nov 25];15(11):321. Available from: https://www.mdpi.com/2079-4983/15/11/321/htm
45. Liesegang, Thomas J. Physiologic changes of the cornea with contact lens wear. CLAO J. 2002;28(1):12–27.
46. Magdum R, Maheshgauri R, Mutha N. A study of corneal endothelial changes in soft contact lens wearers using non-contact specular microscopy. Medical Journal of Dr DY Patil University. 2013;6(3):245.
47. Aljaberi HA, Rahmani S, Muhammad GA. Effect of soft contact lens wear on corneal endothelial cell characteristics. Contact Lens and Anterior Eye. 2025 Oct 1;48(5).
48. Sweeney DF. Have silicone hydrogel lenses eliminated hypoxia? Eye Contact Lens [Internet]. 2013 Jan [cited 2025 Nov 25];39(1):53–60. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23271474/
49. Machalińska A, Zakrzewska A, Adamek B, Safranow K, Wiszniewska B, Parafiniuk M, et al. Comparison of Morphological and Functional Meibomian Gland Characteristics Between Daily Contact Lens Wearers and Nonwearers. Cornea. 2015 May 13;34(9):1098–104.
50. Uçakhan Ö, Arslanturk-Eren M. The Role of Soft Contact Lens Wear on Meibomian Gland Morphology and Function. Eye Contact Lens. 2019 Sep 1;45(5):292–300.
51. Arita R, Itoh K, Inoue K, Kuchiba A, Yamaguchi T, Amano S. Contact Lens Wear Is Associated with Decrease of Meibomian Glands. Ophthalmology. 2009 Mar;116(3):379–84.
52. Villani E, Ceresara G, Beretta S, Magnani F, Viola F, Ratiglia R. In vivo confocal microscopy of meibomian glands in contact lens wearers. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2011 Jul;52(8):5215–9.

53. Gu T, Zhao L, Liu Z, Zhao S, Nian H, Wei R. Evaluation of tear film and the morphological changes of meibomian glands in young Asian soft contact lens wearers and non-wearers. BMC Ophthalmol. 2020 Mar 4;20(1).
54. Ifrah R, Quevedo L, Gantz L. Topical review of the relationship between contact lens wear and meibomian gland dysfunction. J Optom. 2023 Jan 1;16(1):12–9.
55. Pucker AD, Jones-Jordan LA, Li W, Kwan JT, Lin MC, Sickenberger W, et al. Associations with Meibomian Gland Atrophy in Daily Contact Lens Wearers. Optom Vis Sci. 2015 Sep 5;92(9):e206–13.
56. Cheng KH, Leung SL, Hoekman HW, Beekhuis WH, Mulder PGH, Geerards AJM, et al. Incidence of contact-lens-associated microbial keratitis and its related morbidity. Lancet. 1999 Jul 17;354(9174):181–5.
57. Stapleton F, Keay L, Edwards K, Naduvilath T, Dart JKG, Brian G, et al. The incidence of contact lens-related microbial keratitis in Australia. Ophthalmology. 2008 Oct;115(10):1655–62.
58. Stapleton F, Naduvilath T, Keay L, Radford C, Dart J, Edwards K, et al. Risk factors and causative organisms in microbial keratitis in daily disposable contact lens wear. PLoS One. 2017 Aug 1;12(8).
59. Carnt N, Minassian DC, Dart JKG. Acanthamoeba Keratitis Risk Factors for Daily Wear Contact Lens Users: A Case-Control Study. Ophthalmology. 2023 Jan 1;130(1):48–55.
60. Willcox MDP. Microbial adhesion to silicone hydrogel lenses: a review. Eye Contact Lens. 2013 Jan;39(1):61–6.
61. Stapleton F, Ramachandran L, Sweeney DF, Rao G, Holden BA. Altered conjunctival response after contact lens-related corneal inflammation. Cornea. 2003 Jul;22(5):443–7.
62. Szczotka-Flynn L, Lass JH, Sethi A, Debanne S, Benetz BA, Albright M, et al. Risk Factors for Corneal Infiltrative Events during Continuous Wear of Silicone Hydrogel Contact Lenses. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2010 Nov;51(11):5421.
63. Wu P, Stapleton F, Willcox MD. The causes of and cures for contact lens-induced peripheral ulcer. Eye Contact Lens. 2003;29(1 Suppl).
64. Donshik PC, Ehlers WH, Ballow M. Giant Papillary Conjunctivitis. Immunol Allergy Clin North Am. 2008 Feb;28(1):83–103.
65. Tagliaferri A, Love TE, Szczotka-Flynn LB. Risk factors for contact lens-induced papillary conjunctivitis associated with silicone hydrogel contact lens wear. Eye Contact Lens. 2014;40(3):117–22.
66. Pritchard N, Fonn D, Brazeau D. Discontinuation of contact lens wear: a survey. International Contact Lens Clinic [Internet]. 1999 Nov 1 [cited 2025 Nov 25];26(6):157–62.
67. Richdale K, Sinnott LT, Skadahl E, Nichols JJ. Frequency of and factors associated with contact lens dissatisfaction and discontinuation. Cornea. 2007 Feb;26(2):168–74.
68. Pucker AD, Tichenor AA. A Review of Contact Lens Dropout. Clin Optom (Auckl). 2020;12:85–94.

69. Nichols JJ, Jones L, Daniel Nelson J, Stapleton F, Sullivan DA, Willcox MDP. The TFOS International Workshop on Contact Lens Discomfort: Introduction. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2013 Sep 20 ;54(11):TFOS1.
70. Myron Yanoff M, Jay S. Duker M, editors. Ophthalmology. 5th Edition. Philadelphia, PA: Elsevier; 2018. 1263–1268 p.
71. American Academy of Ophthalmology. Fundamentals and Principles of Ophthalmology (BCSC Section 2). In: 2024th–2025 Edition ed. American Academy of Ophthalmology; 2022. p. 168–74.
72. American Academy of Ophthalmology. Fundamentals and Principles of Ophthalmology (BCSC Section 2). 2024th–2025 Edition ed. Vol. 2024. San Francisco, CA: American Academy of Ophthalmology; 5–45 p.
73. Daniel Nelson J, Shimazaki J, Benitez-del-Castillo JM, Craig J, McCulley JP, Den S, et al. The International Workshop on Meibomian Gland Dysfunction: Report of the Definition and Classification Subcommittee. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2011 Mar;52(4):1930.
74. MAURICE DM. The structure and transparency of the cornea. J Physiol. 1957;136(2):263.
75. de Oliveira RC, Wilson SE. Descemet's membrane development, structure, function and regeneration. Exp Eye Res. 2020 Aug 1;197:108090.
76. Wang Z, Zuo X, Liu L, Chen X, Li R, Zhu H, et al. Corneal endothelial cell density and its correlation with birth weight, anthropometric parameters, and ocular biometric parameters in Chinese school children. BMC Ophthalmol. 2022 Dec 1;22(1):334.
77. Bonanno JA. Identity and regulation of ion transport mechanisms in the corneal endothelium. Prog Retin Eye Res. 2003 Jan;22(1):69–94.
78. Bonanno JA. Molecular mechanisms underlying the corneal endothelial pump. Exp Eye Res. 2012 Feb;95(1):2–7.
79. Kumagai AK, Glasgow B, Pardridge WM. GLUT1 glucose transporter expression in the diabetic and nondiabetic human eye. Invest Ophthalmol Vis Sci. 1994 May 1;35(6):2887–94.
80. Klyce SD. Stromal lactate accumulation can account for corneal oedema osmotically following epithelial hypoxia in the rabbit. J Physiol. 1981 Dec 1;321(1):49.
81. Álvarez-Barrios A, Álvarez L, García M, Artime E, Pereiro R, González-Iglesias H. Antioxidant Defenses in the Human Eye: A Focus on Metallothioneins. Antioxidants 2021, Vol 10, Page 89. 2021 Jan 11;10(1):89.
82. Yazdani M. Tear film lipid layer and corneal oxygenation: a new function? Eye. 2023 Dec 1;37(17):3534.
83. Craig JP, Daniel Nelson J, Azar DT, Belmonte C, Bron AJ, Chauhan SK, et al. TFOS DEWS II Report Executive Summary. Ocular Surface. 2017;
84. Bron AJ, de Paiva CS, Chauhan SK, Bonini S, Gabison EE, Jain S, et al. TFOS DEWS II pathophysiology report. Ocul Surf. 2017 Jul 1;15(3):438–510.
85. Jones L, Craig JP, Markoulli M, Karpecki P, Akpek EK, Basu S, et al. TFOS DEWS III: Management and Therapy. Am J Ophthalmol. 2025 Nov 1;279:289–386.

86. Baudouin C, Irkeç M, Messmer EM, Benítez-del-Castillo JM, Bonini S, Figueiredo FC, et al. Clinical impact of inflammation in dry eye disease: proceedings of the ODISSEY group meeting. Acta Ophthalmol. 2018 Mar 1;96(2):111–9.
87. Galor A, Moein HR, Lee C, Rodriguez A, Felix ER, Sarantopoulos KD, et al. Review. Neuropathic Pain and Dry Eye. Ocul Surf. 2017 Jan 1;16(1):31.
88. Belmonte C. Pain, Dryness, and Itch Sensations in Eye Surface Disorders Are Defined By a Balance Between Inflammation and Sensory Nerve Injury. Cornea. 2019 Nov 1;38 Suppl 1:S11–24.
89. Gorimanipalli B, Khamar P, Sethu S, Shetty R. Hormones and dry eye disease. Indian J Ophthalmol. 2023 Apr 1;71(4):1276–84.
90. Daniel Nelson J, Shimazaki J, Benitez-del-Castillo JM, Craig J, McCulley JP, Den S, et al. The International Workshop on Meibomian Gland Dysfunction: Report of the Definition and Classification Subcommittee. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2011 Mar;52(4):1930.
91. Bartlett JD, Keith MS, Sudharshan L, Snedecor SJ. Associations between signs and symptoms of dry eye disease: A systematic review. Clinical Ophthalmology [Internet]. 2015 Sep 16 [cited 2025 Nov 26];9:1719–30. Available from: https://www.researchgate.net/publication/282130724 Associations_between_signs_and_symptoms_of_dry_eye_disease_a_systematic_review
92. Schiffman RM, Christianson MD, Jacobsen G, Hirsch JD, Reis BL. Reliability and Validity of the Ocular Surface Disease Index. Archives of Ophthalmology. 2000 May 1;118(5):615–21.
93. Wolffsohn JS, Arita R, Chalmers R, Djalilian A, Dogru M, Dumbleton K, et al. TFOS DEWS II Diagnostic Methodology report. Ocul Surf [Internet]. 2017 Jul 1 [cited 2025 Nov 26];15(3):539–74. Available from: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1542012417301106?via%3Dihub#sec5
94. Chalmers RL, Begley CG, Moody K, Hickson-Curran SB. Contact Lens Dry Eye Questionnaire-8 (CLDEQ-8) and opinion of contact lens performance. Optometry and Vision Science. 2012 Oct;89(10):1435–42.
95. Chalmers RL, Keay L, Hickson-Curran SB, Gleason WJ. Cutoff score and responsiveness of the 8-item Contact Lens Dry Eye Questionnaire (CLDEQ-8) in a Large daily disposable contact lens registry. Contact Lens and Anterior Eye. 2016 Oct 1;39(5):342–52.
96. Bartlett JD, Keith MS, Sudharshan L, Snedecor SJ. Associations between signs and symptoms of dry eye disease: A systematic review. Clinical Ophthalmology. 2015 Sep 16;9:1719–30.
97. Mengher LS, Bron AJ, Tonge SR, Gilbert DJ. Effect of fluorescein instillation on the pre-corneal tear film stability. Curr Eye Res. 1985;4(1):9–12.
98. Mengher LS, Bron AJ, Tonge SR, Gilbert DJ. A non-invasive instrument for clinical assessment of the pre-corneal tear film stability. Curr Eye Res. 1985;4(1):1–7.
99. Hong J, Sun X, Wei A, Cui X, Li Y, Qian T, et al. Assessment of tear film stability in dry eye with a newly developed keratograph. Cornea. 2013 May;32(5):716–21.
100. Potvin R, Makari S, Rapuano CJ. Tear film osmolarity and dry eye disease: a review of the literature. Clinical Ophthalmology. 2015 Nov 2;9:2039–47.

101. NORN MS. LISSAMINE GREEN: Vital Staining of Cornea and Conjunctiva. Acta Ophthalmol. 1973 Aug 1;51(4):483–91.
102. Rodriguez JD, Kerti S, Hamm A, Ousler GW, Bensinger E, Burnham S, et al. Advantages of Lissamine Green Vital Staining as an Endpoint in Dry Eye Clinical Trials. Clinical Ophthalmology. 2024 Aug 6;18:2193–203.
103. Yoon KC, Im SK, Kim HG, You IC. Usefulness of double vital staining with 1% fluorescein and 1% lissamine green in patients with dry eye syndrome. Cornea. 2011 Sep;30(9):972–6.
104. Barabino S, Aragona P, Bonini S, Cantera E, Di Zazzo A, Giannaccare G, et al. Lissamine Green in Ophthalmology: A Comprehensive Review of Diagnostic and Clinical Applications. Ophthalmol Ther. 2025 Aug 1;14(8):1649.
105. Kim J, Foulks GN. Evaluation of the effect of lissamine green and rose bengal on human corneal epithelial cells. Cornea. 1999 May;18(3):328–32.
106. Chodosh J, Dix RD, Howell RC, Stroop WG, Tseng SCG. Staining characteristics and antiviral activity of sulforhodamine B and lissamine green B. Invest Ophthalmol Vis Sci. 1994 Mar 1;35(3):1046–58.
107. Brott NR, Zeppieri M, Ronquillo Y. Schirmer Test. Encyclopedia of Ophthalmology. 2024 Feb 24;1–2.
108. Li N, Deng XG, He MF. Comparison of the Schirmer I test with and without topical anesthesia for diagnosing dry eye. Int J Ophthalmol. 2012;5(4):478.
109. Patel S, Farrell J, Blades KJ, Grierson DJ. The value of a phenol red impregnated thread for differentiating between the aqueous and non-aqueous deficient dry eye. Ophthalmic and Physiological Optics. 1998 Nov 1;18(6):471–6.
110. Ibrahim OMA, Dogru M, Takano Y, Satake Y, Wakamatsu TH, Fukagawa K, et al. Application of Visante Optical Coherence Tomography Tear Meniscus Height Measurement in the Diagnosis of Dry Eye Disease. Ophthalmology. 2010 Oct 1;117(10):1923–9.
111. Elkington AR, Frank HJ, Greaney MJ. Clinical Optics. 3rd edition. Oxford, UK: Blackwell Science; 1999. 209–210 p.
112. Sulley A, Young G, Hunt C. Factors in the success of new contact lens wearers. Cont Lens Anterior Eye. 2017 Feb 1;40(1):15–24.
113. Glasson MJ, Stapleton F, Keay L, Willcox MDP. The effect of short term contact lens wear on the tear film and ocular surface characteristics of tolerant and intolerant wearers. Contact Lens and Anterior Eye. 2006 Mar 1;29(1):41–7.
114. Nichols KK, Redfern RL, Jacob JT, Nelson JD, Fonn D, Forstot SL, et al. The TFOS International Workshop on Contact Lens Discomfort: Report of the Definition and Classification Subcommittee. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2013 Oct 1;54(11):TFOS14–9.
115. Valencia-Nieto L, López-de la Rosa A, López-Miguel A, González-García MJ. The relationship between the eyelid status and contact lens discomfort. Contact Lens and Anterior Eye. 2025 Oct 1;48(5):102439.

116. Nichols JJ, Willcox MDP, Bron AJ, Belmonte C, Ciolino JB, Craig JP, et al. The TFOS International Workshop on Contact Lens Discomfort: Executive Summary. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2013 Sep 20;54(11):TFOS7.
117. Alghamdi W, Markoulli M, Papas E. Responses of contact lens wearers to OSDI and CLDEQ-8 questionnaires. Contact Lens and Anterior Eye. 2018 Jun 1;41:S89.
118. Li W, Sun X, Wang Z, Zhang Y. A survey of contact lens-related complications in a tertiary hospital in China. Contact Lens and Anterior Eye. 2018 Apr 1;41(2):201–4.
119. Sapkota K, Lira M, Martin R, Bhattarai S. Ocular complications of soft contact lens wearers in a tertiary eye care centre of Nepal. Contact Lens and Anterior Eye. 2013 Jun 1;36(3):113–7.
120. Sengor T, Kurna SA, Ozbay N, Ertek S, Aki S, Altun A. Contact lens-related dry eye and ocular surface changes with mapping technique in long-term soft silicone hydrogel contact lens wearers. Eur J Ophthalmol. 2012;22 Suppl 7(SUPPLEMENT N. 7).
121. Santodomingo-Rubido J, Wolffsohn JS, Gilmartin B. Changes in ocular physiology, tear film characteristics, and symptomatology with 18 months silicone hydrogel contact lens wear. Optom Vis Sci. 2006 Feb;83(2):73–81.
122. Villani E, Ceresara G, Beretta S, Magnani F, Viola F, Ratiglia R. In vivo confocal microscopy of meibomian glands in contact lens wearers. Invest Ophthalmol Vis Sci [Internet]. 2011 Jul [cited 2025 Nov 29];52(8):5215–9.
123. Guillon M, Maissa C. Bulbar conjunctival staining in contact lens wearers and non lens wearers and its association with symptomatology. Contact Lens and Anterior Eye. 2005 Jun 1;28(2):67–73.
124. Doughty MJ. Contact lens wear and the goblet cells of the human conjunctiva—A review. Contact Lens and Anterior Eye [Internet]. 2011 Aug 1 [cited 2025 Nov 30];34(4):157–63. Available from: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1367048411000646
125. Ong BL, Larke JR. Meibomian gland dysfunction: some clinical, biochemical and physical observations. Ophthalmic Physiol Opt [Internet]. 1990 [cited 2025 Nov 29];10(2):144–8. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2371060/
126. Machalińska A, Zakrzewska A, Adamek B, Safranow K, Wiszniewska B, Parafiniuk M, et al. Comparison of Morphological and Functional Meibomian Gland Characteristics Between Daily Contact Lens Wearers and Nonwearers. Cornea [Internet]. 2015 May 13 [cited 2025 Nov 29];34(9):1098–104. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26114822/
127. Ajouz L, Hallak J, Naik R, Nguyen A, Zhao C, Robinson MR, et al. Evaluation of the Impact of Meibomian Gland Dysfunction Using a Novel Patient-Reported Outcome Instrument. J Ocul Pharmacol Ther. 2024 Feb 1;40(1):48–56.
128. Mohd-Ali B, Chen LY. The morphology of corneal endothelial cells in long term soft contact lens wearers in Kuala Lumpur. Contact Lens and Anterior Eye [Internet]. 2021 Feb 1 [cited 2025 Nov 30];44(1):72–5. Available from: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S13 67048420 301193
129. Lee JS, Park WS, Lee SH, Oum BS, Cho BM. A comparative study of corneal endothelial changes induced by different durations of soft contact lens wear. Graefe's Archive for Clinical and

Experimental Ophthalmology [Internet]. 2001 [cited 2025 Nov 30];239(1):1–4. Available from: https://link.springer.com/article/10.1007/s004170000223

130. Ono T, Kaida T, Higashi S, Mori Y, Nejima R, Iwasaki T, et al. Corneal endothelial density and morphology in long-term soft contact lens users in Japan: a retrospective cross-sectional study of 17,732 eyes. Cutan Ocul Toxicol. 2024;43(4):335–40.
131. Bourne WM. The effect of long-term contact lens wear on the cells of the cornea. CLAO J. 2001;27(4):225–30.
132. Tăbăcaru B, Stanca TH. Corneal topography in preoperative evaluation for laser keratorefractive surgery – a review. Rom J Ophthalmol [Internet]. 2020 Dec 20 [cited 2025 Nov 30];64(4):333. Available from: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7739023/
133. Alba-Bueno F, Beltran-Masgoret À, Sanjuan C, Biarnés M, Marín J. Corneal shape changes induced by first and second generation silicone hydrogel contact lenses in daily wear. Contact Lens and Anterior Eye. 2009 Apr;32(2):88–92.
134. Arslan N, Kakil ŞB, Aydoğdu B, Telek HH. Longitudinal evaluation of corneal stability and tear film changes in first-time soft-contact lens wearers. Arq Bras Oftalmol [Internet]. 2025 [cited 2025 Nov 30];88(6):e20250118. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41092216/
135. Liu Z, Pflugfelder SC. The effects of long-term contact lens wear on corneal. Ophthalmology. 2000;107(1):105–11.
136. Sah RP, Paudel N, Chaudhary M, Adhikari P, Mishra SK, Raman M, et al. The Effects of Soft Contact Lens Wear on Corneal Thickness, Curvature, and Surface Regularity. Journal of Chitwan Medical College. 2014 Jul 30;4(2):35–9.
137. Çavdarlı C, Topçu-Yılmaz P, Çavdarlı C, Topçu-Yılmaz P. Uzun Süreli Yumuşak Kontakt Lens Kullanımı Kornea ve Ön Kamara Ölçümlerini Etkiler mi? Turk J Ophthalmol. 2018 Aug 1;48(4):166–70.
138. Hashemi H, Firoozabadi MR, Mehravaran S, Gorouhi F. Corneal stability after discontinued soft contact lens wear. Contact Lens and Anterior Eye [Internet]. 2008 Jun 1 [cited 2025 Nov 30];31(3):122–5. Available from: https://www.sciencedirect.com/science/ article/pii/S1367048408000283
139. Roberts B, Athappilly G, Tinio B, Naikoo H, Asbell P. Higher order aberrations induced by soft contact lenses in normal eyes with myopia. Eye Contact Lens. 2006;32(3):138-142. doi:10.1097/01.icl.0000195570.73454.a5.
140. Awwad ST, Sanchez P, Sanchez A, McCulley JP, Cavanagh HD. A preliminary in vivo assessment of higher-order aberrations induced by a silicone hydrogel monofocal contact lens. Eye Contact Lens [Internet]. 2008 Jan [cited 2025 Nov 30];34(1):2–5. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18180674/
141. Jiang H, Wang D, Yang L, Xie P, He JC. A comparison of wavefront aberrations in eyes wearing different types of soft contact lenses. Optom Vis Sci [Internet]. 2006 Oct [cited 2025 Nov 30];83(10):769–74. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17041323/