



**T.C.**

**SAĞLIK BAKANLIĞI**

**SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ**

**BEYOĞLU GZ EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ**

**MİYOPİ VE MİYOPİK ASTİGMATİZMADA KÜÇÜK KESİDEN  
LENTİKÜL ÇIKARTILMASI (KKL) İŞLEMİNİN 10 YILLIK  
GÖRSEL VE REFRAKTİF SONUÇLARI**

**Dr. Selçuk etin**

**TIPTA UZMANLIK TEZİ**

**İSTANBUL-2024**



**T.C.**

**SAĞLIK BAKANLIĞI**

**SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ**

**BEYOĞLU GÖZ EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ**

**MİYOPİ VE MİYOPİK ASTİGMATİZMADA KÜÇÜK KESİDEN  
LENTİKÜL ÇIKARTILMASI (KKLÇ) İŞLEMİNİN 10 YILLIK  
GÖRSEL VE REFRAKTİF SONUÇLARI**

**Dr. Selçuk Çetin**

**Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ahmet Kırgız**

**TIPTA UZMANLIK TEZİ**

**İSTANBUL-2024**

## TEŞEKKÜR

Hastanemizin ve hekimlerinin her sorunuyla ilgilenen, hastanemizin koşullarının her gün daha iyiye gitmesi ve tıp dünyasındaki yenilikleri takip etmesi için büyük çaba sarfeden, özellikle uzmanlık eğitimimiz süresince desteğini bizlerden hiç esirgemeyen değerli başhekimimiz Prof. Dr. Muhittin Taşkapılı'ya,

Hem akademik hem cerrahi konularda büyük problemleri soğukkanlılıkla çok kolay bir şekilde çözebilen ve bize yol gösteren, tezimi yazma sürecinde desteğini hiç esirgemeyen değerli tez hocam Doc. Dr. Ahmet Kırgız'a

Asistanlığımız boyunca bizi hem iyi bir hekim hem de iyi bir insan olarak yetiştirmek için büyük emek veren ve oftalmoloji camiasındaki tecrübeleriyle bize her zaman yol gösteren sayın hocamız Prof. Dr. Tekin Yaşar'a,

Uzmanlık eğitimi süresince bütün asistanlarının eğitimiyle özel olarak ilgilenip her birine her konuda sahip çıkan, motivasyonumuzu her daim yüksek tutup bugünlere gelmemizde çok büyük emeğe sahip olan değerli hocamız Prof. Dr. Ayşe Çiğdem Altan'a,

Teorik bilgisi ve cerrahi başarısı ile oftalmolojinin her alanına kendi alanı gibi hakim olan, asistanlığımız süresince bilgi ve beceri aktarımından hiç vazgeçmeyip bizlere her daim katkı sağlayan sayın hocamız Prof. Dr. Halil Özgür Artunay'a,

Bizleri iyi birer cerrah olarak yetiştirmek için edindiği engin cerrahi tecrübeleri bizimle paylaşmaktan hiç vazgeçmeyen, bize kendimize güvenmeyi öğreten, her alanda bize destek olup hem hocalık hem ablalık yapan Doc. Dr. Nilay Kandemir Beşek'e,

İlk cerrahi deneyimimizi edinmemizde bize sabırla mentörlük yapıp elimizden tutan ve işini büyük bir titizlikle yaparak bize iyi bir hekimin nasıl olması gerektiğini her daim gösteren sayın Doc. Dr. Neşe Alagöz'e,

Tez yazma sürecimde akademik desteğini ve fikirlerini benden esirgemeyen, tezimi şekillendirmeme büyük katkılar sağlayan yardımcı tez danışmanım Doc. Dr. Burcu Kemer Atik'e,

Büyük bir fedakarlık göstererek bizlere okuloplasti cerrahisi ve kliniğini öğreten ve sevdiren, beraber çalışmaktan çok mutlu olduğum, başta Op. Dr. Mehmet Göksel Ulaş, Op. Dr. Ayşe Çetin Efe ve Op. Dr. Hüsna Topçu olmak üzere bütün okuloplasti birimi uzmanlarına,

Şaşılık cerrahisi ve çocuk hastaların yönetiminde bize yol göstererek donanımlı birer hekim olarak yetişmemize büyük katkı sağlayan başta Doc. Dr. Aslı İnal olmak üzere bütün şaşılık birimi uzmanlarına,

Bütün yoğunluklarına rağmen asistanlık sürecimizde bize klinik bilgi ve becerilerini aktaran ve her zaman bize destek olan başta Doc. Dr. Sadık Görkem Çevik, Doc. Dr. Şehnaz Özçalışkan ve Doc. Dr. Seren Pehlivanoglu olmak üzere bütün retina birimi uzmanlarına,

Katarakt cerrahisi öğrenim sürecimizde kendisinden fedakarlık yaparak eğitimimize katkı sağlayan Doc. Dr. İhsan Çakır ve Op. Dr. Sibel Ahmet'e,

İsmini tek tek saymadığım her biri çok değerli olan bütün Beyoğlu Göz Ailesi uzmanlarına,

Başta eşkıdemlerim olmak üzere 4 yılı birlikte dolu dolu geçirdiğim, her biri benim için çok önemli olan bütün Beyoğlu Göz Ailesi asistanlarına,

Bütün bunların haricinde uzmanlık eğitimi sürecinin bana kattığı en büyük değerler olan, sırtımı dayadığım ve desteklerini her zaman arkamda hissettiğim dostlarım Op. Dr. Cem Sarı ve Op. Dr. Emir Aycan Bedel, Op. Dr. Semih Çakmak, Op. Dr. Yusuf Berk Akbaş ve Op. Dr. Altan Yangın, abilerim Op. Dr. Murat Arıcı, Op. Dr. Anıl Korkmaz ve Op. Dr. Mehmet Göksel Ulaş ve kardeşlerim Dr. Şakir Arıman, Dr. Efe Koşer ve Dr. Onur Altaş'a

Bugüne kadar sayısız fedakarlıklarla beni yetiştiren ve sonsuz emekleriyle şuan bulunduğum konumun mimarları olan anneme, babama ve kardeşlerime,

İyi ve kötü olan herşeyi benimle paylaşan, hayattaki en büyük motivasyon kaynağım ve en büyük destekçim sevgili eşim Gülru'ya,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

**Dr. Selçuk ÇETİN**

**İstanbul-2024**



## İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER.....	iv
KISALTMALAR.....	v
RESİMLER, TABLOLAR, GRAFİKLER DİZİNİ.....	vii
ÖZET.....	ix
ABSTRACT.....	x
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	2
3. GEREÇ VE YÖNTEMLER.....	35
4. BULGULAR.....	39
5. TARTIŞMA.....	51
6. SONUÇ.....	54
7. KAYNAKÇA.....	56

## KISALTMALAR

**CCT:** Central Corneal Thickness

**D:** Diyoptri

**DGK:** Düzeltilmemiş Görme Keskinliği

**DM:** Descement Membranı

**EİDGK:** En İyi Düzeltilmiş Görme Keskinliği

**EPI-LASIK:** Epipolis Laser Keratomileusis

**FLEX:** Femtosaniye lenticule extraction

**GİB:** Göz İçi Basıncı

**K:** Keratometri

**K1:** Düz Keratometri Değeri

**K2:** Dik Keratometri Değeri

**KKLÇ:** Küçük Kesiden Lentikül Ekstraksiyonu

**LASEK:** Laser Epithelial Keratomileusis

**LASIK:** Laser İn Situ Keratomileusis

**logMAR:** Logarithm Minimum Angle of Resolution (Minimum çözünürlük açısının logaritma eşdeğeri)

**MKK:** Merkezi kornea kalınlığı

**MMPs:** Matrix Metalloproteinaz

**PRK:** Fotorefraktif Keratektomi

**ReLEx:** Refractive lenticule extraction

**RST:** Residual Stromal Thickness

**SE:** Sferik Ekivalan

**SMILE:** Small Incision Lenticule Extraction

**UDVA:** Uncorrected visual acuity

**YSA:** Yüksek Sıralı Aberasyonlar



## RESİMLER, GRAFİKLER VE TABLOLAR DİZİNİ

**Resim 1:** İnsan korneasının şematik gösterimi ve histolojik kesiti

**Resim 2:** Kornea epitelyal hücre tabakası

**Resim 3:** Kornea endoteli şematik ve mikroskopik görünümü

**Resim 4:** Gözyaşı film tabakası

**Resim 5:** Işığın korneadan geçerken uğradığı kırılımin şematik gösterimi

**Resim 6:** Miyopik gözde ışığın retinanın önünde odaklanması

**Resim 7:** Hipermetrop bir gözde ışığın retinanın arkasında odaklanması

**Resim 8:** Astigmat bir gözde ışığın retina üzerinde birden fazla noktada odaklanması

**Resim 9:** Refraktif kusurların gözlükle düzeltilmesi

**Resim 10:** KKLÇ (SMILE) ve FLEX uygulamalarında lentikül çıkartılması işlemi

**Resim 11:** KKLÇ kesi aşamaları şematik çizimi

**Resim 12:** Zernicke Polinomları

**Resim 13:** Kliniğimizde kullandığımız Visumax Femtosaniye Lazer Platformu

**Tablo-1:** İşlem öncesi ve işlem sırasında hastalara ait ortalama veriler

**Tablo 2:** Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası kontrollerdeki görsel ve refraktif sonuçlar

**Tablo-3:** Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası kontrollerdeki görsel ve refraktif farkın istatistiksel analizi

**Tablo-4:** Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası kontrollerdeki topografi bulguları

**Tablo-5:** Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası kontrollerdeki topografi bulguları arasındaki farkın istatistiksel analizi

**Tablo-6:** Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası kontrollerde 4 mm'lik pupiller zonda incelenen korneal aberasyon bulguları

**Tablo-7:** Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası kontrollerde 6 mm'lik pupiller zonda incelenen korneal aberasyon bulguları

**Tablo-8:** Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası kontrollerde 4 mm'lik pupiller zonda incelenen korneal aberasyonlar arasındaki farkın istatistiksel analizi

**Tablo-9:** Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası kontrollerde 6 mm'lik pupiller zonda incelenen korneal aberasyonlar arasındaki farkın istatistiksel analizi

**Grafik-1:** Hastaların düzeltilmemiş görme keskinliklerinde ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası takiplerdeki değişim

**Grafik-2:** Hastaların en iyi düzeltilmiş görme keskinliklerinde ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası takiplerdeki değişim

**Grafik-3:** Hastaların sferik ekivalanlarında ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası takiplerdeki değişim

**Grafik-4:** Hastaların keratometri değerlerinde ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası takiplerdeki değişim

**Grafik-5:** Hastaların merkezi kornea kalınlıklarında ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası takiplerdeki değişim

**Grafik-6:** Hastaların 4 mm ve 6 mm'lik pupiller zonda ölçülen sferik aberasyonlarında ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası takiplerdeki değişim

**Grafik-7:** Hastaların 4 mm ve 6 mm'lik pupiller zonda ölçülen koma aberasyonlarında ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası takiplerdeki değişim

**Grafik-8:** Hastaların 4 mm ve 6 mm'lik pupiller zonda ölçülen trefoil aberasyonlarında ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası takiplerdeki değişim

**Grafik-9:** Hastaların 4 mm ve 6 mm'lik pupiller zonda ölçülen yüksek sıralı aberasyonlarında ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası takiplerdeki değişim

## ÖZET

**Amaç:** Miyopi ve miyopik astigmatizmada Küçük Kesiden Lentikül Çıkartılması (KKLÇ) işleminin 10 yıllık görsel ve refraktif sonuçları inceleyerek uzun dönemdeki güvenilirlik, etkinlik ve öngörülebilirliğini bildirmek.

**Gereç ve Yöntem:** Geriye dönük olarak planladığımız çalışmamızda 2014 yılı ve öncesinde miyopi ve miyopik astigmatizmanın cerrahi düzeltilmesi için KKLÇ işlemi uygulanan ve düzenli takiplerine gelen 30 hastanın 55 gözü incelendi. Tüm hastaların demografik verileri, işlem öncesi ve işlem sonrası 1. yıl, 5. yıl ve 10. yıllarda düzeltilmemiş görme keskinliği (DGK), en iyi düzeltilmiş görme keskinliği (EİDGK), manifest refraksiyon değerleri ve sferik eşdeğerleri, kornea topografisinden elde edilen merkezi kornea kalınlığı (MKK) ve keratometri (K) değerleri, 4 mm ve 6 mm'lik pupiller zonda korneal aberasyon ölçümleri değerlendirildi.

**Bulgular:** Ameliyat sonrası 10. yılda DGK ve EİDGK ameliyat öncesi dönem ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı dercede artış izlendi ( $p=0,0001$ ). Hastaların ameliyat öncesi  $-4,94 \pm 1,95$  diyoptri (D) olarak ölçülen sferik ekivalan (SE) değerlerinin, 10. yıl kontrollerinde  $-0,59 \pm 0,98$  D olduğu görüldü. Ameliyat sonrası 10. yılda ameliyat öncesi döneme göre EİDGK'da 7 gözde 1 sıra, 2 gözde 2 sıra, 6 gözde 3 sıra ve üzerinde artış saptanırken, 1 gözde 1 sıra düşüş olduğu saptandı. Bununla birlikte 10. yıl sonunda hedef düzeltemenin 35 (%65) gözde  $\pm 0,50$  D, 42 (%76) gözde ise  $\pm 1,0$  D aralığında olduğu belirlendi. Çalışmamızın güvenlik endeksi 1,06, etkinlik endeksi ise 0,87 olarak bulundu. Korneal aberasyonlara bakıldığında ise 10. yıl sonunda 4 mm'lik pupiller zonda sferik ve trefoil aberasyonların, ameliyat öncesine göre düşüş gösterdiği, koma ve toplam yüksek sıralı aberasyonlarda anlamlı bir değişikliğin olmadığı, 6 mm'lik pupiller zonda ise tüm aberasyonların ameliyat öncesine göre artış gösterdiği görüldü.

**Sonuç:** Uzun dönem sonuçlarına bakıldığında, miyopi ve miyopik astigmatizmanın düzeltilmesinde KKLÇ işlemi, güvenli, etkili ve öngörülebilir bir tedavi yöntemidir.

**Anahtar kelimeler:** küçük kesiden lentikül çıkartılması, miyopi, miyopik astigmatizma, refraktif cerrahi

## ABSTRACT

**Purpose:** To evaluate the long-term safety, efficacy and predictability of Small Incision Lenticule Extraction (SMILE) in myopia and myopic astigmatism by analysing 10-year visual and refractive outcomes.

**Material and Methods:** In our retrospective study, 55 eyes of 30 patients who had SMILE for surgical correction of myopia and myopic astigmatism in 2014 and before and who attended regular follow-up visits were analysed. Demographic data, uncorrected visual acuity (UDVA), best corrected visual acuity (CDVA), manifest refraction values and spherical equivalents, central corneal thickness (CCT) and keratometry (K) values obtained from corneal topography, corneal aberration measurements in the 4 mm and 6 mm pupillary zone were evaluated before and 1 year, 5 years and 10 years after the procedure.

**Results:** At the 10th year postoperatively, there was a statistically significant increase in UDVA and CDVA compared to the preoperative period ( $p=0,0001$ ). The SE values of the patients were  $-4.94 \pm 1.95$  diopters (D) preoperatively and  $-0.59 \pm 0.98$  D at the 10th year follow-up. At the 10th year postoperatively, CDVA increased by 1 line in 7 eyes, 2 lines in 2 eyes, 3 lines or more in 6 eyes and decreased by 1 line in 1 eye compared to the preoperative period. However, at the end of the 10th year, target correction was within  $\pm 0.50$  D in 35 eyes (65%) and within  $\pm 1.0$  D in 42 eyes (76%). The safety index of our study was 1.06 and the efficacy index was 0.87. Regarding corneal aberrations, at the end of the 10th year, spherical and trefoil aberrations in the 4 mm pupillary zone decreased compared to the preoperative period, coma and total high order aberrations did not change significantly, and all aberrations in the 6 mm pupillary zone increased compared to the preoperative period.

**Conclusion:** In terms of long-term results, SMILE procedure is a safe, effective and predictable treatment modality for the correction of myopia and myopic astigmatism.

**Keywords:** small incision lenticule extraction, myopia, myopic astigmatism, refractive surgery

## 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Refraktif cerrahi yöntemlerin kullanımı, 20. yüzyıl sonlarında excimer lazer ve femtosaniye lazer teknolojilerinin geliştirilmesiyle birlikte giderek yaygınlaşmaktadır. Günümüzde refraktif kusurların düzeltilmesi için, gözlük veya kontakt lens kullanmak istemeyen hastalar sıklıkla refraktif cerrahi yöntemlere başvurmaktadır. 20. Yüzyıl sonlarına kadar refraktif kusurlarının düzeltilmesi için sıklıkla gözlük veya kontakt lens kullanılmaktaydı. Ancak yüzme, futbol, basketbol gibi yaygın sportif faaliyetlerde kullanışa elverişli olmaması, günlük hayatta kullanım dezavantajları, özellikle anizometropik gözlerde yeterli görsel rehabilitasyonu sağlayamaması, kozmetik problemler gibi nedenlerle gözlük kullanıma alternatif yöntemlere ihtiyaç duyulmuştur.

Kontakt lens kullanımı hastaların bir kısmı için gözlük kullanımına uygun bir alternatif oluştursa da refraksiyon kusurları için kalıcı bir çözüm yöntemi olmayışı, her gün göze takılıp çıkartılmasından kaynaklanan kullanım zorluğu, kalıcı görme kayıplarıyla sonuçlanabilen enfeksiyonlara neden olabilmesi ve artan maliyetler nedeniyle birçok hasta için yeterli bir alternatif oluşturamamıştır.

Refraktif cerrahi yöntemlerinin temeli 1940'lı yıllarda Barraquer tarafından atılmıştır(1). 1980'li yıllarda excimer lazer, 2000'li yılların başında ise femtosaniye lazer teknolojilerinin keratorefraktif cerrahide kullanıma girmesiyle çeşitli refraktif cerrahi yöntemler tanımlanmıştır ve günümüzde kullanım sıklıkları giderek artmaktadır. Sekundo ve arkadaşları 2011 yılında miyopi ve miyopik astigmatizmanın tedavisinde küçük kesiden lentikül ekstraksiyonu (KKLÇ) tekniğini tanımlamışlardır(2, 3). Refraktif cerrahide en güncel tekniklerden biri olan KKLÇ tekniği, flepe bağlı komplikasyon riski olmaması nedeniyle Laser in Situ Keratomileusis (LASIK) yöntemine, postoperatif ağrının daha az olması ve görsel rehabilitasyonun daha hızlı sağlanması nedeniyle yüzey ablasyon yöntemlerine başarılı bir alternatif haline gelmiştir(4-8). Henüz yeni bir teknik olan KKLÇ tekniğinin kısa ve orta dönem sonuçlarının bildirildiği birçok çalışma literatürde mevcuttur(9-11).

Biz bu çalışmamızla KKLÇ tekniğini ilk uygulayan kliniklerden biri olan Sağlık Bilimleri Üniversitesi Beyoğlu Göz Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde miyopi ve miyopik astigmatizmanın tedavisi için KKLÇ tekniği uygulanan hastalarda, KKLÇ cerrahisinin uzun dönem güvenilirlik ve etkinliğinin değerlendirilmesini, görsel, refraktif ve topografik sonuçlarının paylaşılmasını amaçladık.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. KORNEA

#### 2.1.1. Kornea Embriyolojisi

Kornea nöroektoderm, yüzey ektodermi ve mezenşimden köken alarak embriyolojik dönemin 5-6. haftalarında oluşmaya başlar. Endotel tabakası nöral krestten köken alırken, ektoderm tabakasından yüzey epiteli gelişir(12). Endotel hücreleri başlangıçta tek katlı kübik epitel şeklindeyken daha sonra yassı epitel şekline dönüşmektedir(13). Sonra 6. Haftanın sonunda primitif endotel tabakasının gelişimini takiben mezenşim dokusundan hücre göçüyle korneanın stroma tabakası oluşur. Epitel ve stroma arasında göç eden mezenşim hücrelerinin yoğunlaşmasıyla 5. ayda bowman tabakası oluşmaktadır. Descement membranı ise 4. ayda yassı endotel hücreleri tarafından oluşturulmaktadır(14). Korneal sinirler ise önce 3. ayda kornea stromasında, sonrasında 5. Ayda epitel tabakasında görülmeye başlar. Korneanın gelişim dönemi doğum sonrası 6. Yaşa kadar devam etmektedir.

#### 2.1.2. Kornea Anatomisi ve Histolojisi

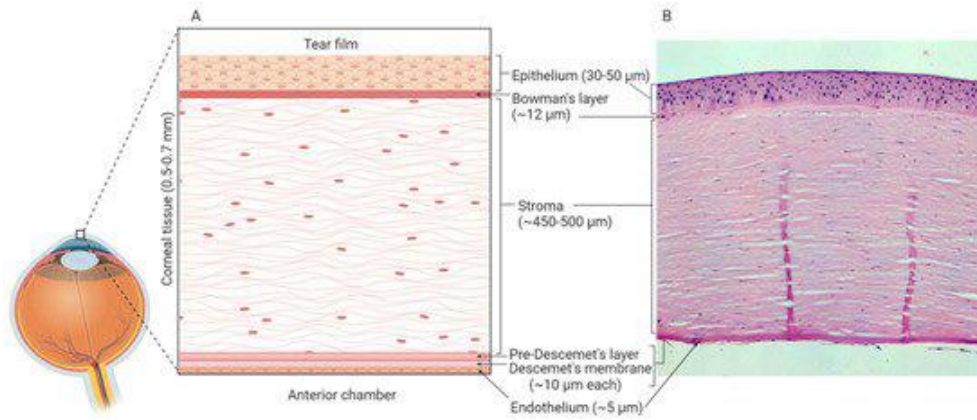
Kornea; dışardan gelen ışığın gözde ilk kırılıma uğradığı, gözün en dış kısmında skleranın devamı şeklinde yer alan, avasküler, saydam ve konveks bir yapıdır(15). Yaklaşık 43.25 diyoptrilik (D) kırma gücü ile dışardan gelen ışığın en çok kırıldığı ortamdır ve bu gözün yaklaşık 64 D olan toplam kırıcılık gücünün %74'lük kısmını

oluşturur(16). Kırıcılık görevinin yanı sıra travma ve enfeksiyonlara karşı bir bariyer görevi de görmektedir.

Erişkin bir insanda korneanın ortalama horizontal çapı 11-12 mm, vertikal çapı ise 10-11 mm arasındadır(17). Yatay aksta ortalama 7,8 mm olan eğrilik yarıçapı, dikey aksta ortalama 7,7 mm'dir(18). Asferik bir yapıda olan korneanın refraktif indeksi 1,376'dır. Kornea kalınlığı merkezde ortalama 551-565 mikrometre düzeyindeyken limbusta doğru kalınlaşarak 610-640 mikrometre kalınlıklarına ulaşır(16).

Merkezde daha dik olan kornea, sklerayla birleşme bölgesine doğru yaklaştıkça asimetrik olarak düzleşmektedir ve korneaskleral birleşme bölgesinde limbus adı verilen bir geçiş zonu meydana gelir. Limbus ön segment cerrahileri için bir cerrahi sınır görevi görürken aynı zamanda korneal kök hücreleri ve aköz hümörün dışa akım yolağını içermesi nedeniyle klinik ve cerrahi önem taşımaktadır. Kornea nasalde ve üst kısımda daha fazla düzleşirken, temporal ve alt kısımda düzleşme daha azdır. Bu durum özellikle refraktif cerrahi uygulamaları öncesi, ameliyat planlamasında büyük önem taşımaktadır. Avasküler bir yapı olan korneanın metabolik ihtiyaçları ise santralde aköz hümör ve gözyaşından, periferde ise korneaskleral kapiller ağdan karşılanmaktadır(19).

Kornea anatomik ve histolojik olarak 5 farklı tabakadan oluşur. Bu tabakalar dıştan içe doğru; epitel, Bowman tabakası, stroma, Descemet tabakası ve endotel tabakası şeklinde sıralanır.



**Resim 1.** İnsan korneasının şematik gösterimi (A) ve histolojik kesiti (B)

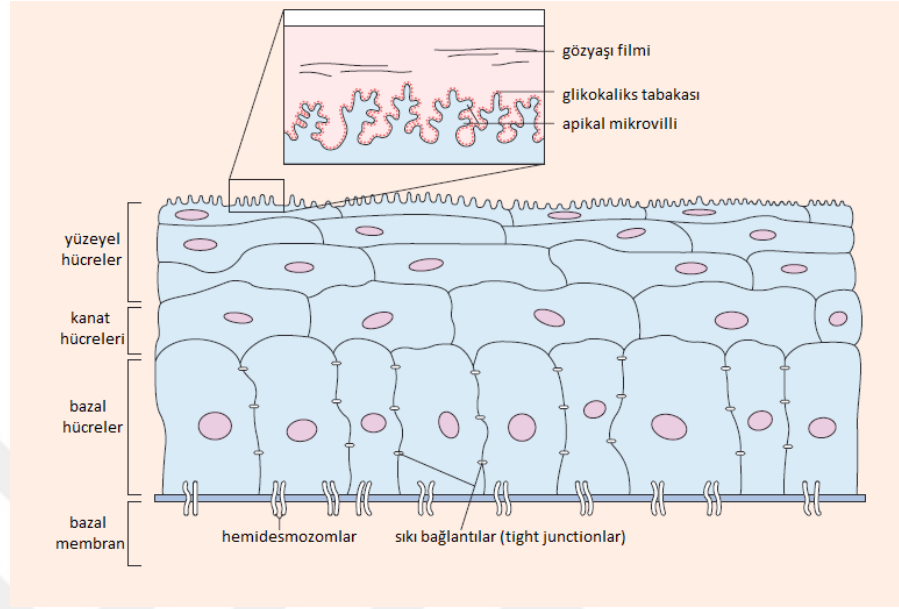
### 2.1.2.1. Epitel

Korneanın epitelyal katmanı, 5-7 hücre tabakasından oluşan ve nonsekretuar, skuamöz epitel özelliği gösteren saydam optik bir tabakadır. Epitel tabakasının yüzeyinde gözyaşı tabakası yayılır. Yaklaşık 40-50 mikron kalınlığındadır ve toplam kornea kalınlığının yaklaşık %10 unu oluşturur(20). Kornea epitelinin mekanik ve antimikrobiyal bariyer oluşturma, saydam ve düzgün bir optik yüzey oluşturma gibi görevleri vardır. Üç farklı hücre tipi içerir; yassı yüzey epitel hücreleri, kanat hücreleri ve bazal hücreler(21).

Yassı yüzey epitel hücreleri; en dış tabakada yer alan, apikal yüzeyinde mikrovilüs ve mikropiklikleri içeren, 3-4 sıradan oluşan düzgün yassı hücrelerden oluşur. Mikrovilüs ve mikropiklik yapıları glikoliks tabakasının oluşumuna katkı sağlar ve gözyaşının müsinoz tabakası ile hücre membranları arasındaki temas yüzeyinin artırır. Hücre yapısının üst kısmında yer alan sıkı bağlantılar ile birbirlerine bağlanarak gözyaşı bileşenlerinin ve mikroorganizmaların hücreler arası boşluğa sızmasını engeller ve bu şekilde bir bariyer görevi görür(22). Bu özelliği ayrıca sağlıklı bir kornea epitelinin floresein ve rose bengal gibi boyalarla boyanmasını engeller(23).

Kanat hücreleri; yassı yüzey epitel hücre tabakasının hemen altında bulunan 12-15 µm kalınlığında poligonal şekilli ve geniş nükleuslu hücrelerdir. Yaklaşık 1-3 hücre sırasından oluşur ve aralarındaki sıkı bağlantılar ile birbirlerine tutunurlar.

Bazal hücreler; epitel tabakasının en iç katmanında yer alan mitotik olarak aktif hücrelerdir. Diğer epitel hücrelerinin aksine tek sıra halinde dizilmiş küboidal hücrelerden oluşurlar. Yaklaşık 12 µm kalınlığa sahiptir. Mitotik aktiviteyle çoğalıp farklılaşarak diğer epitel hücrelerinin oluşturulmasından sorumludurlar(24). Hücre kenarlarındaki gap junction ve zonula adherens bağlantılarına birbirlerine, geniş bazal hemidesmosomlar ile de hemen altında yer alan bazal membrana bağlanırlar. Bu bağlantılar yoluyla hücreler arasında iletişim sağlanır ve epitel tabakasının bazal membrandan ayrışması engellenir. Bu bağlantılardaki problemler tekrarlayan veya iyileşmeyen epitel erozyonlarına yol açar(25).



**Resim 2:** Kornea epitelyal hücre tabakası

Bazal hücrelerin mitotik olarak çoğalmasıyla yeni hücreler oluşturulur ve üst kısımda yer alan yassı epitel hücreleri apoptozise uğrayarak dökülürler. Yüzeye doğru ilerleyen genç hücreler farklılaşarak mikrovilüs ve mikropilika yapılarını kazanırlar ve üstlerindeki apikal hücrelerin yerini alırlar. Bu çoğalma ve farklılaşma süreci yaklaşık 10-14 gün sürer(24).

Epitel bazal membranı yaklaşık olarak 50-60  $\mu\text{m}$  kalınlığındadır ve bazal epitel hücreleri ile bowman tabakası arasında yerleşmiştir. Yapısında yoğun olarak tip IV kollajen ve laminin içerir. Ayrıca yapısındaki tip VII kollagenler ile bazal epitel hücrelerine tutunur(26). Histolojik olarak lamina densa ve lamina lucida tabakalarından oluşmaktadır.

Kornea epitel tabakasında, epitel hücrelerinin haricinde miyeloid kökenli özelleşmiş makrofajlar olan Langerhans hücreleri de bulunmaktadır. Langerhans hücreleri kornea santralinde seyrek yerleşmişken, periferde yoğun olarak izlenir(27). Benzer şekilde melanosit hücreleri de kornea periferinde seyrek olarak bulunurken kornea santralinde izlenmez.

### **2.1.2.2. Bowman Tabakası**

Bowman tabakası kornea epitelinin bazal membranı ile stroma arasında yerleşen, kollajen lifler ve proteoglikanlardan oluşan, yaklaşık 10-12 µm kalınlığında asellüler bir tabakadır(28). Yapısındaki kollajen lifler çoğunlukla rastgele dizilmiş tip III kollajen olmakla birlikte tip I, tip V ve tip VI kollajen de içermektedir. Ayrıca tip IV ve tip VII kollajenler yoluyla epitel bazal membranı ve stromayla bağlantı sağlamaktadır(29). Dış yüzeyinde bulunan porlar sayesinde korneal sinirlerin geçişi sağlanır. İç yüzeyinde ise stromadan gelen kollajen lifler ile gelişigüzel birleşir. Bu nedenle bowman tabakası ile lamina densa arasında keskin bir sınır mevcutken, stroma ile arasında keskin bir hat bulunmaz. Ayrıca bu bağlantı stroma ile bowman tabakası arasında sıkı bir bağ oluşturmaktadır. Bu nedenle bowman tabakası descemet membranından farklı olarak bağlandığı stromadan kolay ayrılmaz. Aldığı hasar sonrasında skar dokusu ile iyileşir. Bowman tabakasının fonksiyonu yeteri kadar aydınlatılmamış da epitel tabakasının düzeninin korunmasında rol aldığı düşünülmektedir.

### **2.1.2.3. Stroma**

Stroma ekstrasellüler matriksten ve keratosit olarak adlandırılan modifiye fibroblastlardan oluşmaktadır. Total kornea kalınlığının yaklaşık %90'ını oluşturur. Ekstrasellüler matriksin büyük bir kısmı sudan ve yassı lameller kollajen liflerden oluşmaktadır. Ayrıca bol miktarda glikozaminoglikan da içermektedir(30). Çoğunluğu Tip I kollajenden oluşan liflerin birbirine paralel seyretmesi ve belli bir düzende bir araya gelmesi ışığın saçılmasını engelleyerek kornea saydamlığının devamlılığını sağlamakta ve kornea biyomekanik direncinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır(31). Kollajen lifler özellikle ön stromada yoğunlaşarak kornea kurvatürünün oluşmasında ön stromanın önemini artırmakta ve ön stromanın hidrasyona daha dayanıklı olmasını sağlamaktadır. Ekstrasellüler matriksin yapısındaki proteoglikan ve glikozaminoglikanlar, kollajen lifler arasında bağlantı oluşturur. Stromada sıvı birikiminde kollajen liflerin dağılımı bozulur ve kornea saydamlığı azalır. Bu durum daha az kollajen demeti içeren arka stromada daha sık görülür ve descemet membranda dalgalanmalara yol açar.

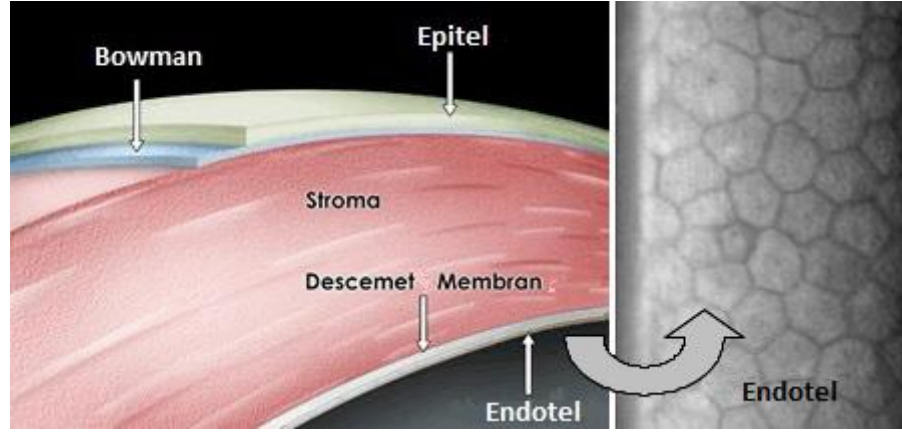
Keratositler metabolik olarak aktif stromanın ana hücrelerini oluşturan modifiye fibroblastlardır. Ön stromada daha yoğun olarak yerleşirken arka stromaya doğru yoğunlukları azalır ve descemet membran yakınlarında tekrar artar. Ekstrasellüler matriks ve kolajenlerin yapısında yer alan proteoglikanların ve stromal homeostazı sağlayan matrix metaloproteinazların (MMPs) sentezinde görevlidir(15). Doku hasarı durumunda kollajen ve glikozaminoglikanları sentezlemek için stromada hasar alan bölgeye göç ederler.

#### **2.1.2.4. Descemet tabakası**

Descemet membranı (DM) 7 µm kalınlığında olup endotelin bazal tabakasını oluşturmaktadır. Endotel hücreleri tarafından oluşturulan DM yapısında kollajen ve laminin içerir. Kornea periferinde trabekülümle birleşerek limbusta Schwalbe çizgisini oluşturur(32). Doğum sonrasında kalınlığı 3-5 µm civarındayken, yaşla birlikte kalınlığı artarak erişkin dönemde yaklaşık 8-12 µm'ye ulaşır(33). DM'nin yapısındaki kollajen temel olarak tip IV ve tip VII kollajendir. Stromadan uzanan kollajen fibriller DM'da derinlere penetre olmadığından, bowman tabakasının aksine kolaylıkla stromadan ayrışır. DM'nin hasar sonrası rejenerasyon yeteneği yoktur(34). Temel fonksiyonu endotel tabakasına biyomekanik destek sağlamak ve epitel tabakasından geçen maddeleri filtrelemektir. Bununla birlikte hücre migrasyonu ve sinyalizasyonda da görev almaktadır.

#### **2.1.2.5. Endotel**

Endotel tabakası korneanın ön kamaraya komşu olan en iç tarafında, DM'nin üzerinde yer alır. Altıgen şeklinde, tek katlı, bölünme yeteneği olmayan hücrelerden oluşur. Doğum sonrası küboid yapıda ve 10 µm yüksekliğindeyken, erişkin dönemde giderek düzleşerek 4 µm yüksekliğinde yassı epitel şeklini alır(35). Endotel hücreleri metabolik olarak aktif hücreler olup bol miktarda mitokondri içerir. Doğumda yaklaşık sayıları 500.000 civarındayken mitotik aktiviteleri olmaması nedeniyle yaşla birlikte sayıları giderek düşer ve hücre hacmi genişler. Erişkin dönemde mm<sup>2</sup>'de ortalama 2500-3500 endotel hücresi bulunur(36).



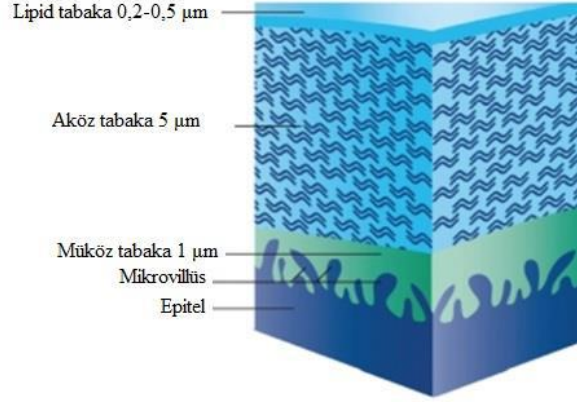
**Resim 3:** Kornea endotelini şematik ve mikroskopik görünümü

Endotel hücre membranı Na-K ATPaz pompaları açısından oldukça zengindir. Endotel hücreleri bu pompalar ve hücre içi karbonik anhidraz yolağı yoluyla stromadan ön kamaraya devamlı olarak elektrolit ve sıvı pompalayarak stromal ödem gelişimini engeller ve kornea saydamlığının devamlılığını sağlar(37). Endotel hücreleri birbirlerine çok sayıda gap junction ve sıkı bağlantılar ile bağlanır. Sıkı bağlantılar ön kamaradan stromaya aköz diffüzyonunu engellerken gap junctionlar ise hücreler arası iletişimden sorumludur. Endotel hasarı durumunda hücrelerde genişleme ve limbal kök hücrelerden migrasyon ile boşluklar doldurulur. Endotel hücre sayısının  $\text{mm}^2$ 'de 500 hücrenin altına düşmesi kornea ödemi açısından anlamlı risk taşır(38).

### 2.1.3. Gözyaşı Film Tabakası

Kornea dış yüzeyinde gözyaşı film tabakası ile örtülüdür. Gözyaşı filmi korneanın devamlı olarak nemli kalmasını sağlarken, optik olarak pürüzsüz saydam bir yüzey oluşturur. Ayrıca korneanın dış yüzeyinin beslenmesi, oksijenizasyonunun sağlanması, metabolitlerin uzaklaştırılması ve korneanın enfeksiyonlara karşı korunması gibi görevleri de vardır. Gözyaşı filmi üç farklı tabakadan oluşur. En dışta gözyaşı filminin yüzeyini oluşturan lipid tabakası meibomian bezleri tarafından salgılanan lipidlerden oluşur(39). Bu tabaka düzgün bir optik yüzey oluşturmanın yanı sıra gözyaşının buharlaşmasının da önüne geçer. Orta kısımda bulunan aköz tabaka ana gözyaşı bezi ve Wolfring ve Krause bezleri tarafından salgılanır. Esas görevi kornea epitelini

nemlendirmektir. En içte bulunan müsin tabaka ise konjonktival goblet hücreleri tarafından salgılanır(39). Müsin tabakanın görevi ise yüzey gerilimini azaltarak gözyaşı filminin kornea epiteline tutunmasını sağlamaktır.



**Resim 4:** Gözyaşı film tabakası

#### 2.1.4. Kornea İnnervasyonu

Korneanın duysal innervasyonu trigeminal sinirin oftalmik dalından köken alan siliyer sinirler tarafından sağlanır. Kornea insan vücudunda en fazla nöron ağına sahip dokulardan biridir(40). Siliyer sinirin dalları limbus etrafında dairesel bir sinir pleksusu oluşturarak kornea periferinden ön stromaya girer. Daha sonra kornea saydamlığının bozulmaması için miyelin kılıflar ayrılır ve sinir lifleri incelenerek kornea epiteline paralel bir şekilde uzanır ve bu şekilde subepitelyal sinir pleksusunu oluşturur(41). Bu pleksustan çıkan dallar bowman tabakasını delerek bowman tabakası ve epitel arasında yayılır, bazal epitel sinir ağını oluşturur(41). Bu sinir ağı korneanın duysal afferent yolunu oluşturmakla birlikte sinir liflerinin hasarı durumunda iyileşme için gerekli olan trofik faktörlerin salınımından da sorumludur. Hasarında nörotrofik keratit gelişebilmektedir. Kornea epiteli ve stromanın aksine endotel hücrelerinin ve descement tabakasının nöronal innervasyonu yoktur(42).

### 2.1.5. Korneanın Optik Özellikleri

Gözün optik sistemi; temel olarak kornea ve lens tarafından oluşturulan ve göze giren görüntünün retina üzerine düşmesini sağlayan bir kırıcılık sistemidir. Gözün aksiyel uzunluğu, ön kamara derinliği, aköz humör ve vitreus da gözün optik sistemine katkı sağlar(43).

Göze giren ışık ilk olarak gözün en dış tabakası olan kornea ile etkileşime girer ve en çok burada kırılıma uğrar. Dolayısıyla kornea (43 D) gözün refraktif gücüne en fazla katkı sağlayan yapıdır. Korneanın refraktif gücünü etkileyen en önemli faktörler; korneanın eğrilik yarıçapı ve ışığın geçtiği ortamlar arasındaki refraktif indeks farkıdır. İnsanlarda ortalama merkezi ön kornea eğrilik yarıçapı 7,8 mm, ortalama merkezi arka kornea eğrilik yarıçapı ise 6,6 mm olarak kabul edilir. Kornea eğrilik yarıçapları arttıkça kornea düzleşip refraktif gücü azalırken, eğrilik yarıçapları azaldıkça kornea dikleşir ve refraktif gücü artar(44).

Korneanın ön ve arka yüzey eğrilik yarıçaplarının yanı sıra, ışığın korneadan geçerken katettiği ortamlar olan hava, gözyaşı film tabakası ve aköz humörün refraktif indeksleri de korneanın refraktif özelliklerine etki eder(44). Korneanın refraktif gücünü hesaplamak için, her bir ara yüzey için ince lens formülü kullanılabilir. İnce lens formülünde; ışığın girdiği ortamın refraktif indeksinden ışığın geldiği ortamın refraktif indeksi çıkarılıp yüzeyin eğrilik yarıçapına bölünmesi ile diyoptri (D) cinsinden refraktif güç elde edilir. Bu hesaplamalarda Snell yasası geçerlidir. Düşük refraktif indekse sahip olan havadan (refraktif indeksi 1,00), yüksek refraktif indekse sahip gözyaşı (refraktif indeksi 1,336) ve korneaya (refraktif indeksi 1,376) geçen ışık, konverjan (+D) şekilde kırılmaya uğrarken, aksine kornea arka yüzeyinden refraktif indeksi gözyaşı ile aynı olan (1,336) aköz humöre geçerken diverjan (-D) bir şekilde kırılıma uğrar. Bu nedenle hava-gözyaşı ara yüzeyi korneanın refraktif gücünü oluşturan temel yüzeydir.

Korneal saydamlık ve yüzey düzgünlüğü korneanın refraktif gücünü etkileyen diğer önemli faktörlerdir. Kornea stromasında yer alan kollajen fibrillerin dizilimi, kornea saydamlığını sağlayan en önemli etkidir. Kollajen fibrillerin birbirine paralel uzanması,

çaplarının (22,5-35 nm) ve birbirlerine uzaklıklarının ( $41,4 \pm 0,5$  nm) homojen dağılımı, korneaya giren ışığın korneada saçılımını interferans yoluyla nötrlemede ve korneadan saçılıma uğramadan geçebilmesini sağlamaktadır(45). Kollajen fibrillerin homojen yapısını bozan korneal ödem veya fibrozis gibi korneal patolojilerde ışık rastgele saçılıma uğrar ve korneal saydamlık kaybolur.

Korneanın yüzey düzgünlüğünden kornea epitel ve gözyaşı film tabakası sorumludur. Kuru göz, enfeksiyon, korneal yaralanma gibi durumlarda kornea yüzeyinin pürüzsüzlüğü bozularak korneanın kırıcılığı değişebilir.

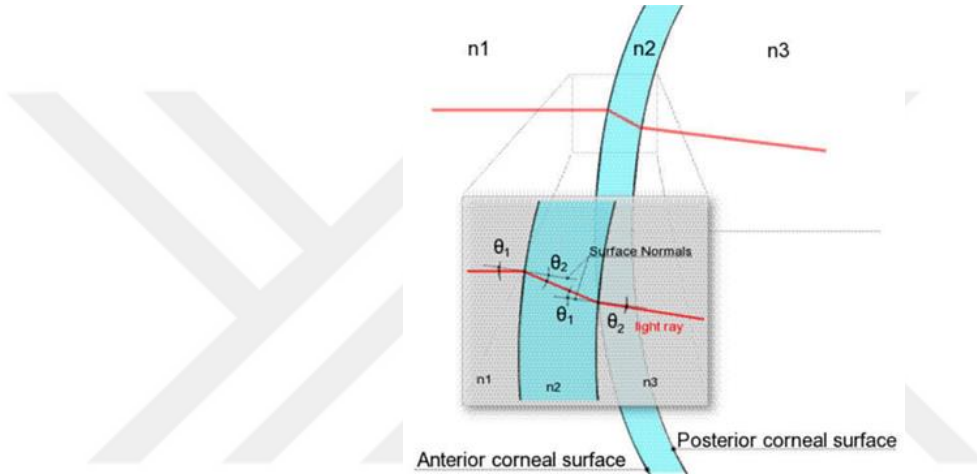
Lens (20 D) tek başına değerlendirildiğinde refraktif gücü en fazla olan yapı olmasına rağmen, gözün optik sistemi içerisinde ele alındığında korneanın yarısı kadar toplam refraktif güce etki eder. Bu durumun temel sebebi lensin komşu ortamları arasındaki refraktif indeks farkının daha az oluşudur. Lensin ön ve arka yüzeyleri, nükleus ve korteksi farklı refraktif güce sahiptir. Ayrıca lens esnek yapısı sayesinde akomodasyon mekanizması ile odak mesafesine göre çapını değiştirerek refraktif gücünü artırabilmekte veya azaltabilmektedir. Yaşla birlikte veya diyabet gibi sistemik hastalıklarda lensin saydamlığı ve akomodasyon gücü azalarak refraktif gücü değişikliğe uğrayabilir(46).

#### **2.1.6. Refraktif Kusurlar**

Uzağa bakan bir gözde akomodasyon olmaksızın retina üzerinde net bir görüntü oluşturan noktaya uzak nokta (punktum remotum) adı verilir. Uzak noktadan globa doğru yaklaşıldıkça, akomodasyon mekanizmaları ile gözün refraktif gücü artırılarak odak noktası fovea üzerinde tutulmaya çalışılır. Akomodasyon ile odak noktası foveada oluşturulabilen en yakın nokta ise yakın nokta (punktum proksimum) olarak adlandırılır(47).

Göze paralel olarak gelen ışınların gözün kırıcı ortamlarında kırılıma uğrayarak akomodasyon gerektirmeksizin fovea üzerinde tek bir noktada odaklanması emetropi olarak adlandırılır. Emetropi hiçbir kırma kusuru olmayan gözün refraktif durumunu tarif

eder ve uzak nokta düzlemi sonsuzda yerleşmiştir. Gözün optik sisteminde herhangi bir kusurdan dolayı uzak noktadan göze paralel olarak gelen ışınların foveanın üzerine düşürülememesi sonucu ametropi durumu oluşur(48). Ametropide uzak nokta sonsuzluk ile retina arasında veya retinanın arkasında yer alır. Göze paralel gelen ışınların retina düzlemine olan konumlarına göre ametropi üçe ayrılır; miyopi, hipermetrop ve astigmatizma.



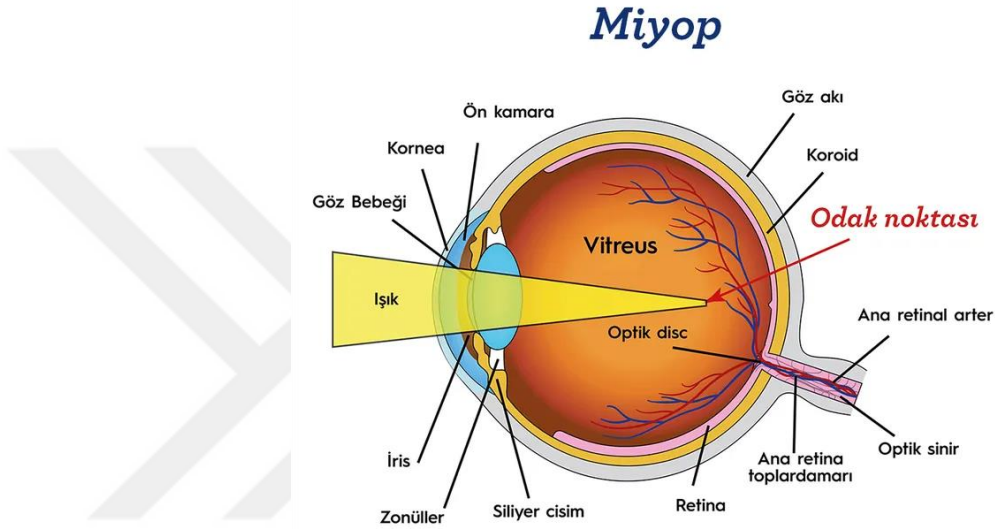
**Resim 5:** Işığın korneadan geçerken uğradığı kırılımların şematik gösterimi

Ametrop bir gözde altta yatan sebep globun ön-arka çapının normalden uzun veya kısa oluşu veya gözün toplam refraktif gücünün normalden farklı oluşudur. Normalden daha uzun aksiyel uzunluk miyopiye sebep olurken, daha kısa aksiyel uzunluk ise genellikle hipermetropi ile sonuçlanmaktadır. Genellikle +4,00 D ve -6,00 D'nin üzerindeki refraktif kusurlarda altta yatan sebep aksiyel uzunluktur.

### 2.1.6.1. Miyopi

Miyopik gözlerde sonsuzdan göze paralel olarak gelen ışınlar retinanın önünde odaklanır. Globun aksiyel uzunluğunun normalden fazla oluşu veya gözün toplam kırma gücünde artış sonucu meydana gelir. Dünyada en sık görülen oküler patolojidir. Genetik ve çevresel faktörlerden etkilenir. Yakın çalışma süresinin ve ekran maruziyetinin artması, uzak bakışın günlük yaşamda kısıtlı kalması miyopi progresyonunda en önemli çevresel faktörlerdir(49).

Aksiyel miyopide globun ön arka-çapı 24 mm'den fazladır. Kornea kurvatüründe diklik artışı, lensin ön-arka çapının artması veya nükleer katarakt gibi durumlarda lensin kırıcılığının artması ise gözün toplam kırma gücününün artmasına sebep olarak miyopi ile sonuçlanır. Miyopi, basit ve dejeneratif miyopi olarak iki grupta sınıflandırılır.



**Resim 6:** Miyopik gözde ışığın retinanın önünde odaklanması

**a) Basit miyopi:**

Genellikle okul çağı döneminde farkedilen, refraktif kusurun -6 D'den düşük olduğu miyopi türüdür. Benign miyopi olarak da adlandırılır. Altta yatan sebep genellikle globun aksiyel uzunluğunun normalden fazla oluşudur. Bununla birlikte aksiyel uzunluk genellikle 26 mm'den fazla değildir. Basit miyopide refraktif kusur genellikle 20-25 yaşlarına kadar artış gösterir ve sonrasında durağanlaşarak sabit kalır(50). Refraktif kusur ve aksiyel uzunlukta artış haricinde genellikle başka oküler patoloji eşlik etmez.

Refraktif kusurun 3 D'nin altında olduğu durumlar hafif tip, 3-6 D arasında olduğu durumlar ise orta tip basit miyopi olarak sınıflandırılır(50). Her iki tipte de görme keskinliği refraktif düzeltme ile genellikle tama çıkar. Hafif tipte retina sıklıkla normal görünümdeyken, orta tip basit miyopide bazen retina epitel tabakası ve koroidin incelməsi

sonucu koroidal damarlarda belirginleşme, optik disk kenarında miyopik kresent oluşumu ve periferik retinal dejenerasyonlar izlenebilir.

#### **b) Dejeneratif Miyopi:**

Refraktif kusurun -6 D'nin üzerinde olduğu, retinada stafilom gibi dejeneratif değişikliklerle karakterize progresif miyopi türüdür. Patolojik miyopi veya malign miyopi olarak da adlandırılır. Globun aksiyel uzunluğu genellikle 26 mm üzerindedir. Refraktif kusurda ve aksiyel uzunluktaki artış sıklıkla 25-30 yaşlarından sonra bile devam eder. Globun ön-arka çapındaki progresif artış sonucu skleranın çökmesiyle arka kutupta stafilom formu veya retina pigment epiteli ve bruch membranında Lacquer çatlakları oluşabilir(51). Optik disk genellikle tilted disk görünümündedir ve etrafındaki bölgede dış retina katmanları izlenmez. Bütün bu anatomik değişiklikler sonucu nihai görme keskinliği sıklıkla azalmıştır.

#### **2.1.6.2. Hipermetropi**

Göze paralel olarak gelen ışınların retinanın arkasında odaklanmasıyla oluşan refraktif kusurdur. Aksiyel uzunluğun normalden kısa olması veya gözün refraktif gücünün normalden az olması sonucu oluşur(47). Nadiren başka oküler patolojiler eşlik edebilir. Gençlerde genellikle akomodasyon mekanizması sayesinde görsel semptomlara sebep olmazken, yaş ilerledikçe net görüş için dışbükey (konveks) mercekler gereklidir(52). Basit ve patolojik hipermetropi olarak iki grupta incelenir.

#### **a) Basit hipermetropi:**

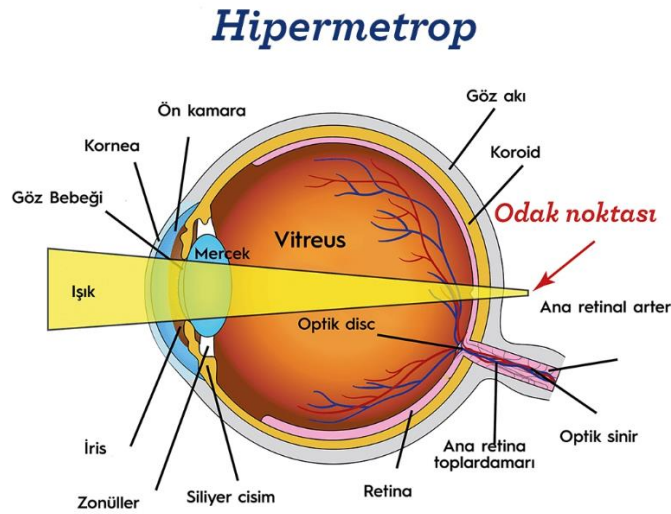
Basit hipermetropiden genellikle glob aksiyel uzunluğunun kısa olması sorumludur. Aksiyel uzunlukta 2 mm'den fazla kısalma, dolayısıyla 6 D'den fazla hipermetropi nadir görülür. Bazen de gözün toplam kırma gücünün azalması sonucu ortaya çıkabilir. Gençlerde genellikle akomodasyonla ortadan kaldırıldığı için asemptomatik seyreder.

Basit hipermetropi akomodasyonun kullanılma miktarına göre iki gruba ayrılır. Siliyer kasın tonusuyla ortadan kaldırılabilen hipermetropiye latent hipermetropi, toplam

hipermetropinin siliyer kasın tonusuyla ortadan kaldırılamayan kısmına ise manifest hipermetropi adı verilir(47). Manifest hipermetropi özellikle ileri yaş hastalarda net görüş için refraktif düzeltme gerektirir. Hipermetropinin tam olarak tespit edilebilmesi için sikloplejinli damla ile muayene gerekir.

### b) Patolojik hipermetropi:

Basit hipermetropiye göre çok daha nadir görülür. Refraktif kusur 6 D'nin üzerindedir ve sıklıkla mikroftalmi, lens dislokasyonu, kornea plana, orbital tümör basıları gibi patolojilere sekonder olarak oluşur. Altta yatan patolojinin tanı ve tedavisi açısından önem arz eder.



**Resim 7:** Hipermetrop bir gözde ışığın retinanın arkasında odaklanması

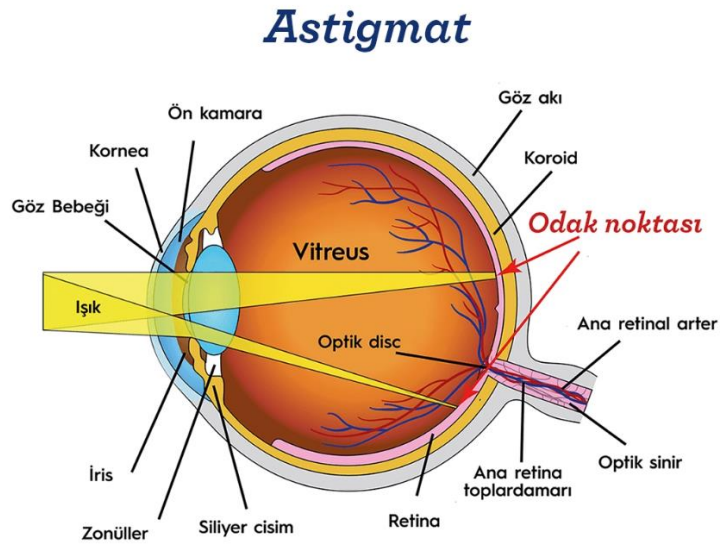
### 2.1.6.3. Astigmatizma

Astigmatizma yunanca kökenli bir kelime olup noktasızlık anlamına gelir. Gözün optik sisteminde, kurvatürlerdeki düzensizlikten dolayı paralel gelen ışık demetlerinin farklı meridyenlerde farklı kırılması sonucu, tek bir noktada fokus oluşturulamaması nedeniyle oluşur. Genellikle korneanın vertikal ve horizontal meridyenlerinin kırıcılıklarının birbirinden farklı olması nedeniyle ortaya çıkar. Ancak daha nadir olarak lens meridyenlerinin kırıcılıklarındaki farklılık veya lensin eğik pozisyonda olması da

lentiküler astigmatizmaya sebep olabilir(47). İkisinin toplamı total astigmatizmayı belirler.

Miyopi veya hipermetropiye eşlik edebileceği gibi tek başına da görülebilir. Genellikle düşük diyoptrilerdeki astigmatizma tolere edilebilir ve bulgu vermez. Daha yüksek diyoptrilerde görme keskinliğinde düşme, özellikle gece ışık yansımaları gibi semptomlar görülebilir. Yüksek diyoptrili astigmatizmanın altında bazı korneal veya lentiküler patolojiler yatabilir. Çocuklarda refraktif düzeltme yapılmadığı takdirde ambliyopi nedeni olabilir(53).

Korneanın ön yüzeyinde vertikal ve horizontal meridyenler genellikle birbirine 90 derece dik açı ile yerleşmiştir ve vertikal meridyenin eğrilik yarıçapı horizontal meridyene göre daha kısadır. Bu nedenle vertikal meridyenin kırıcılığı, horizontal meridyene göre daha fazladır. Bu durum fizyolojik astigmatizma olarak adlandırılır ve genellikle lens veya kornea arka yüzeyi tarafından kompanse edildiği için semptomlara yol açmaz. Meridyenler arasındaki diyoptrik güç farklılığının meridyenlerin her yerinde üniform olup olmamasına göre astigmatizma ikiye ayrılır.



**Resim 8:** Astigmat bir gözde ışığın retina üzerinde birden fazla noktada odaklanması

**a) Düzenli astigmatizma:**

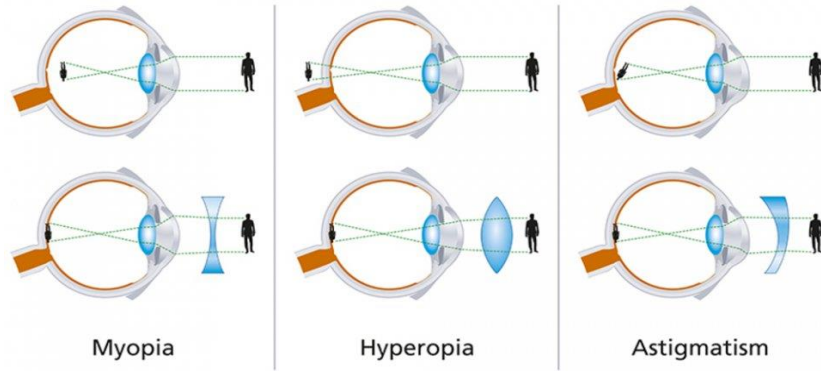
Vertikal ve horizontal meridyenler arasındaki kırıcılık farkının meridyenlerin her yerinde üniform olduğu astigmatizma türüdür. Kırma gücü meridyenlerin her yerinde aynı değerdedir ve diğer meridyenle arasında 90 derecelik açı bulunur. Vertikal meridyenin kırıcılığının horizontal meridyenden fazla olduğu durumlarda kurala uygun astigmatizma, horizontal meridyenin kırıcılığının fazla olduğu durumlarda ise kurala aykırı astigmatizmadan söz edilir. Daha nadir olarak temel meridyenler 70-110° ile 160-20° sınırlarının dışında yerleştiğinde ise buna oblik astigmatizma adı verilir(54).

**b) Düzensiz astigmatizma:**

Meridyenler arasındaki kırıcılık farkı meridyenler boyunca farklılık gösteriyorsa buna düzensiz astigmatizma adı verilir. Ayrıca temel meridyenler arasındaki açının 90 dereceden farklı olması da düzensiz astigmatizmaya yol açar. Genellikle altta yatan korneal bir patoloji eşlik eder.

**2.1.7. Refraktif Kusurların Düzeltilmesi**

Refraktif kusurlar optik veya cerrahi yöntemler ile düzeltilebilir. Refraktif düzeltme hastaların semptomlarına, isteklerine ve risk durumuna göre planlanmalıdır. Düşük diyoptrili refraktif kusurlar düzeltme gerektirmeyebilir. Ancak çocuklarda ambliyopi riski açısından dikkatli olunmalıdır. Refraktif kusurlar 3 farklı biçimde düzeltilebilir; gözlük, kontakt lens veya refraktif cerrahi yöntemler.



**Resim 9:** Refraktif kusurların gözlükle düzeltilmesi

Refraktif kusurların en yaygın, basit ve güvenli düzeltilme yöntemi gözlük kullanımıdır. Kalın kenarlı mercekler ile miyopi, ince kenarlı merceklerle ise hipermetropi semptomlarının düzeltilmesi mümkündür(47). Astigmatizma semptomlarının düzeltilmesinde ise silindirik mercekler kullanılır. Basit bir yöntem olması, ekonomik yönden avantajlı olması ve diğer yöntemlere göre daha güvenli olması nedeniyle refraktif kusurların düzeltilmesinde en sık tercih edilen yöntemdir. Ancak günümüzde birçok insan kozmetik sebepler ve kalıcı bir çözüm arayışı nedeniyle gözlüğe alternatif yöntemler aramaktadır. Ayrıca polis, asker, sporcu gibi travmaya açık meslek gruplarında veya iki gözü arasında anlamlı kırma kusuru bulunan hastalarda gözlüğün günlük hayattaki pratik kullanımı zorlaşmaktadır.

Gözlüğe alternatif olarak ilk önce camı maddelerden geliştirilen kontakt lensler kullanılmıştır. İlk kez 19. yüzyıl sonlarında camdan geliştirilen kontakt lensler, teknolojinin gelişmesiyle birlikte birçok farklı materyelden üretilmiş ve günümüzde daha pratik ve güvenli bir kullanıma kavuşmuştur. Günümüzde kullanılan kontakt lensler kornea ön yüzeyinde, gözyaşı film tabakasının üzerine yerleşerek daha geniş bir görme alanı sağlamaktadır. Ayrıca kornea yüzeyinin bozulduğu veya dikleştiği hastalarda daha net bir görüntü oluşturmaktadır. Gözlüğün oluşturduğu kozmetik problemleri ve kontakt sporlardaki dezavantajı ortadan kaldırır. Bu yönleriyle birçok insan tarafından gözlüğe alternatif olarak tercih edilmektedir. Ancak temiz kullanılmadığında ortaya çıkan enfeksiyon riski, kullanılan materyallere bağlı allerjik reaksiyonlar ve uzun süreli kullanımda oluşabilen kuru göz dezavantajlarıdır. Yine gözlük kullanımıyla benzer olarak refraktif kusurlara kalıcı bir çözüm sağlamamaktadır.

Refraktif cerrahi yöntemler, gözlük ve kontakt lenslerin kullanım dezavantajlarını ortadan kaldırmak ve refraktif kusurlara kalıcı bir çözüm yöntemi geliştirmek amacıyla ilk kez 20. yüzyılın ortalarında uygulanmaya başlanmıştır(47). Özellikle son yıllarda refraktif cerrahi yöntemlerdeki gelişmelerle birlikte uygulamanın kolaylaşması, güvenilirliğin artması ve yüz güldürücü sonuçlar alınması, refraktif kusurların düzeltilmesinde cerrahi yöntemlerin tercih edilme sıklığını artırmıştır.

## **2.2. Refraktif Cerrahi Yöntemler**

Refraktif kusurların düzeltilmesinde birçok farklı cerrahi yöntem tanımlanmıştır. Bu cerrahi yöntemler lense veya korneanın farklı kısımlarına uygulanabilmektedir.

### **2.2.1. İnsizyonel Korneal Cerrahiler**

İnsizyonel korneal cerrahiler refraktif kusurların düzeltilmesinde ilk tanımlanan yöntemlerdir. Kornea üzerinde yapılan radyal, tanjansiyel ve oblik kesilerle kornea santralinin düzleştirilmesi prensibine dayanır. Bu şekilde kornea merkezi düzleştirilerek kırma gücünün azaltılması amaçlanır. Kesi alanlarında skar oluşması, hedeflenen refraktif değerde sapmalar görülmesi en önemli dezavantajlarıdır. Günümüzde yeni tekniklerin geliştirilmesiyle birlikte kullanımı oldukça azalmıştır.

### **2.2.2. Yüzey Ablasyon Yöntemleri**

Yüzey ablasyon yöntemleri 1980'li yıllarda excimer lazerin oftalmolojide kullanımıyla birlikte hayatımıza girmiştir. Epitelin uzaklaştırılması ve ön stroma ve bowman tabakasının 193 nm excimer lazer ile yeniden şekillendirilmesi esasına dayanmaktadır. Ablasyon işlemiyle kornea kırıcılığı değiştirilerek refraktif kusurun düzeltilmesi amaçlanmaktadır. Epitelin uzaklaştırılma methoduna göre farklı yüzey ablasyon yöntemleri tanımlanmıştır.

Fotorefraktif keratektomi (PRK) yüzey ablasyon yöntemleri arasında ilk tarif edilen yöntemdir. Önceleri epitelin kaldırılması için künt uçlu bir spatül, rotatuar bir fırça veya alkol tercih edilirken, teknolojideki gelişmelerle birlikte hem epitelin uzaklaştırılması hem de refraktif komponentin düzeltilmesi için excimer lazer kullanılmaya başlanmıştır(55, 56). İşlem sonrası oluşan epitel defekti nedeniyle korneal haze gelişimi, enfeksiyon riski, epitelyal hiperplazi ve postoperatif ciddi ağrı en önemli dezavantajlarıdır(57). Bu nedenle özellikle yüksek diyoptrili refraktif kusurlarda yetersiz kalmaktadır. PRK'nın epitel defektine bağlı oluşan komplikasyonlarını en aza indirmek ve semptomları azaltmak için Laser Epithelial Keratomileusis(LASEK) ve Epipolis laser keratomileusis(EPI-LASİK) gibi postoperatif dönemde kornea epitelini korumayı amaçlayan yöntemler geliştirilmiştir(58).

LASEK yöntemi 1996 yılında Camellin tarafından tarif edilmiştir. Bu yöntemde 8 mm'lik bir rezervuar içerisinde keratositlere toksik olmayan %20'lik alkol yardımıyla (20-30 sn) epitel kaldırılır ve excimer lazer ile ablasyon sonrası spatül yardımıyla yeniden kapatılır. Epitel bazal membranın lamina lucida ve lamina densa tabakaları arasından ayrılır. Epitelin bir bariyer görevi görerek postop ağrıyı azaltması, ayrıca regresyon ve subepitelyal haze gelişimine neden olan doku iyileşme cevabını azaltması öngörülmüştür(58). EPI-LASİK yöntemi ise 2003 yılında Pallikaris tarafından tanımlanmıştır. EPI-LASİK'te epitel epitom adı verilen kör oscillating bıçak ile kaldırılır, ablasyon sonrası tekrar yerine kapatılır. Ayrışma bowman membranının hemen altından gerçekleşir. Postoperatif dönemde epitelin canlılığını devam ettirip doğal bir kontakt lens gibi kullanılarak ağrı ve haze gelişimini azaltacağı düşünülmüştür(59).

### **2.2.3. Laser in situ keratomileusis (LASIK)**

Yüzey ablasyon cerrahileri ile düşük ve orta diyoptrili miyopi düzeltmesinde başarılı sonuçlar alınmasına rağmen, yüksek diyoptrilerin ve hipermetropinin düzeltilmesinde yetersiz kalması ve haze gibi komplikasyonlar gelişmesi nedeniyle korneal refraktif cerrahilerde yeni teknik arayışlarına gidilmiştir. Pallikaris 20. yüzyıl sonlarında bir keratom yardımı ile kornea yüzeyinden lameller korneal flep kaldırma ve kalan stromal yatağa excimer lazer ile ablasyon uygulama esasına dayanan LASİK yöntemini tanımlamıştır(60). Daha sonraları keratom yerine femtosaniye lazer teknolojisinin kullanıldığı modifiye yöntemler geliştirilmiştir.

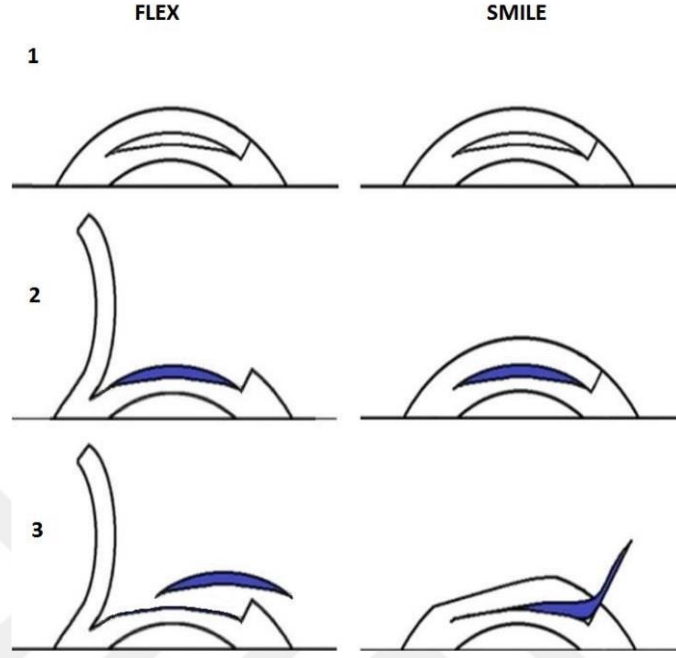
Mekanik LASİK yönteminde istenen çapta ve derinlikte korneal flep kaldırmak için mikrokeratom aleti kullanılır. Mikrokeratom korneal flep kaldırmak için korneaya vakum kuvveti uygular. Kaldırılan flep kornea periferinde daha kalınken santralde incedir. Sonuç görme keskinliği benzer olmasına rağmen, mikrokeratom kullanılan LASİK tekniğinde femtosaniye lazere göre hassasiyet daha düşüktür ve bu durum kontrast duyarlılığını etkileyebilir. Bir diğer fark ise mikrokeratomla, femtosaniye lazerin aksine opak kornealarda da flep kaldırılabilmesidir.

Femto LASIK yönteminde flep kaldırmak için femtosaniye lazer teknolojisi kullanılır. Femtosaniye lazer korneaya kolay penetre olan 1053 nm dalga boyunda, atım enerjisi düşük, 600-800 femtosaniye aralığında kısa atımlar oluşturur. Atım aralığı kısa olduğu için komşu dokularda hasar oluşturmaz. Kullanılan kızılötesi ışınlar, bu ışınlara geçirgen kornea tarafından emilmediği için korneada istenilen derinlikte lameller ayrışma sağlar. Mikrokeratoma alternatif olarak geliştirilen femtosaniye lazer yöntemi günümüzde, refraktif cerrahide lentikül ekstraksiyonunda, intrastromal halka tedavilerinde, keratoplasti ve katarakt cerrahilerinde de kullanılmaktadır.

#### **2.2.4. Refraktif Lentikül Ekstraksiyonu**

Refraktif Lentikül Ekstraksiyonu (ReLEEx) refraktif cerrahide miyop ve miyopik astigmatizmanın düzeltilmesinde, yüzey ablyasyon yöntemleri ve LASIK'e güncel bir alternatif olarak geliştirilmiştir. ReLEEx tekniğinde LASIK'te olduğu gibi femtosaniye lazer teknolojisi kullanılmaktadır. Femtosaniye lazer doku üzerine düşük enerjili atımlar yapmasına rağmen yüksek güç oluşturabilmektedir. Enerji için fotodistrupsiyon etkisi oluşturan diod lazer pompa sistemini kullanır. Uygulanan dokuda atomik iyonizasyon ile moleküler parçalanma oluşturur ve hedef doku yüksek derecede iyonize olmuş plazma haline gelir. İşlem sonucu karbondioksit, su ve azottan oluşan gaz kabarcığı ortaya açığa çıkar. Aralıklı lazer atışlarıyla gaz kabarcığı kornea boyunca genişleyerek dokunun lameller olarak ayrışmasını sağlar. Lazer atım süresi ve uygulanan enerji miktarında değişiklikler yapılarak diseksiyon alanı genişletilebilir.

ReLEEx yöntemi iki farklı şekilde yapılabilmektedir. Femtosaniye Lentikül Ekstraksiyonu (FLEX) 2008 yılında ilk tanımlanan lentikül çıkartılması tekniğidir(8). Femtosaniye lazer ile korneal flep kaldırılmasını takiben lentikül çıkartılması ve ardından flepin kapatılması şeklinde gerçekleştirilir. Daha sonra yaklaşık 2-3 mm boyutundaki bir yan kesiden flep kaldırılmadan lentikül çıkartılması şeklinde gerçekleştirilen Küçük Kesiden Lentikül Çıkartılması (KKLÇ), diğer bilinen ismiyle Small Incision Lenticule Extraction (SMILE) tekniği tanımlanmıştır(61). Her iki teknik de 2012 yılında ticari olarak piyasaya sürülerek ulaşılabilir hale gelmiştir ve aynı yıl içerisinde Sağlık Bilimleri Üniversitesi Beyoğlu Göz Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde uygulanmaya başlanmıştır.



**Resim 10:** KKLÇ (SMILE) ve FLEX uygulamalarında lentikül çıkartılması işlemi

### 2.2.5. Küçük Kesiden Lentikül Çıkartılması (KKLÇ)

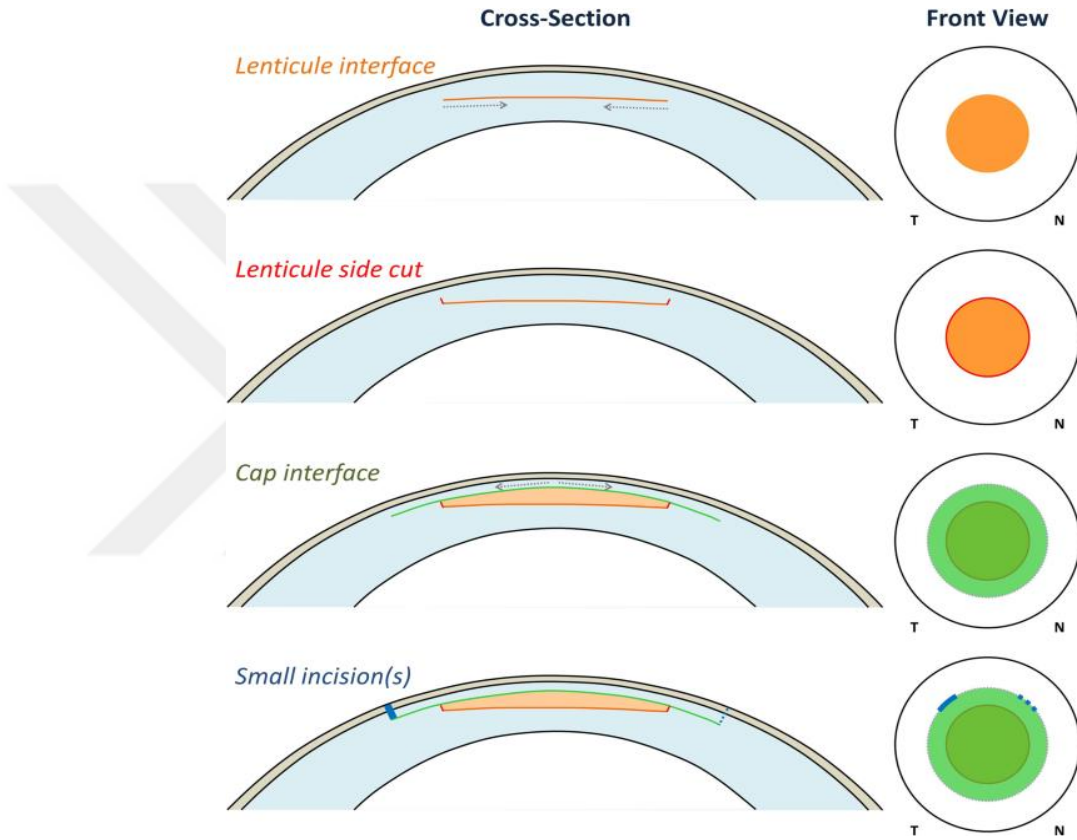
Küçük kesiden lentikül çıkartılması (KKLÇ), diğer bilinen ismiyle SMILE yöntemi, femtosaniye lazer teknolojisinin yaygınlaşması ve deneyim kazanılmasıyla, miyop ve miyopik astigmatizmanın düzeltilmesinde LASIK yöntemine alternatif olarak hayatımıza girmiştir. Önceleri FLEX olarak başlayan lentikül çıkartılması prosedürleri, KKLÇ yönteminin flep kaldırılmasına gerek duyulmadan, yaklaşık 2-3 mm'lik kesiden başarılı bir şekilde lentikül çıkartılmasına olanak sağlaması nedeniyle, günlük kullanımda yerini daha sık olarak KKLÇ yöntemine bırakmıştır. Yapılan prospektif çalışmalarda kısa ve orta dönem sonuçlarının başarılı ve etkin olmasının bildirilmesiyle klinik kullanımı giderek yaygınlaşmıştır(62, 63).

KKLÇ tekniği günümüzde Visumax femtosaniye lazer platformu (Carl Zeiss Meditec AG, Jena, Almanya) ve Shwind Atos femtosaniye lazer platformu (Schwind eye-tech-solutions GmbH, Kleinostheim, Almanya) ile gerçekleştirilebilmektedir. Visumax femtosaniye lazer platformunda kornea yüzeyine uyumlu bir ara yüz kullanılır. Hasta ara yüzünde limbus hizasında bulunan deliklerden vakum uygulanarak göz sabitlenir. Bu

sayede korneal flep kesisi ve lentikül çıkartmak için yapılan kesiler kornea düzleştirilmeden gerçekleştirilebilir. Ayrıca bu sistemle korneaya vakum uygulanan diğer yöntemlere göre daha az göz içi basınç artışı sağlanır. Başlık çapı 7,9 mm'nin altındaki vakalarda "S" tipi, üzerindeki vakalarda ise "M" tipi hasta ara yüzü tercih edilmelidir. Kesiye başlamadan önce mutlaka kornea yüzeyi kontrol edilmelidir ve kesi kalitesini olumsuz etkileyeceğinden dolayı kornea yüzeyinin kuru olmadığından emin olunmalıdır. Blefarostayı erken yerleştirmek korneanın kurumasına sebep olabileceğinden, blefarosta cihaz ayarlamaları tamamlanıp işleme başlanmadan hemen önce yerleştirilmelidir. Daha sonra cihazın yanında yer alan kumanda kolu yardımıyla göz merkeze getirilir ve hastadan ara yüzeyin ortasında yanıp sönen yeşil fiksasyon ışığına bakması istenir. Ardından kumanda kolu saat yönünde çevirilerek hasta yatağı yükseltilir, işlem yapılacak göz ara yüzeye yaklaştırılır. Kornea ara yüze temas edince gözyaşı menisküsü oluşur. Santralizasyondan ve ara yüzeyin pürüzsüzlüğünden emin olununca, kumanda kolu üzerinde yer alan düğmeye basılarak vakum aktive edilir ve ara yüz kenarlarında yer alan delikten vakum uygulanarak göz sabitlenir. Son aşamada ayak bedalına basılarak cihazın kesileri yapması sağlanır. Kesi sırasında femtosaniye lazerin fotodistrüpsiyon etkisiyle oluşan kavitasyon baloncukları geçici bir korneal opasiteye neden olur. Bu durum mevcut kesinin altında yeni bir kesi yapılmasını ve yan kesinin oluşturulmasını engeller. Bu nedenle kesiler arkadan öne ve periferden santrale doğru gerçekleştirilir.

KKLÇ işeminde kesiler yaklaşık 25-40 saniye süren 4 aşamadan oluşur. İlk aşamada lentikülün arka yüzeyini, geride kalan stromal yataktan ayıran taban kesisi dışarıdan içe doğru yapılır. Bu aşamada yapılan kesi aynı zamanda stromal yatağın yüzey eğimini de oluşturduğu için yeni refraktif durumun belirlenmesinde önemli paya sahiptir. Bu nedenle bu keside herhangi bir problem oluşması durumunda hedef refraktif değerde sapmalar olabileceğinden, KKLÇ prosedürü bırakılıp flep oluşturularak cerrahiye LASIK olarak devam edilmesi gerekebilir. İlk aşama sorunsuz olarak tamamlandıktan sonra ikinci aşamada 360 derecelik lentikül kenar kesisi yapılır. Lentikül kenarının yırtılmaması için kenar kalınlığının en az 15 mikron olması önerilir. Daha sonra kep(cap) kesisi olarak da adlandırılan lentikül tavan kesisi yapılır ve lentikül oluşumu tamamlanır. Son aşamada ise

tavan kesisinin kenarı üzerinde kornea yüzeyinden lentiküle ulaşılmasını sağlayan, yaklaşık 3 mm'lik yan kesi yapılır ve vakum otomatik olarak kesilir. Yan kesi genellikle superior veya superiotemporal yerleşimlidir.



**Resim 11:** KKLÇ kesi aşamaları şematik çizimi

Kesi işlemleri tamamlandıktan sonra yine cihaz kolu yardımıyla hasta cihaz mikroskopun altına çekilir. Mikroskop altında yan kesiden bir disektör ile girilerek önce lentikülün ön yüzeyi, daha sonra lentikülün arka yüzeyi horizontal düzlemdeki hareketlerle komşu dokulardan ayrıştırılır. Bu aşamada önce ön yüzeyin ayrıştırılması manipülasyonlar için korneal desteği kaybetmemek adına önemlidir(61). Daha sonra yine yan kesiden bir mikroforsepsle girilerek lentikül çıkartılır. Korneada lentikül bakiyesinin kalması refraktif sapmalara ve postoperative dönemde çeşitli komplikasyonlara neden

olabileceğinden, ara yüzeyin temiz ve pürüzsüz olduğundan emin olunmalı, gerekirse ara yüzey yıkanmalıdır(64).

Cerrahi planlanmasında refraktif düzeltme değeri, kep kalınlığı, kep çapı, yan kesi açısı, lentikül çapı (optik zon), minimum lentikül kalınlığı gibi değerler önceden cerrah tarafından belirlenerek cihaza kaydedilir. İşlem herhangi bir nedenle yarıda kesilirse, cihaz ekranında hangi aşamanın yarım kaldığı ve ne kadarının tamamlandığı gösterilir. Bu aşamada işleme devam etme kararı cerraha aittir. Eğer cerrah işleme devam etme kararı alırsa, santralizasyon ve vakum tekrar oluşturulur ve yarım kalan aşamanın en başından başlanarak kesiler tekrarlanır. Bu aşamada santralizasyonun ilkiyle aynı olmasına ve tekrarlanan kenar kesisinin ilk aşamada oluşturulan kenar kesisinin içinde kalmasını sağlamak için lentikül çapının küçültülmesine dikkat edilmelidir. Ayrıca lentikül kenar kesilerinin derinliğinin de gaz baloncuklarının oluşturduğu kalınlaşma nedeniyle artırılması gerekmektedir. Üçüncü aşama olan kep kesisi işlemi yarıda kalmışsa, ilk aşamada oluşturulmuş lentikül kesisinden büyük olmasını sağlamak amacıyla kep kesisinin çapı artırılmalıdır. İşlem lentikül arka yüzeyinin ayrıştırıldığı ilk aşamada yarım kalmış ve kesinin %10'dan fazlası tamamlanmışsa, KKLÇ prosedürüne devam edilmemesi, femto-LASIK prosedürüne geçilmesi önerilmektedir.

KKLÇ sonrası kalan veya nüks eden refraktif kusurun düzeltilmesinde yüzey ablasyon yöntemleri veya LASIK uygulanabilir. Her ne kadar KKLÇ sonrası refraktif kusurun düzeltilmesinde KKLÇ uygulanması teorik olarak mümkün olsa da bildiğimiz kadarıyla klinikte henüz uygulanan vaka bulunmamaktadır.

#### **2.2.6. Küçük Kesiden Lentikül Çıkarılması (KKLÇ) Komplikasyonları**

KKLÇ cerrahisi deneyim gerektirdiği için nispeten diğer korneal refraktif cerrahilere göre daha uzun bir öğrenme eğrisine sahiptir. Ancak sık uygulanan bir cerrahi teknik olmasına rağmen literatürde bildirilen komplikasyon sıklığı çok fazla değildir. Bu durum KKLÇ cerrahisinin klinik kullanımının güvenilirliğini ve öngörülebilirliğini artırmaktadır. Komplikasyon varlığında erken tanı ve tedavi nihai görsel sonuç açısından

son derece önemlidir. KKLÇ cerrahisinin komplikasyonları, intraoperatif ve postoperatif komplikasyonlar olarak sınıflandırılabilir(65).

### **2.6.1.1. İnteroperatif Komplikasyonlar**

#### **a) Vakum kaybı**

KKLÇ cerrahileri sırasında en çok karşılaşılan intraoperatif komplikasyon vakum kaybıdır. Visumax platformunun göze daha az vakum uygulaması her ne kadar daha az göz içi basınç artışına neden olsa da cerrahi sırasında vakum kaybı sıklığını artırmaktadır. Dar palpebral aralık, kornea çapının küçük olması, geniş lentikül çapı gibi faktörler, bildirilen diğer risk faktörleridir(66). Arka lamel kesisinin tamamlanması %10'u geçmedikçe cerrahiye devam etmek mümkündür(67).

#### **b) Opak baloncuk katmanı**

Femtosaniye lazer kesisi sırasında oluşan kavitasyon boluncuğunun düzensiz yayılması sonucu görülür. Sık görülen komplikasyonlardan biridir. En önemli risk faktörleri olarak korneanın kalın, lentikülün ince olması bildirilmiştir(68).

#### **c) Siyah Spot**

Ara yüzey ile kornea arasına sekresyon veya herhangi bir şey girmesinden dolayı oluşan vakum kaybı sonucunda, lazer etkisinin kesilmesiyle meydana gelir. Bu alanlarda iyi kesi yapılamadığından diseksiyon zor olur.

#### **d) İnsizyonel kanama/Ara yüzeye hemoraji**

Hemoraji genellikle limbal damarlardan olur. Limbal vaskülarizasyon, vakum basıncında değişiklikler en önemli risk faktörleridir. Ara yüzeyde hemoraji varlığında kesiye başlanmadan ara yüzeyin temizlenmesi, kanamanın durdurulması gerekir.

**e) Epitel abrazyonu**

Genellikle lentikül diseksiyonu veya ekstraksiyonu sırasında, aşırı veya düzensiz manipülasyonlar nedeniyle oluşur. Görme kaybına neden olmaz. Suni göz yaşı damlalarıyla tedavi edilmelidir.

**f) Lentükül Yırılması/Ara Yüzeyde Lentükül Kalıntısı**

İnce lentikül, düzensiz kesi, siyah spot, kontrolsüz lentikül diseksiyonu gibi risk faktörleri vardır. Ara yüzeyde lentikül kalıntısı düzensiz astigmatizmaya ve postop komplikasyonlara neden olabileceğinden, şüphe varsa mutlaka ara yüzey yıkanmalı ve kalan parçalar çıkarılmalıdır.

**g) Kep perforasyonu/Kesi Yırığı**

Zorlu ön lamel diseksiyonu kepe perforasyonu ve kesi yırtığıyla sonuçlanabilir. Böyle bir durumda bandaj kontakt lenslerle hasta postoperatif dönemde yakın takip edilmelidir(69).

**2.6.1.2. Postoperatif Komplikasyonlar**

**a) Kuru Göz**

KKLÇ cerrahileri sonrasında en sık görülen durumlardan biridir. Yapılan kesiler sonrası korneal sinirlerin hasar görmesi en önemli sebebidir. Genellikle hızlı düzelme olur ve 6. aydan sonra ameliyat öncesi duruma dönülür(70). Yapılan çalışmalarda KKLÇ sonrası kuru göz sıklığı her ne kadar LASİK ile benzer bulunmuşsa da genellikle semptomlar daha hafiftir ve daha hızlı düzelmektedir(71). Tedavisinde prezervansız suni göz yaşı damlaları kullanılır.

**b) Enfeksiyöz Keratit**

Haze oluşumuna neden olarak görme kaybına sebep olabilir. Ameliyat öncesi konjonktivit veya blefarit varlığı görülme sıklığını artırır. Antibiyotikli damlalarla tedavi edilmeli ve yakın takip edilmelidir(72).

### c) Diffüz Lameller Keratit

Ara yüzeye steril inflamatuvar hücrelerin göçüyle ilişkilidir. Ara yüzeyde yabancı cisim veya epitel parçacıklarına bağlı olarak oluşabilir. Korneada erimeye, haze oluşumuna, refraktif sapmalara ve bunlara bağlı görme kayıplarına neden olabilir. Kliniğin ciddiyetine göre orta veya düşük doz steroidli damlalarla tedavi edilmelidir. Ağır olgularda yüksek doz steroidli damlalar veya oral steroid tedavisi gerekebilir(73).

### d) Epitel İçe Yürümesi

Epitel kümeleri ara yüzeye kenar kesi alanlarından yürür. KKLÇ tekniğinde sadece 2-3 mm'lik bir yüzey kenar kesisi bulunduğundan LASIK'e göre daha nadir görüldüğü düşünülmektedir. Zorlu lentikül çıkarılması veya diseksiyonu riski artırır. Görmeyi tehdit eden olgularda ara yüzey yıkanması gerekebilir.

### e) Korneal Ektazi

Flepli cerrahilerde en çok korkulan komplikasyonlardan biridir. KKLÇ'de flep kaldırılmadığı için LASIK'e göre daha az görülür(64). Ancak literatürde bildirilen olgular mevcuttur(74, 75). Preoperatif değerlendirmede riskli topografiye sahip hastalarda dikkatli olunması gerekir.

## 2.2.7. Refraktif Lazer Cerrahisi Öncesi Değerlendirme ve Hasta Seçimi

Refraktif lazer cerrahisi isteyen her hastaya mutlaka detaylı bir preoperatif değerlendirme yapılmalıdır. Her hastadan göz hastalıkları ve sistemik hastalıkları kapsayan detaylı bir anamnez alınmalı ve kapsamlı bir göz muayenesi yapılmalıdır. Ayrıca hastanın cerrahiyle ilgili beklentileri değerlendirilmeli ve hastaya cerrahi ve postoperatif süreçle ilgili detaylı bir bilgilendirme yapılmalıdır.

### a) Tıbbi öykü

Tıbbi öyküde; hastanın oküler ve sistemik tüm hastalıkları sorgulanmalı, varsa kullandığı oküler ve sistemik ilaçlar öğrenilmelidir. Kontrolsüz diyabet, otoimmün hastalıklar ve bağ dokusu hastalıkları vücudun yara iyileşme yanıtını bozarak iyileşme

sürecini uzatabilmekte veya haze gelişimine zemin oluşturabilmektedir. Ayrıca hastada vücudun herhangi bir lokalizasyonunda keloid varlığı da düzensiz doku iyileşme yanıtına işaret etmektedir. Yine son 6 ay içerisinde kullanılan izotretinoin, sumatriptan, amiodaron, kortikosteroid ve bazı kemoterapötik ilaçlar da kötü yara iyileşme yanıtına sebep olabilmekte ve enfeksiyon gelişimine zemin hazırlayabilmektedir.

Oküler anamnezde hastanın akut veya kronik oküler problemleri sorgulanmalı, varsa geçirdiği oküler cerrahiler öğrenilmelidir. Ayrıca hastanın birinci derece yakınlarında genetik geçişi olabilen ve hasta için ileriye yönelik risk oluşturabilen oküler hastalıklar da öğrenilmelidir. Hastanın halihazırda kullandığı gözlüğü ölçülmeli, son bir yıl içerisinde 0,5 D'den fazla numara değişimi varsa cerrahi kararı değerlendirilmeli ve hastaya nüks risk anlatılmalıdır. Kontakt lensler korneanın yüzeyini etkileyebileceğinden sert lensler 3 hafta, yumuşak lensler ise 2 hafta öncesinden bırakılmalıdır. Özellikle 40 yaş ve üzeri miyop hastalara, presbiyopiye bağlı postoperatif dönemde yakın görüşün bozulabileceği ve yakın görme için gözlük kullanılması gerekebileceği konusunda bilgi verilmelidir. Bazı uygun hastalarda monovizyon uygulaması (dominant gözün uzak görüş, non-dominant gözün yakın görüş için ayarlanması) değerlendirilmelidir.

#### **b) Düzeltilmemiş Görme Keskinliği ile Manifest ve Sikloplejik Refraksiyon**

Cerrahi öncesinde mutlaka her hastaya detaylı bir görme keskinliği muayenesi yapılmalıdır. Hastanın önce düzeltilmemiş yakın ve uzak görme keskinlikleri belirlenir. Daha sonra en iyi gördüğü refraktif değerler ölçülür. Buradaki önemli husus, özellikle miyopik hastalarda en iyi gördüğü minimum değerlerin belirlenmesidir. Hastanın görme keskinlikleri ve manifest refraktif değerler belirlendikten sonra hastaya siklopentolat %1 veya tropikamid %1 damla yardımı ile sikloplejik refraksiyon ölçümü yapılır. Sikloplejik refraktif değerlerle manifest refraktif değerler arasında 0,75 D'den fazla fark varsa manifest refraksiyon muayenesinin tekrarlanması gerekir. Bu durum miyoplarda genellikle fazla düzeltme nedeniyle olurken, hipermetroplarda latent hipermetropi nedeniyle oluşmaktadır. Eğer aradaki fark belirgin ve hasta sikloplejik refraktif değerler ile çok net göremiyorsa hastaya bir süre sikloplejik refraktif değerlere yakın bir gözlük kullanandırılmalıdır.

### **c) Pupilla Muayenesi**

Preoperatif muayenede hastanın manifest refraktif değerleri belirlendikten sonra dilatasyona geçilmeden pupilla muayenesi yapılması ve pupilla çapının fotopik, mezopik ve skotopik ortamlarda ölçülmesi gerekir. Özellikle pupilla çapı geniş olan hastalarda, cerrahi sonrası tedavi edilmemiş kornea kısmından giren ışığın pupilladan geçerek retinaya ulaşması, hastada halo, glare, ışık saçılması gibi semptomlara neden olabilir. Bu tür durumlarda hasta mutlaka bilgilendirilmeli ve cerrahi kararı hasta ile birlikte değerlendirilmelidir.

### **d) Oküler Motilite ve Oküler Anatomi**

Cerrahi ncesi hastaya oküler motilite muayenesi yapılarak, hastada gözlük kullanımı ile baskılanan asemptomatik forya veya tropyta varlığı araştırılmalıdır. Cerrahi sonrası hastanın refraktif değerlerinde değişiklikler meydana geleceğinden asemptomatik forya veya tropyalar semptomatik hale gelebilmektedir. Kontakt lenslerle cerrahi öncesi prova yapmak mümkündür. Hastada semptomatik şaşılık oluşması halinde refraktif lazer cerrahisi öncesinde şaşılık tedavisi uygulanması gerekmektedir. Ayrıca hastanın oküler anatomisi de cerrahi öncesinde değerlendirilmeli, kapak aralığı dar veya çukur gözü olan hastalarda vakum oluşturulmasında problem yaşamamak için iyi bir cerrahi planlama yapılmalıdır.

### **e) Biyomikroskopik Muayene**

Refraktif lazer cerrahisi yapılacak hastalarda, orbita yapısı ve kapaklardan başlanarak, dıştan içe doğru detaylı bir biyomikroskopik muayene yapılmalıdır. Göz kapağı muayenesinde; kapak aralıkları, lagofthalmus, kapak malpozisyonları gibi korneanın cerrahi sonrasında açıkta kalmasına neden olabilecek durumlar, blefarit veya meibomit gibi postoperatif enfeksiyon riskini artıracak durumlar değerlendirilmelidir. Konjoktival düzensizlikler, skar gibi vakum problemlerine yol açabilecek durumlar göz önünde bulundurulmalıdır. Korneanın biyomikroskopik muayenesinde; gözyaşı kırılma zamanı, kuru göz, punktat epitelyal erezyonlar, korneal skar, korneal distrofi, limbal vaskülarizasyon, korneal dikleşme veya incelme gibi bulgular incelenmelidir. Azalmış

gözyaşı kırılma zamanı veya punktat epitelyal lezyonlar cerrahi sonrası görme keskinliğinde azalma, batma, kaşıntı gibi semptomlara sebep olup iyileşme sürecini uzatabileceğinden cerrahi öncesinde mutlaka tedavi edilmelidir. Özellikle santralde yerleşen korneal skar, korneal distrofi, santrale uzanan limbal vaskülarizasyon, korneal incelme veya dikleşme varlığında cerrahi kararı gözden geçirilmelidir. Daha sonrasında iris, ön kamara ve lens muayeneleri yapıp cerrahi sırasında veya sonrasında risk oluşturabilecek durumlar gözden geçirilmelidir. Hastada katarakt gelişimi mevcutsa hasta lens cerrahisi açısından değerlendirilmelidir.

#### **f) Göz İçi Basıncı**

Refraktif korneal cerrahi geçiren hastalarda, kornea cerrahi sonrası incelendiği için özellikle glokom takibinde kullanılan Goldmann aplanasyon tonometrisi ölçümlerinde yanlış düşük ölçümler alınabilmektedir. Bunun yanında cerrahide uygulanan vakum esnasında, göz içi basıncında ciddi artışlar olmakta ve optik sinir hasarı meydana gelebilmektedir. Yine cerrahi sonrasında kullanılan topikal steroidler de özellikle uzun süreli kullanımda göz içi basıncını artırabilmektedir. Bu nedenle preoperatif değerlendirmede özellikle ileri glokom varlığında cerrahi kararı gözden geçirilmelidir.

#### **g) Fundus Muayenesi**

Fundus muayenesinde sırasıyla optik disk, makula ve perifer retina dikkatlice değerlendirilmelidir. Refraktif cerrahi planlanan hastaların önemli bir kısmı yüksek miyop hastalar olduğu için özellikle cerrahi sırasında uygulanan vakumla retina dekolmanı riski artmaktadır. Daha çok perifer retinada yerleşen retinal yırtık, delik veya degenerasyonlar bu riski anlamlı derecede artırmaktadır. Bu nedenle preoperatif muayenede saptanan ve dekolman riskini artıran lezyonlara argon lazer uygulanmalı ve cerrahi uygun bir zamana ertelenmelidir.

#### **h) Kontrast Duyarlılığı**

Kontrast duyarlılığı, görme keskinliğinden sonra görme kalitesini etkileyen en önemli etkenlerden biridir. Azalmış kontrast duyarlılığı, iyi bir görme keskinliğine rağmen görme kalitesini önemli ölçüde azaltabilir. Refraktif cerrahi öncesinde hastalara

kontrast duyarlılık testi yapılmalı, korneal refraktif cerrahilerin kontrast duyarlılığını ekileyebileceği unutulmamalıdır.

### **i) Kornea Topografisi**

Kornea topografisi korneal refraktif cerrahilerde preoperatif değerlendirme ve postoperatif takip sürecinde çok önemlidir. Korneanın geometrik özelliklerinin, kornea yarıçapı ve kırıcılığının değerlendirilmesine ve işlem sonrası değişikliklerin takip edilmesine olanak sağlar. Günümüzde korneal topografi ölçümleri için kullanılan üç farklı sistem vardır. Placido temelli sistem (EyeSys, Tomey TMS 1 ve 2, TechnoMed) kornea topografisinin ölçümünde kullanılan ilk nesil topografi sistemidir. Placido disk sistemlerinde kornea yüzeyine halkasal olarak gönderilen konsentrik ışığın yansıma açısına göre kornea yüzeyindeki farklı noktaların eğrilik yarıçapı ve kırıcılığı ölçülür. Orbscan® type (Bausch and Lomb, USA) gibi ikinci nesil korneal topografi sistemleri ise placido disklerle kombine yarı lamba kullanarak korneal elevasyonları değerlendirir. Ayrıca kornea arka yüzeyi hakkında da bilgi verir. Üçüncü nesil topografi cihazları ise placido disk ve yarı kamera sistemlerine ek olarak Scheimpflug görüntü sistemi kullanır (Sirius, Pentacam, Galilei). Scheimpflug dönen kameralar korneanın ön ve arka yüzeyinden direkt ölçümler yaparken, placido disk ve yarı lamba sistemleri sayesinde de kornea ön yüzeyinden daha detaylı bilgiler elde edilir.

Refraktif cerrahiler öncesinde her hasta mutlaka korneal topografi ile değerlendirilmelidir. Cerrahi planlanan korneada klinik veya subklinik keratokonus olup olmadığı tespit edilmelidir. Subklinik bile olsa keratokonus şüphesi olan hastalarda cerrahiden vazgeçilmeli veya cerrahi belirli bir süre sonra ölçümleri tekrarlanmak üzere ertelenmelidir. Kontakt lens kullanımı kornea yüzeyini etkileyerek topografilerde keratokonus benzeri düzensizliklere neden olabilmektedir. Bu nedenle kontakt lens kullanıcılarında preoperatif topografi ölçümleri kontakt lens çıkarıldıktan en az iki hafta sonrasına planlanmalıdır. Korneal topografiler postoperatif takip sürecinde de çok önemli bir yere sahiptir. İşlem sonrası gelişebilecek korneal ektazilerin saptanmasında, desantralize tedavilerin tespitinde ve gerekirse tedavi planlamasında, regresyonun gösterilmesinde en önemli tanı yöntemidir.

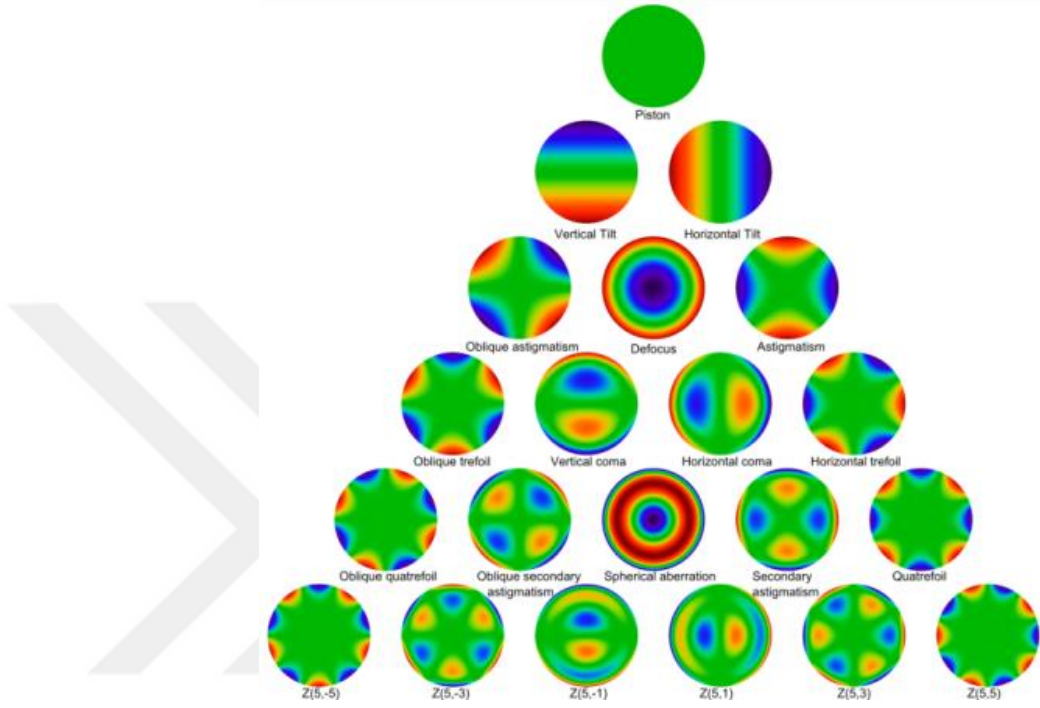
## j) Wavefront Aberrometre Ölçümü

Işık dalgalarının uzayda aynı anda ulaştığı tüm noktaları birleştiren hayali yüzey wavefront olarak adlandırılır. Optik sistemde ışık dalgasının yolağındaki sapmalar ideal wavefronttan uzaklaşmaya neden olur. İdeal bir wavefrontla sapmaların meydana geldiği gerçek wavefront arasındaki fark ise aberasyon olarak adlandırılır. Aberasyonlar sağlıklı bir gözde görüntü kalitesini düşüren faktörlerdir. Wavefront aberrometre ölçümü ile mevcut aberasyonların işlem öncesi tespit edilmesi ve kişiye özel tedavi planlanması amaçlanmaktadır. Bununla birlikte yapılan refraktif cerrahinin kendisi de aberasyonlara sebep olarak işlem sonrası görsel sorunlara yol açabilmektedir.

Temelde 2 tip aberasyon görüntü kalitesinde düşüğe neden olup görsel semptomlara yol açmaktadır; kromatik ve monokromatik aberasyonlar. Kromatik aberasyonlar, ışığın optik sistemde farklı kırıcılık gücüne sahip ortamlardan geçerken farklı kırılması sonucu oluşurken, monokromatik aberasyonlar belli bir dalga boyundaki tek spektrum ışıkla ilişkilidir. Monokromatik aberasyonlar da kendi içinde iki farklı grupta incelenir; düşük sıralı aberasyonlar ve yüksek sıralı aberasyonlar (YSA). Düşük sıralı aberasyonlar sferik ve silindirik kusurlardan oluşur ve optik düzeltme ile düzeltilebilir. YSA optik düzeltme ile düzeltilemezler. 1934 yılında Zernicke her biri belli bir optik aberasyonu temsil eden bir dizi polinomu tanımlayan bir çalışma yayınlamıştır.

Düşük sıralı aberasyonlar 0. 1. Ve 2. düzey sıralı aberasyonlardır. Miyopi, hipermetropi ve düzenli astigmatizma bu gruba girer ve optik düzeltme ile ortadan kaldırılabılır. Üçüncü ve daha yüksek düzey sıralı aberasyonlar yüksek sıralı aberasyonlardır. Koma ve trefoil aberasyonlar gözün refraktif sistemindeki asimetri sonucu oluşur ve Zernicke polinomlarında 3. düzey sıralı aberasyonlara karşılık gelirler. Refraktif cerrahiler sonrasında sıklıkla artış göstermektedirler. Sferik aberasyonlar ise pupil açıklığının periferinden giren ışınların, santralden giren ışınların önünde odaklanması sonucunda oluşur ve Zernicke polinomlarının 4. Sırasında yer alır. Genellikle pupil dilate edildiğinde artış gösterir. Yüksek sıralı aberasyonların görüntü

kalitesi üzerindeki etkisi sıra arttıkça azalmaktadır. Bu nedenle diğer yüksek sıralı aberasyonlar genellikle önemli bir klinik soruna neden olmazlar.



**Resim 12:** Zernicke Polinomları

### 2.2.7 Sistemik ve Oküler Komplikasyonlar

#### **Sistemik Kontrendikasyonlar**

- Otoimmün hastalıklar ve bağ dokusu hastalıkları (Romatoid Artrit, Sistemik Lupus Eritamatozus, Shögren vs.)
- Kontrolsüz diyabet
- Hamilelik ve emzirme
- İlaç kullanımı (İzotretinoin, antidepresifler, nöroleptikler, antiemetikler, antihistaminikler, antiaritmikler vs)
- Bağışıklık sistemini baskılayan hastalıklar (AIDS)
- Keloid öyküsü

### **Oküler Kontrendikasyonlar**

- Kuru göz
- Aktif göz enfeksiyonu veya enflamasyonu
- Herpes keratitis öyküsü
- Korneal distrofiler
- Blefarit ve meibomit
- Kontrolsüz glokom ve üveit
- Keratokonus ve pellusid marjinal dejenerasyon benzeri korneal incelme ile seyreden hastalıklar
- Tek gözlü hasta

### **3. GEREÇ VE YÖNTEMLER**

Sağlık Bilimleri Üniversitesi Beyoğlu Göz Eğitim ve Araştırma Hastanesi Refraktif Cerrahi biriminde Mayıs 2012 ve Haziran 2014 tarihleri arasında miyopik ve miyopik astigmatizma nedeniyle KKLÇ işlemi uygulanan hastalar geriye dönük incelendi. En az 10 yıl takip edilen 30 hastanın 55 gözü çalışmaya dahil edildi.

#### **3.1. Hasta Seçimi ve Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri**

Çalışmamıza yirmi yaşın üzerinde, refraksiyon değerleri en az bir yıldır stabil olan, herhangi bir oküler veya sistemik hastalığı olmayan, -10,00 D ve altında miyopi veya miyopik astigmatizmaya sahip hastalar dahil edildi. Ayrıca hasta seçiminde şu hususlar dikkate alındı;

- Gözyaşı kırılma zamanının 10 saniye ve üzerinde olması
- Kontakt lens kullanan hastaların yumuşak kontakt lensi en az 2 hafta, sert kontakt lensi en az 4 haftadır kullanmıyor olması
- Yara iyileşmesini bozacak herhangi bir sistemik veya oküler hastalığın bulunmaması veya kötü yara iyileşme yanıtına işaret eden keloid öyküsünün bulunmaması

- Hamilelik, emzirme gibi ilaç kullanımına engel olabilecek veya hormonal dengeyi bozabilecek bir durumun olmaması

- Kornea topografisinin normal sınırlar içerisinde bulunması

- İşlem sonrası kornea düzensizliğinin gelişmesine sebep olabilecek keratokonus veya diğer korneal dejenerasyonların bulunmaması

- Glokom, yaşa bağlı makula dejenerasyonları gibi nihai görme keskinliğini etkileyebilecek veya işlemden olumsuz etkilenecek oküler hastalıkların bulunmaması

- Herpetik keratit veya üveit öyküsünün bulunmaması

- Herhangi bir keratometri değerinin 40-47 diyoptri dışında olmaması

- Rezidüel stromal yatak kalınlığının (RST) 250 mikronun üzerinde olması

Çalışmamıza dahil edilen tüm hastalar uygulanacak işlem ve olası sonuçları konusunda detaylı olarak bilgilendirildi ve yazılı olarak aydınlatılmış onamları alındı.

### **3.2. Ameliyat Öncesi Muayene**

Hastalardan ameliyat öncesi alınan detaylı anamnez verileri ve yapılan tam oftalmolojik muayeneye ait bulgular arşivden geriye dönük olarak tarandı ve kaydedildi. Kaydedilen veriler aşağıdaki bilgileri içermekteydi:

- Hastanın yaşı, cinsiyeti, özgeçmiş ve soygeçmiş, mesleği ve hangi göze cerrahi uygulandığı

- Otofrefraktometre ile sikloplejinsiz ve sikloplejinli ölçülen refraksiyon değerleri

- Snellen eşeli ile değerlendirilen düzeltilmemiş görme keskinliği (DGK) ve düzeltilmiş en iyi görme keskinliği (EİDGK)

- Biyomikroskopik muayene bulguları

- Goldmann aplanasyon tonometresi (Haag Streit Medical Products, ABD) ile ölçülen her iki gözün göz içi basıncı (GİB) ölçümleri

- Pupilla dilatasyonu sonrası her iki göz fundusunun detaylı muayene bilgileri
- Sirius® (Sirius, Costruzioni Strumenti Oftalmici, Italy) cihazı ile her iki gözün korneal topografi, korneal aberasyon ve pupilla çapı ölçümlerinden elde edilen veriler

### **3.3. Ameliyat Tekniği**

Yapılan cerrahi işlemin bütün basamakları lokal anestezi altında ameliyat mikroskobu kullanarak uygulandı. İşlem öncesinde hastaları bilgilendirmek ve uyumlarını artırmak amacıyla cerrahi işlemin prosedürü hastalara detaylı olarak anlatıldı. Ameliyat öncesi muayenede rezidüel stromal yatak kalınlığı 250 mikronun altına düşmeyecek şekilde EİDGK'ya ulaşılan sferik ve silindirik değerler cihaza girildi. Cerrahi işleme başlamadan önce 5 dakika ara ile 3 kez %0,5'lik proparakain damlatılarak lokal anestezi sağlandı. Perioküler bölge povidone iodine ile temizlenerek steril drape ile kapak cildi ve kirpikler örtüldü. Kapak aralığını sağlamak için spekulum yerleştirildi. Çapraz fiksasyonu önlemek için diğer göz rondel yardımıyla kapatıldı.

### **KKLÇ Prosedürü**

KKLÇ prosedürünün uygulanmasında VisuMax® Femtosaniye Lazer Platformu (Carl Zeiss Meditec, Almanya) kullanıldı. Lameller kesiler için 3 µm, yan kesiler için 2 µm spot mesafesi belirlendi. Spot enerjisi 140 nanojoule olarak girildi. Yan kesi açısı 120 derece, en ince lentikül yan kesi kalınlığı ise 15 µm olarak tercih edildi. Optik zon büyüklüğü skotopik pupil çapına göre 6,40-6,70 mm arasındaki değerlerde belirlendi. Kep kalınlığı 120 µm, kep çapı ise 7,0 ve 8,70 mm arasında değişken büyüklüklerde planlandı. Kornea çapının büyüklüğüne göre hastalarda küçük veya orta boyutta ara yüz kullanıldı. Cerrahi masa kumanda yardımıyla hareket ettirilerek işlem yapılacak olan kornea ara yüz hizasına getirildi ve hastalardan yanıp sönen ışığa bakması istendi. Daha sonra kornea ara yüz teması sağlandı, ayak pedalına basılarak vakum aktifleştirildi. Femtosaniye lazer ile sırasıyla lentikül arka yüz ve ön yüz kesileri yapıldı. Ardından lentikül ekstraksiyonu için gerekli olan yan kesi oluşturulup vakum otomatik olarak serbest bırakıldı. Daha sonra kumanda kolu yardımıyla işlem yapılan göz cihaz mikroskopunun altına getirildi. Künt uçlu bir spatülle önce ön, ardından arka yüzden girilerek lentikül serbestleştirildi. Lentikül

tamamen disseke edildiğinden emin olunduktan sonra bir forseps yardımıyla yan kesiden ekstrakte edildi. İşlem kornea yüzeyine moksifloksasin damlatılarak sonlandırıldı.



**Resim 13:** Kliniğimizde kullandığımız Visumax Femtosaniye Lazer Platformu

#### **3.4. Ameliyat Sonrası İlaç Kullanımı**

İşlem sonrası her hastaya günde 4 kez kullanılmak üzere moksifloksasin, deksametazon ve prezervansız suni gözyaşı içeren medikal tedavi reçete edildi. Moksifloksasin 1. hafta sonunda, deksametazon ise her hafta 1 doz düşülerek kademeli olarak 1. ayın sonunda kesildi. Prezervansız suni göz yaşı ise ihtiyaca göre 3 ila 6 ay boyunca devam edildi.

#### **3.5. Ameliyat Sonrası Takip**

Hastaların rutin takip muayeneleri ameliyat sonrası 1. gün, 1. hafta, 1. ay, 3. ay, 6. ay ve 1. yılda yapıldı ve sonrasında hasta yılda bir kez olmak üzere takibe çağırıldı. Gerekli durumlarda takip aralıkları sıklaştırıldı. Her muayenede;

- GK ve EİDGK

- Biyomikroskopik muayene bulguları
- GİB ölçümleri
- Manifest sferik ve silindirik refraksiyon değerleri ve sferik eşdeğerleri (SE)
- Sirius (Costruzioni Strumenti Oftalmici, İtalya) cihazı ile ölçülen korneal topografi ve aberasyon verileri
- Mevcutsa komplikasyon bulguları kaydedildi.

### **3.6. İstatiksel Yöntemler**

Çalışmamızda istatistiksel analizler NCSS (Number Cruncher Statistical System) 2007 Statistical Software (Utah, USA) paket programı ile yapıldı. Verilerin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistiksel metotların (ortalama, standart sapma, median, interquartil range) yanı sıra Shapiro-Wilk normallik testi ile değişkenlerin dağılımına bakıldı, normal dağılım gösteren değişkenlerin zaman karşılaştırmalarında eşlendirilmiş tek yönlü varyans analizi, alt grup karşılaştırmalarında Newman Keuls çoklu karşılaştırma testi, normal dağılım göstermeyen değişkenlerin zaman karşılaştırmalarında Friedman Testi, alt grup karşılaştırmalarında Dunn's çoklu karşılaştırma testi kullanıldı. Sonuçlar, anlamlılık  $p < 0,05$  düzeyinde değerlendirildi.

## **4. BULGULAR**

Çalışmamıza 30 hastanın 55 gözü dahil edildi. Hastaların 23'ü (%76,66) kadın, 7'si (%23,34) erkekti, yaş ortalamaları ise  $27,33 \pm 4,79$  idi. En az takip süresi 10 yıl olarak belirlendi. Hastaların ameliyat sonrası kalması beklenen ortalama kornea stromal kalınlığı (RST)  $327,55 \pm 46,25$   $\mu\text{m}$ , ortalama optik zone çapı ise  $6,52 \pm 0,07$  mm idi. Hastalara ait diğer veriler Tablo-1'de özetlenmiştir.

**Tablo-1:** İşlem öncesi ve işlem sırasında hastalara ait ortalama veriler

	<b>Tüm Hasta Grubu</b>	
<b>RST (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>Ort<math>\pm</math>SS</b>	327,55 $\pm$ 46,25
	<b>Median (IQR)</b>	333 (294-360)
<b>Optik zone çapı (mm)</b>	<b>Ort<math>\pm</math>SS</b>	6,52 $\pm$ 0,07
	<b>Median (IQR)</b>	6,5 (6,5-6,5)
<b>Maksimum Lentikul kalınlığı (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>Ort<math>\pm</math>SS</b>	100,82 $\pm$ 26,73
	<b>Median (IQR)</b>	102 (77-120)
<b>Skotopik Pupil Çapı (mm)</b>	<b>Ort<math>\pm</math>SS</b>	6,02 $\pm$ 0,74
	<b>Median (IQR)</b>	6,12 (5,43-6,59)
<b>Mezotopik Pupil Çapı (mm)</b>	<b>Ort<math>\pm</math>SS</b>	5,49 $\pm$ 0,86
	<b>Median (IQR)</b>	5,46 (4,83-6,11)
<b>HVID (mm)</b>	<b>Ort<math>\pm</math>SS</b>	12,06 $\pm$ 0,39
	<b>Median (IQR)</b>	12,05 (11,86-12,31)

(RST: Residüel Stromal Kalınlık, HVID: Horizontal Visible İris Diameter (Horizontal Görünen İris Çapı), SS: Standart Sapma, Ort: Ortalama)

#### 4.1. Görsel ve Refraktif Sonuçlar

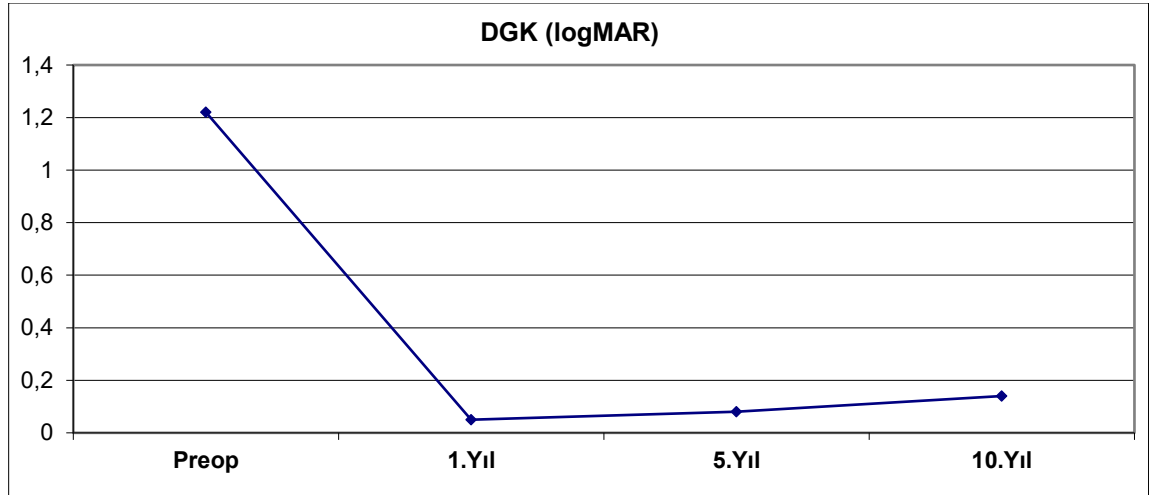
Hastaların ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası 1.yıl, 5.yıl ve 10.yıl DGK değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ( $p=0,0001$ ). Ameliyat öncesi DGK değerleri, 1.yıl, 5.yıl ve 10.yıl DGK değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ( $p=0,0001$ ), 1. yıl DGK değerleri 5. yıl ve 10. yıl DGK değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuş ( $p=0,005$ ,  $p=0,0001$ ), 5. yıl DGK değerleri, 10. yıl DGK değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ( $p=0,0001$ ). Bunun yanında hastaların ameliyat öncesi EİDGK değerleri ise ameliyat sonrası 1. yıl, 5. yıl ve 10. yıl EİDGK değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ( $p=0,008$ ,  $p=0,031$ ,  $p=0,001$ ), diğer zamanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ( $p>0,05$ ).

**Tablo-2:** Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası kontrollerdeki görsel ve refraktif sonuçlar

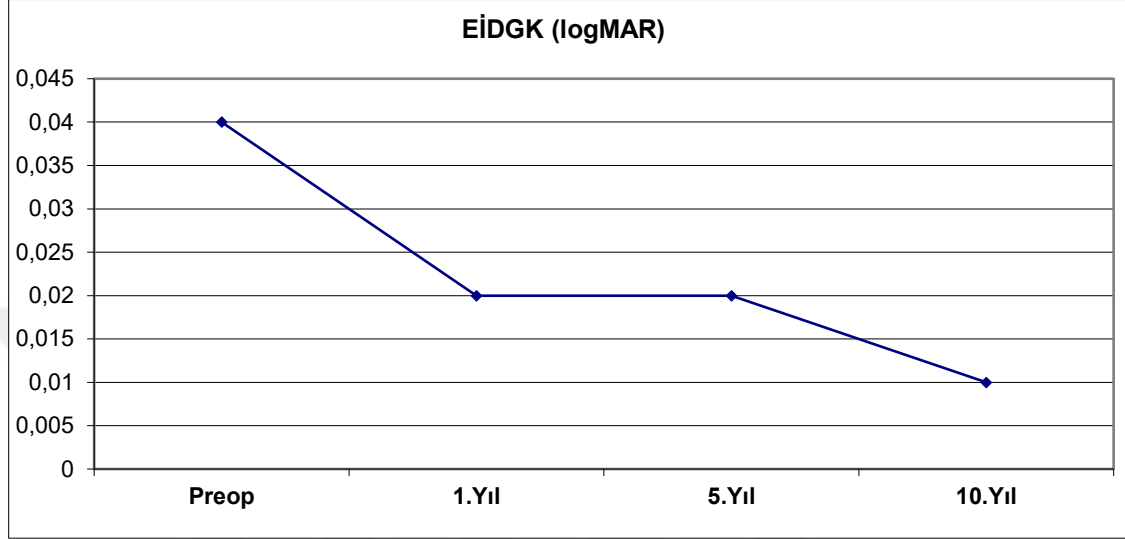
		<b>Preop</b>	<b>1.Yıl</b>	<b>5.Yıl</b>	<b>10.Yıl</b>	<b>P*</b>
<b>DGK</b>	<b>Ort±SS</b>	1,22±0,3	0,05±0,1	0,08±0,15	0,14±0,26	
	<b>Median</b>					
<b>(logMAR)</b>	<b>(IQR)</b>	1,3 (1-1,51)	0 (0-0,1)	0 (0-0,1)	0 (0-0,22)	<b>0,0001</b>
<b>EİDGK</b>	<b>Ort±SS</b>	0,04±0,09	0,02±0,11	0,02±0,05	0,01±0,03	
	<b>Median</b>					
<b>(logMAR)</b>	<b>(IQR)</b>	0 (0-0,05)	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-0)	<b>0,0001</b>
<b>Sferik (D)</b>	<b>Ort±SS</b>	-4,63±1,85	-0,17±0,45	-0,35±0,62	-0,53±0,88	
	<b>Median</b>	-4,75 (-6,5--				
<b>(D)</b>	<b>(IQR)</b>	3)	0 (0-0)	0 (-0,5-0)	0 (-1-0)	<b>0,0001</b>
<b>Silendirik</b>	<b>Ort±SS</b>	-0,57±0,6	-0,13±0,3	-0,11±0,27	-0,13±0,32	
	<b>Median</b>					
<b>(D)</b>	<b>(IQR)</b>	-0,5 (-1-0)	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-0)	<b>0,0001</b>
<b>SE (D)</b>	<b>Ort±SS</b>	-4,94±1,95	-0,25±0,54	-0,41±0,7	-0,59±0,98	
	<b>Median</b>					
<b>(D)</b>	<b>(IQR)</b>	-5 (-6,5--3,5)	0 (-0,5-0)	0 (-0,75-0)	0 (-1-0)	<b>0,0001</b>

(DGK: düzeltilmemiş görme keskinliği, EİDGK: En iyi düzeltilmiş görme keskinliği, D: diyoptri, SE: Sferik ekivalan, logMAR: minimum çözünürlük açısının logaritma eşdeğeri, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma \*: eşleştirilmiş t testi)

**Grafik-1:** Hastaların düzeltilmemiş görme keskinliklerinde (logMAR) ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası takiplerdeki değişim

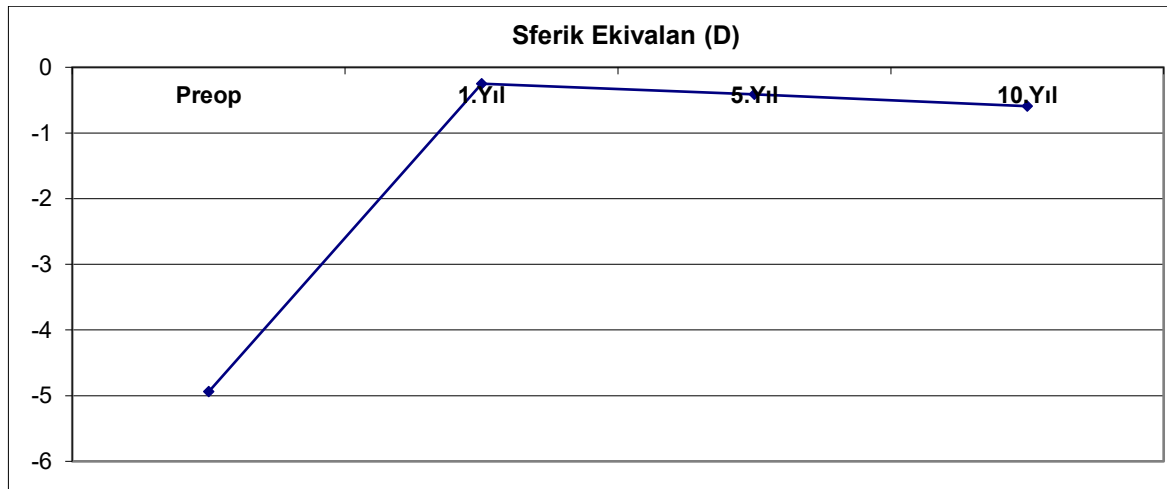


**Grafik-2:** Hastaların en iyi düzeltilmiş görme keskinliklerinde (logMAR) ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası takiplerdeki değişim



Hastaların ameliyat öncesi sferik ekivalan (SE) değerleri ise 1. yıl, 5. yıl ve 10. yıl SE değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuş ( $p=0,0001$ ), 1. yıl SE değerleri 5. yıl ve 10. yıl SE değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ( $p=0,007$ ,  $p=0,001$ ), 5. yıl SE değerleri ise 10. yıl SE değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur ( $p=0,002$ ).

**Grafik-3:** Hastaların sferik ekivalanlarında (D) ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası takiplerdeki değişim



**Tablo-3:** Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası kontrollerdeki görsel ve refraktif farkın istatistiksel analizi

<b>Dunn's Çoklu Karşılaştırma Testi</b>	<b>DGK</b>	<b>EİDGK</b>	<b>Sferik</b>	<b>Silendirik</b>	<b>SE</b>
<b>Preop / 1.Yıl</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,008</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0001</b>
<b>Preop / 5.Yıl</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,031</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0001</b>
<b>Preop / 10.Yıl</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,001</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0001</b>
<b>1.Yıl / 5. Yıl</b>	<b>0,005</b>	0,752	<b>0,005</b>	0,300	<b>0,007</b>
<b>1.Yıl / 10. Yıl</b>	<b>0,0001</b>	0,336	<b>0,0001</b>	0,905	<b>0,001</b>
<b>5.Yıl / 10. Yıl</b>	<b>0,001</b>	0,141	<b>0,0001</b>	0,265	<b>0,002</b>

(DGK: düzeltilmemiş görme keskinliği EİDGK: En iyi düzeltilmiş görme keskinliği, SE: Sferik ekivalan)

**Etkinlik ve güvenlik endeksleri:** Ameliyat öncesi ve sonrası DGK ve EİDGK'daki değişimlere göre çalışmamızın güvenlik ve etkinlik endeksleri hesaplandı. Çalışmamızın 1. yılda güvenlik endeksi 1,06, etkinlik endeksi 0,98 olarak, 5. yılda güvenlik endeksi 1,06 etkinlik endeksi 0,92 olarak, 10. yılda ise güvenlik endeksi 1,06 etkinlik endeksi ise 0,87 olarak bulundu. Ameliyat sırasında veya ameliyat sonrası dönemde görmeyi tehdit eden hiçbir komplikasyon meydana gelmedi.

**Öngörülebilirlik:** Çalışmamızda hedef düzeltmenin 1. yıl sonunda 43 (%78), 5. yıl sonunda 36 (%65), 10. yıl sonunda 35 gözde (%65)  $\pm$  0,50 D aralığında olduğu, bununla birlikte 1. Yıl sonunda 52 (%94), 5. Yıl sonunda 46 (%83), 10. Yıl sonunda 42 (%76) gözde  $\pm$  1,0 D aralığında olduğu belirlendi.

#### **4.2. Topografik Bulgular**

Hastaların ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası 1. yıl, 5. yıl ve 10. yıl kontrollerindeki topografik bulgular Tablo-4'te özetlenmiştir.

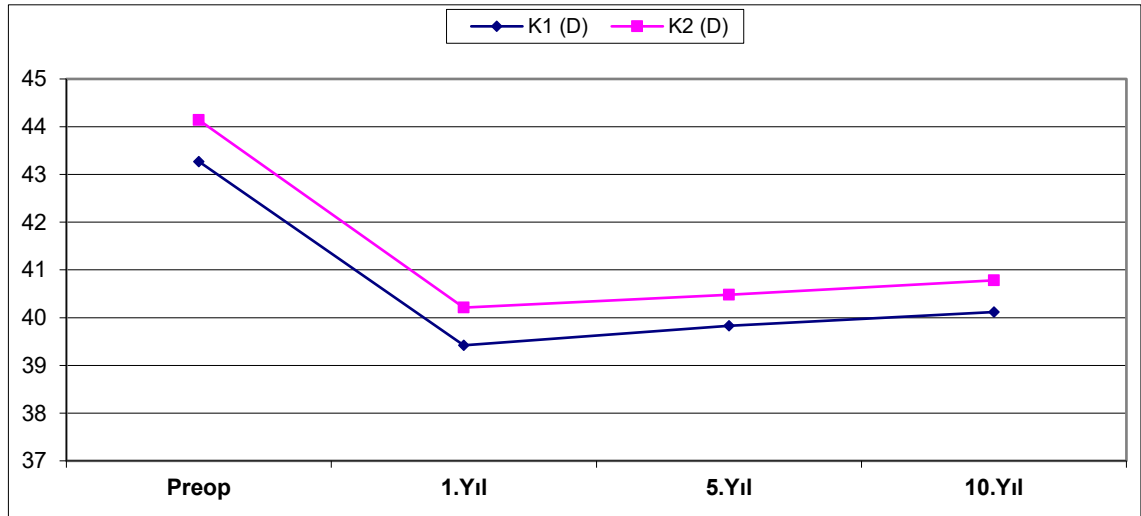
**Tablo-4:** Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası kontrollerdeki topografi bulguları

		Preop	1.Yıl	5.Yıl	10.Yıl	p
<b>K1</b>						
(D)	Ort±SS	43,27±1,08	39,42±1,74	39,83±1,59	40,12±1,63	<b>0,0001</b>
<b>K2</b>						
(D)	Ort±SS	44,14±1,15	40,21±1,78	40,48±1,63	40,78±1,66	<b>0,0001</b>
<b>MKK</b>						
(µm)	Ort±SS	544,78±32,43	450,64±46,67	461,64±44,9	466,53±44,13	<b>0,0001</b>

(K1: Düz keratometri değeri, K2: Dik keratometri değeri, MKK: Merkezi kornea kalınlığı, D: Diyoptri, SS: Standart Sapma, Ort: Ortalama)

Çalışmaya dahil edilen gözlerin ameliyat öncesi düz keratometri (K1) ve dik keratometri (K2) değerleri 1. yıl, 5. yıl ve 10. yıl K1 ve K2 değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek ( $p=0,0001$ ,  $p=0,0001$ ), 1. yıl K1 ve K2 değerleri 5. yıl ve 10. yıl K1 ve K2 değerlerinden ( $p=0,0001$ ,  $p=0,0006$ ), 5. yıl K1 ve K2 değerleri ise 10. yıl K1 ve K2 değerlerinden düşük bulunmuştur ( $p=0,0001$ ,  $p=0,001$ ).

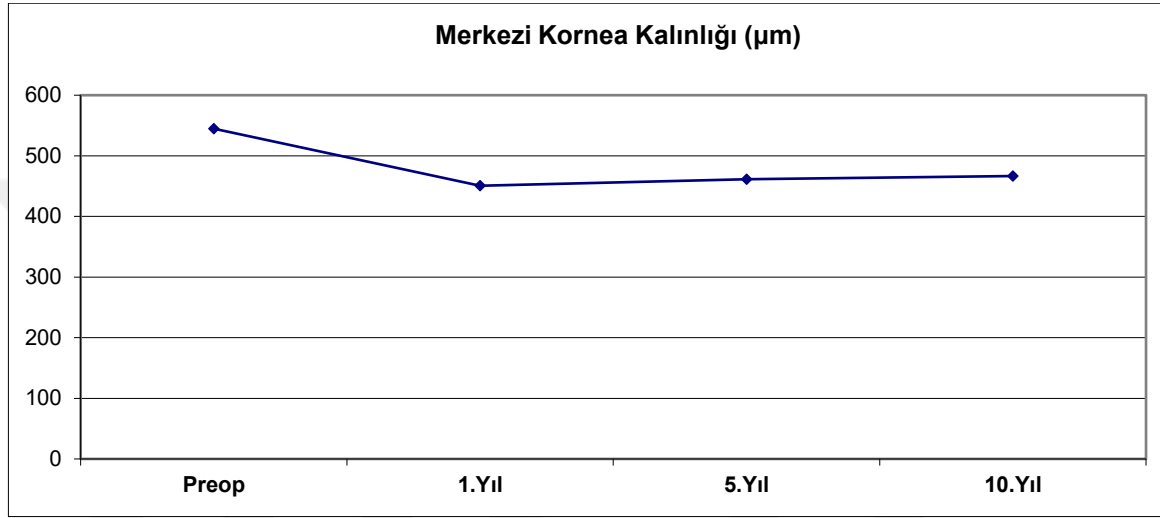
**Grafik-4:** Hastaların keratometri değerlerinde ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası takiplerdeki değişim



Ameliyat öncesi ölçülen merkezi kornea kalınlıkları (MKK) da K1 ve K2 değerleri gibi 1. yıl, 5. yıl ve 10. yıl MKK değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek ( $p=0,0001$ ), 1. yıl MKK değerleri 5. yıl ve 10. yıl MKK değerlerinden ( $p=0,0001$ ), 5. yıl

MKK değerleri ise 10. yıl MKK değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur (p=0,0001).

**Grafik-5:** Hastaların merkezi kornea kalınlıklarında ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası takiplerdeki değişim



**Tablo-5:** Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası kontrollerdeki görsel topografi bulguları arasındaki farkın istatistiksel analizi

<b>Newman Keuls Çoklu Karşılaştırma Testi</b>	<b>K1</b>	<b>K2</b>	<b>MKK</b>
<b>Preop / 1.Yıl</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0001</b>
<b>Preop / 5.Yıl</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0001</b>
<b>Preop / 10.Yıl</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0001</b>
<b>1.Yıl / 5. Yıl</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0001</b>
<b>1.Yıl / 10. Yıl</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,006</b>	<b>0,0001</b>
<b>5.Yıl / 10. Yıl</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0001</b>

(K1: Düz keratometri değeri, K2: Dik keratometri değeri, MKK: Merkezi kornea kalınlığı)

### 4.3. Wavefront Analizi

Hastaların ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası 1. yıl, 5. yıl ve 10. yıl kontrollerinde 4 mm ve 6 mm'lik pupiller zonda incelenen korneal aberasyon ölçümleri Tablo-6 ve Tablo-7'de özetlenmiştir.

**Tablo-6:** Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası kontrollerde 4 mm'lik pupiller zonda incelenen korneal aberasyon bulguları

<b>(4 mm)</b>		<b>Preop</b>	<b>1.Yıl</b>	<b>5.Yıl</b>	<b>10.Yıl</b>	<b>p</b>
<b>Sferik</b>	<b>Ort±SS</b>	0,09±0,03	0,16±0,07	0,13±0,07	0,08±0,06	
<b>Aberasyon (µm)</b>	<b>Median (IQR)</b>	0,1 (0,06-0,11)	0,15 (0,1-0,21)	0,12 (0,08-0,17)	0,07 (0,04-0,1)	<b>0,0001</b>
<b>Koma</b>	<b>Ort±SS</b>	0,12±0,08	0,23±0,15	0,20±0,13	0,13±0,07	
<b>Aberasyon (µm)</b>	<b>Median (IQR)</b>	0,11 (0,05-0,15)	0,18 (0,13-0,3)	0,17 (0,11-0,27)	0,12 (0,08-0,17)	<b>0,0001</b>
<b>Trefoil</b>	<b>Ort±SS</b>	0,12±0,07	0,17±0,1	0,15±0,09	0,1±0,06	
<b>Aberasyon (µm)</b>	<b>Median (IQR)</b>	0,12 (0,06-0,17)	0,16 (0,08-0,23)	0,14 (0,09-0,17)	0,09 (0,06-0,12)	<b>0,0001</b>
<b>Toplam YSA (µm)</b>	<b>Ort±SS</b>	0,27±0,25	0,39±0,15	0,36±0,2	0,24±0,22	<b>0,0001</b>

(YSA: Yüksek sıralı aberasyonlar, SS: Standart sapma, Ort: Ortalama)

**Tablo-7:** Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası kontrollerde 6 mm'lik pupiller zonda incelenen korneal aberasyon bulguları

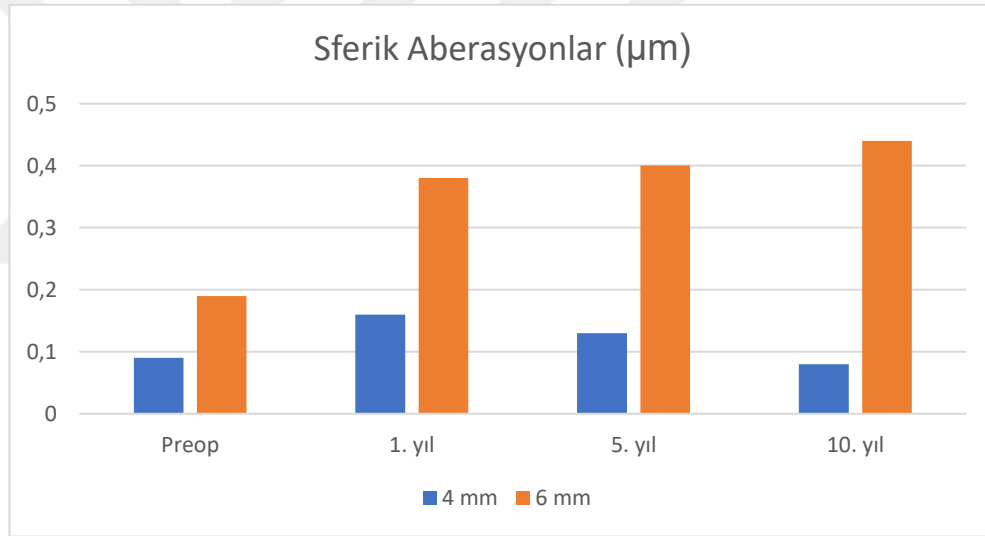
<b>(6 mm)</b>		<b>Preop</b>	<b>1.Yıl</b>	<b>5.Yıl</b>	<b>10.Yıl</b>	<b>p</b>
<b>Sferik</b>	<b>Ort±SS</b>	0,19±0,04	0,38±0,15	0,40±0,16	0,44±0,19	
<b>Aberasyon (µm)</b>	<b>Median (IQR)</b>	0,19 (0,16-0,21)	0,38 (0,26-0,45)	0,38 (0,26-0,48)	0,42 (0,3-0,56)	<b>0,0001</b>
<b>Koma</b>	<b>Ort±SS</b>	0,18±0,12	0,41±0,3	0,47±0,29	0,49±0,29	
<b>Aberasyon (µm)</b>	<b>Median (IQR)</b>	0,15 (0,09-0,22)	0,36 (0,24-0,49)	0,4 (0,24-0,57)	0,45 (0,29-0,64)	<b>0,0001</b>
<b>Trefoil</b>	<b>Ort±SS</b>	0,14±0,07	0,17±0,1	0,19±0,11	0,21±0,12	
<b>Aberasyon (µm)</b>	<b>Median (IQR)</b>	0,13 (0,09-0,19)	0,14 (0,1-0,22)	0,17 (0,11-0,24)	0,19 (0,13-0,28)	<b>0,001</b>
<b>Toplam YSA (µm)</b>	<b>Ort±SS</b>	0,34±0,15	0,65±0,31	0,70±0,32	0,76±0,35	
	<b>Median (IQR)</b>	0,3 (0,27-0,36)	0,56 (0,45-0,73)	0,64 (0,45-0,87)	0,68 (0,48-1)	<b>0,0001</b>

(YSA: Yüksek sıralı aberasyonlar, SS: Standart sapma, Ort: Ortalama)

Çalışmamıza dahil edilen hastaların 4 mm'lik ve 6 mm'lik pupiller zonda 1. yıl ve 5. yıl kontrollerinde ölçülen sferik aberasyon değerleri ameliyat öncesi ölçülen sferik aberasyon değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur

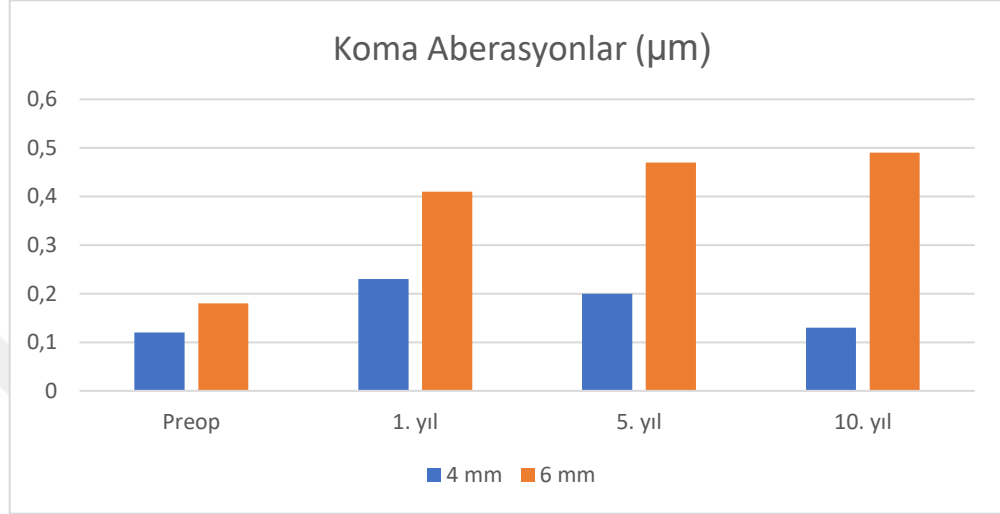
( $p=0,0001$ ,  $p=0,0001$ ). Ancak 10. yılda sferik aberasyon değerleri 6 mm'lik pupiller zonda ameliyat öncesinden yüksek bulunurken ( $p=0,0001$ ), 4 mm'lik pupiller zonda düşük bulunmuştur ( $p=0,011$ ). Bununla birlikte 4 mm'lik pupiller zonda 1. yıl sferik aberasyon değerleri 5. yıl sferik aberasyon değerlerinden yüksek bulunurken ( $p=0,0001$ ), 6 mm'lik pupiller zonda 1. yıl ve 5. yıl sferik aberasyon değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ( $p>0,05$ ).

**Grafik-6:** Hastaların 4 mm ve 6 mm'lik pupiller zonda ölçülen sferik aberasyonlarında ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası takiplerdeki değişim



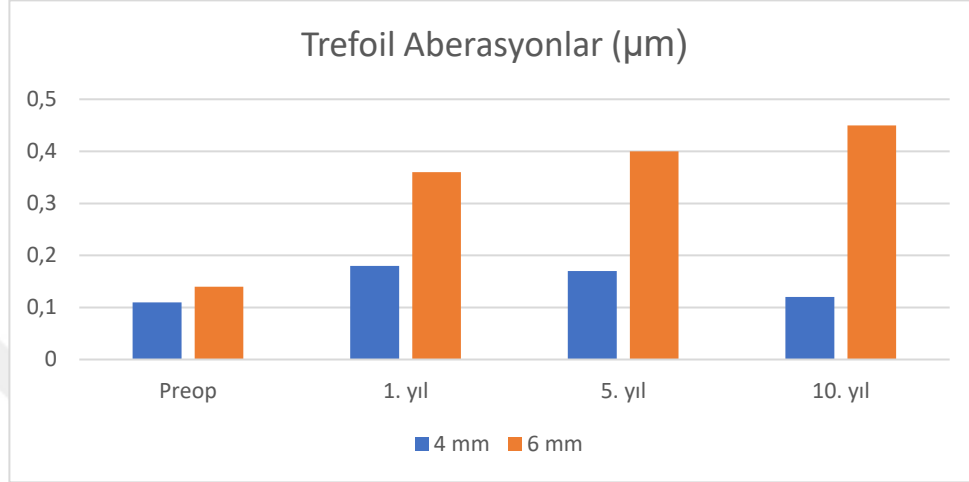
Koma aberasyonlar 4 mm'lik ve 6 mm'lik pupiller zonda 1. yıl, 5. yıl ve 10. yıl kontrollerinde ameliyat öncesi döneme göre istatistiksel olarak anlamlı yüksek bulunmuştur ( $p=0,0001$ ). İstisna olarak 4 mm'lik pupiller zonda ameliyat öncesi ve 10. yıl kontrolleri arasında anlamlı fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). Bunun haricinde 6 mm'lik pupiller zonda 1. yıl koma aberasyon değerleri, 5. yıl ve 10. yıl değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düşük bulunmuş ( $p=0,007$ ,  $p=0,002$ ), diğer zamanlar arasında anlamlı fark görülmemiştir ( $p>0,05$ ).

**Grafik-7:** Hastaların 4 mm ve 6 mm'lik pupiller zonda ölçülen koma aberasyonlarında ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası takiplerdeki değişim



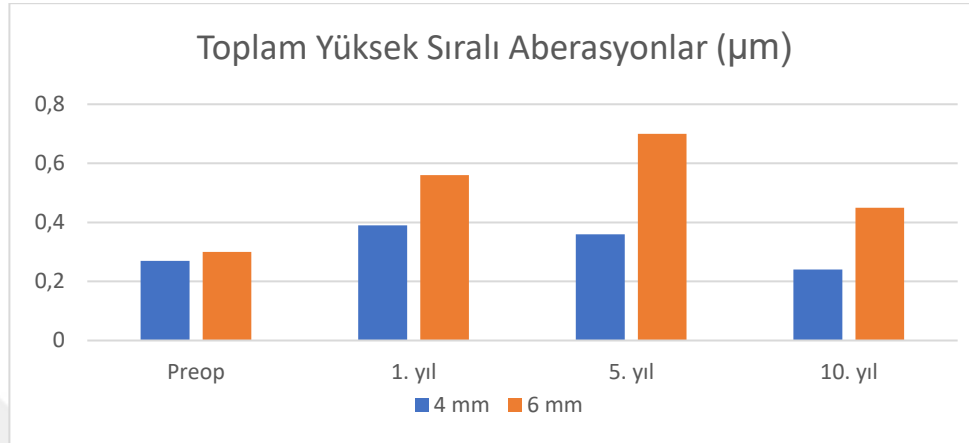
Trefoil aberasyonlar 4 mm'lik ve 6 mm'lik pupiller zonda 1. yıl ve 5. yıl kontrollerinde ameliyat öncesi döneme göre istatistiksel olarak anlamlı yüksek bulunmuştur ( $p=0,0001$ ). Ancak 10. yıl trefoil aberasyonlar değerleri 6 mm'lik pupiller zonda ameliyat öncesinden yüksek bulunurken ( $p=0,0001$ ), 4 mm'lik pupiller zonda düşük bulunmuştur ( $p=0,02$ ). Bununla birlikte 4 mm'lik pupiller zonda 1. yıl ve 5. yıl değerleri arasında anlamlı fark görülmezken ( $p>0,05$ ), 6 mm'lik pupiller zonda 1. yıl trefoil aberasyon değerleri 5. yıl değerlerinden düşük bulunmuştur ( $p=0,031$ ).

**Grafik-8:** Hastaların 4 mm ve 6 mm'lik pupiller zonda ölçülen trefoil aberasyonlarında ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası takiplerdeki değişim



Toplam YSA değerleri 4 mm'lik ve 6 mm'lik pupiller zonda 1. yıl, 5. yıl ve 10. yıl kontrollerinde ameliyat öncesi döneme göre istatistiksel olarak anlamlı yüksek bulunmuştur ( $p=0,0001$ ). İstisna olarak 4 mm'lik pupiller zonda ameliyat öncesi ve 10. yıl kontrolleri arasında anlamlı fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). Bununla birlikte 4 mm'lik pupiller zonda 1. yıl toplam YSA değerleri 5. yıl değerlerinden ( $p=0,011$ ), 6 mm'lik pupiller zonda ise 10. yıl YSA değerleri 1. yıl ve 5. yıl değerlerinden yüksek bulunmuştur ( $p=0,0001$ ). Diğer zamanlar arasında anlamlı fark görülmemiştir ( $p>0,05$ ).

**Grafik-9:** Hastaların 4 mm ve 6 mm’lik pupiller zonda ölçülen toplam yüksek sıralı aberasyonlarında ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası takiplerdeki değişim



**Tablo-8:** Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası kontrollerde 4 mm’lik pupiller zonda incelenen korneal aberasyonlar arasındaki farkın istatistiksel analizi

<b>Dunn’s Çoklu Karşılaştırma Testi</b>	<b>Sferik abr</b>	<b>Koma abr</b>	<b>Trefoil abr</b>	<b>Toplam YSA</b>
<b>Preop / 1.Yıl</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,013</b>	<b>0,0001</b>
<b>Preop / 5.Yıl</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,041</b>	<b>0,0001</b>
<b>Preop / 10.Yıl</b>	<b>0,011</b>	0,256	<b>0,02</b>	0,087
<b>1.Yıl / 5. Yıl</b>	<b>0,0001</b>	0,228	0,088	<b>0,011</b>
<b>1.Yıl / 10. Yıl</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0001</b>
<b>5.Yıl / 10. Yıl</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0001</b>

(YSA: Yüksek sıralı aberasyonlar)

**Tablo-9:** Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası kontrollerde 6 mm’lik pupiller zonda incelenen korneal aberasyonlar arasındaki farkın istatistiksel analizi

<b>Dunn’s Çoklu Karşılaştırma Testi</b>	<b>Sferik abr</b>	<b>Koma abr</b>	<b>Trefoil abr</b>	<b>Toplam YSA</b>
<b>Preop / 1.Yıl</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,038</b>	<b>0,0001</b>
<b>Preop / 5.Yıl</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,031</b>
<b>Preop / 10.Yıl</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,004</b>
<b>1.Yıl / 5. Yıl</b>	0,247	<b>0,007</b>	<b>0,031</b>	0,088
<b>1.Yıl / 10. Yıl</b>	<b>0,001</b>	<b>0,002</b>	<b>0,004</b>	<b>0,0001</b>
<b>5.Yıl / 10. Yıl</b>	<b>0,0001</b>	0,111	0,088	<b>0,0001</b>

(YSA: Yüksek sıralı aberasyonlar)

Çalışmamızda tüm operasyonlar herhangi bir intraoperatif veya postoperatif komplikasyon gerçekleşmeden tamamlandı. Ameliyat sonrası takiplerde herhangi bir ektazi gelişimine rastlanmadı.

## 5. TARTIŞMA

Korneal refraktif cerrahilerde son yıllarda yaşanan gelişmelerle birlikte KKLÇ prosedürü miyopi ve miyopik astigmatizmanın düzeltilmesinde LASİK ve yüzey ablasyon yöntemlerine güvenilir ve etkili bir alternatif haline gelmiştir. Flepe bağlı komplikasyonlara neden olmaması, korneal haze, kuru göz gibi komplikasyonların nispeten daha az olması ve ameliyat sonrası hızlı rehabilitasyon sağlanması gibi avantajlarıyla birçok hasta grubunda diğer refraktif cerrahi yöntemlere üstünlük sağlamıştır. Öte yandan diğer cerrahi yöntemlere göre KKLÇ prosedürünün öğrenme sürecinin uzun olması, daha fazla cerrahi beceri ve hasta uyumu gerektirmesi dezavantaj oluşturmaktadır. Bu çalışmamızda KKLÇ prosedürünü dünyada ilk uygulayan merkezlerden biri olan kliniğimizde, miyopi ve miyopik astigmatizma düzeltilmesi için KKLÇ işlemi yapılan 30 hastanın 55 gözü retrospektif olarak incelendi. Hastaların ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası 1. yıl, 5. yıl ve 10. yıl kontrollerindeki görme keskinlikleri, refraksiyon ölçümleri, korneal topografi özellikleri ve korneal aberasyon ölçümleri gibi parametrelerin karşılaştırılarak işlemin uzun dönemdeki güvenilirlik ve etkinliğinin değerlendirilmesi ve literatüre katkı sağlanması amaçlandı.

Ağca ve arkadaşları 54 gözde KKLÇ'nin 5 yıllık sonuçlarını inceledikleri çalışmalarında 50 (%92) gözde hedef düzeltmenin  $\pm 0,50$  D, 54 (%100) gözde ise  $\pm 1,0$  D aralığında olduğunu, amaçlanan ve elde edilen refraksiyon değerleri arasındaki farkın 1. yıl, 3. yıl ve 5. yıllarda istatistiksel olarak anlamlı olmadığını belirtmişlerdir(10). Ameliyat sonrası EİDGK'nın 3 gözde 1 sıra, 4 gözde 2 sıra ve 1 gözde 3 sıra arttığı, bununla birlikte hiçbir gözde sıra kaybının olmadığı çalışmada gösterilmiş, ameliyat öncesi ortalama -4.15

D olan SE değeri, ameliyat sonrası 5. yılda -0,13 D olarak bildirilmiştir. Bu çalışmada etkinlik endeksi 0,98, güvenlik endeksi ise 1,04 olarak bulunmuştur.

Xia ve arkadaşları 26 gözün KKLÇ sonrası 7 yıllık takibini inceledikleri bir çalışmada 26 gözün tamamının 20/20 ve üzeri bir EİDGK'ya ulaştığını, 9 gözde operasyon sonrası 1 sıra ve 6 gözde 2 sıralık bir görme artışı sağlandığını ve hastaların hiçbirinde EİDGK'da düşüş yaşanmadığını belirtmişlerdir(76). Ayrıca 24 (%92) gözde hedef düzeltmenin  $\pm 0,50$  D, 26 (%100) gözde ise  $\pm 1,0$  D aralığında olduğunu belirtmişlerdir.

Literatürdeki en uzun takip süresine sahip çalışmalardan biri olan, Xia ve arkadaşlarının 32 hastanın 32 gözünde KKLÇ'nin 10 yıllık sonuçlarını inceledikleri başka bir çalışmada EİDGK'da 15 gözde 1 sıra, 4 gözde 2 veya daha fazla sıra artışı saptarken, 2 hastada 1 sıra kayıp olduğunu belirtmişlerdir(77). Çalışmada 10. yıl sonunda hedef düzeltmenin 26 (%81) gözde  $\pm 0,50$  D, 30 (%93) gözde ise  $\pm 1,0$  D aralığında olduğu tespit edilmiştir. Ameliyat öncesi  $-6,45 \pm 1,47$  D olarak ölçülen SE değerlerinin ameliyat sonrası 10. yılda  $-0,29 \pm 0,54$  D olarak ölçüldüğü belirtilmiştir. Çalışmanın 10. yıl sonunda güvenlik endeksi 1,19, etkinlik endeksi ise 1,04 olarak bulunmuştur.

Blum ve arkadaşları KKLÇ'nin 5 yıllık sonuçlarını inceledikleri çalışmalarında ameliyat öncesi EİDGK'yı -0,06 logMAR, ameliyat sonrası 1. yılda -0,05 logMAR, 5. yılda ise -0,12 logMAR olarak tespit etmişlerdir. Ameliyattan sonra 5. yılda EİDGK'da ameliyat öncesi döneme ve 1. yıla göre artış olsa da bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır(78). Ayrıca 56 gözün 32'sinde 6 aylık döneme göre 5. yılda 1 veya 2 sıralık bir görme artışı sağlandığı tespit edilmiştir. 56 gözün ameliyat öncesi ortalama -4,9 D saptanan SE'ları ameliyat sonrası 5. yılda -0,37 D olarak bildirilmiştir. Çalışmanın güvenlik ve etkinlik indeksi sırasıyla 1,2 ve 0,9 olarak belirtilmiştir. Daha sonra 2019'da bu çalışmanın devamı olarak yayınladıkları KKLÇ işleminin 10 yıllık sonuçlarını inceledikleri çalışmada 16 gözün EİDGK'da 1 veya 2 sıra artış kazandığı, 8 gözün ise 1 sıra kaybettiği bildirilmiştir(79). Çalışmada hastaların ameliyat sonrası takiplerinde DGK'da istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş olmadığı, 10. yıl sonunda 36 (%64) gözde hedef düzeltmenin  $\pm 0,50$  D, 46 (%82) gözün ise  $\pm 1,0$  D aralığında olduğu gösterilmiştir.

Bizim çalışmamızda 1. yıl sonuçlarında 8 gözde 1 sıra, 3 gözde 2 sıra, 5 gözde 3 sıra ve üzerinde artış, 5. yıl sonuçlarında 9 gözde 1 sıra, 2 gözde 2 sıra, 5 gözde 3 sıra ve üzerinde artış, 10. yıl sonuçlarında ise 7 gözde 1 sıra, 2 gözde 2 sıra, 6 gözde 3 sıra ve üzerinde artış saptandı. 1 gözde ise 1. yıl, 5. yıl ve 10. yıl sonuçlarında 1 sıra kayıp görüldü. Çalışmamızda literatürdeki bu çalışmalarla benzer olarak hastaların önemli bir bölümünde EİDGK'da 1 veya daha fazla sıra artışı görüldü ancak diğer çalışmalardan farklı olarak 3 sıra ve üzerinde sıra artışı sağlanan hastalarımızın sayısı daha fazla idi.

Xia ve Blum'un çalışmasına birlikte KKLÇ tekniğinin en uzun takip süresindeki sonuçlarını bildiren çalışmamızın 1. yılda güvenlik endeksi 1,06, etkinlik endeksi 0,98 olarak, 5. yılda güvenlik endeksi 1,06 etkinlik endeksi 0,92 olarak, 10. yılda ise güvenlik endeksi 1,06 etkinlik endeksi ise 0,87 olarak bulundu. Ameliyat sonrası 10 yıllık takip sürecinde güvenlik endeksinde değişiklik görülmezken, etkinlik endeksinde yıllar içerisinde düşüş olduğu görüldü. Çalışmamızın güvenlik endeksi tüm yıllarda literatürdeki çalışmaların güvenlik endeksleriyle benzerlik gösterirken, etkinlik endeksinin 1. yılda diğer çalışmaların birçoğundan daha yüksek, 10. yılda ise daha düşük olduğu belirlendi. Ayrıca çalışmamızda hedef düzeltmenin 1. yıl sonunda 43 (%78), 5. yıl sonunda 36 (%65), 10. yıl sonunda 35 gözde (%65)  $\pm 0,50$  D aralığında olduğu, bununla birlikte 1. Yıl sonunda 52 (%94), 5. Yıl sonunda 46 (%83), 10. Yıl sonunda 42 (%76) gözde  $\pm 1,0$  D aralığında olduğu belirlendi. Bu sonuçlara göre takip süresi arttıkça  $\pm 0,50$  D ve  $\pm 1,0$  D düzeltme aralığında olan göz sayısının azaldığı tespit edildi. Bu durumun özellikle çalışmaya dahil edilen yüksek miyop gözlerin yıllar içerisinde aksiyel uzunluklarındaki artıştan kaynaklanabileceği düşünüldü. Ayrıca çalışmamızda ameliyat sonrası 10. yılda ortalama SE değerleri  $-0,59 \pm 0,98$  D olarak saptandı. 10 yıllık takip sonunda ulaşılan ortalama SE değerlerinin literatürdeki diğer çalışmalardan bir miktar daha yüksek olması ise çalışmaya dahil edilen yüksek miyop gözlerin bir kısmının kornea kalınlığının tam düzeltme için yeterli olmaması ile ilişkilendirildi.

Çalışmamızda ayrıca korneal topografide K1, K2 ve merkezi kornea kalınlığı (MKK) değerleri karşılaştırıldı. Ameliyat öncesi hastaların K1 değerleri  $43,27 \pm 1,08$  olarak bulunurken, ameliyat sonrası 1. yılda  $39,42 \pm 1,74$ , 5. yılda  $39,83 \pm 1,59$ , 10. yılda

ise  $40,12 \pm 1,63$  olarak saptandı. Bir diğeri önemli korneal topografi parametresi olan K2 değerleri ise ameliyat öncesi dönemde ortalama  $44,14 \pm 1,15$  iken, 1. yılda  $40,21 \pm 1,78$ , 5. yılda  $40,48 \pm 1,63$ , 10. yılda  $40,78 \pm 1,66$  olarak görüldü. Literatürde bildiğimiz kadarıyla benzer takip sürelerinde keratometrideki değişiklikleri gösteren mevcut bir çalışma yoktu. Korneal topografi ile ölçülen MKK değerleri ise ameliyat öncesi  $544,78 \pm 32,43$  mikron olarak saptanırken, 1. yıl kontrollerinde  $450,64 \pm 46,67$  mikron, 5. yıl kontrollerinde  $461,64 \pm 44,9$  mikron, 10. yıl kontrollerinde ise  $466,53 \pm 44,13$  mikron olarak saptandı. Ameliyat öncesi ölçülen K1, K2 ve MKK değerlerinin 1. yıl, 5. yıl ve 10. yıl kontrollerinde ameliyat öncesi döneme göre anlamlı olarak düştüğü, bunun yanında 5. yıl ve 10. yılda ölçülen K1, K2 ve MKK değerlerinin 1. yıla göre anlamlı olarak arttığı, 10. yılda ölçülen K1, K2 ve MKK değerlerinin ise 5. yıla göre anlamlı artış gösterdiği saptandı.

Çalışmamızda incelediğimiz bir diğeri parametre de korneal abrazyon ve lentikül çıkartılmasıyla indüklenen korneal abrazyon değerleriydi. Tian ve arkadaşları 2022 yılında yaptıkları bir çalışmada orta ve yüksek dereceli miyopi düzeltmesinde KKLÇ prosedürü uygulanan 41 hastanın 41 gözünde korneal abrazyonlardaki değişiklikleri incelemişlerdir(80). Hastaların 5 yıl takip edildiği bu çalışmada; koma abrazyon değerleri ameliyat öncesi  $20 \mu\text{m}$ , 5. yılda  $0,72 \mu\text{m}$  olarak, sferik abrazyonlar ameliyat öncesi  $0,22 \mu\text{m}$ , 5. yılda  $0,41 \mu\text{m}$  olarak, trefoil abrazyonlar ameliyat öncesi  $0,12 \mu\text{m}$ , 5. yılda  $0,18 \mu\text{m}$  olarak, toplam YSA ise ameliyat öncesi  $0,38 \mu\text{m}$ , 5. yılda  $0,95 \mu\text{m}$  olarak ölçülmüştür. Çalışmanın sonuçlarına göre tüm abrazyon değerlerinin KKLÇ sonrası işlem öncesine göre artış gösterdiği ancak takip sırasında hiçbirinde anlamlı bir değişikliğin olmadığı gösterilmiştir.

Xia ve arkadaşları KKLÇ işleminin 7 yıllık sonuçlarını inceledikleri bir çalışmada toplam YSA ve koma abrazyonların ameliyattan sonra belirgin bir şekilde arttığını ancak ameliyat sonrası 1. yıl 5. yıl ve 7. yıl sonuçları arasında anlamlı bir fark olmadığını göstermişlerdir(74). Xia ve arkadaşları KKLÇ işleminin 10 yıllık sonuçlarını değerlendirdikleri bir diğeri çalışmada ise 10. Yıl sonunda toplam YSA ve koma

aberasyonların ameliyat öncesine göre önemli derecede arttığını, sferik aberasyonlar ve trefoil aberasyonların ise ameliyat öncesi dönemle benzer olduğunu belirtmişlerdir(75).

Bizim çalışmamızda korneal aberasyonlar 4 mm ve 6 mm'lik pupiller zonda ayrı ayrı incelendi. Bizim çalışmamızda da literatürdeki diğer çalışmalarla benzer olarak korneal aberasyonların hem 4 mm'lik hem 6 mm'lik pupiller zonda ameliyat öncesi döneme göre arttığı ancak diğer çalışmalardan farklı olarak 4 mm'lik pupiller zonda trefoil ve sferik aberasyonların 10. yılda ameliyat öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düştüğü, bununla birlikte toplam YSA ve koma aberasyonlarda ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası 10. yıl arasında anlamlı bir fark bulunmadığı tespit edildi. Ayrıca ameliyat sonrası takiplerde 4 mm'lik pupiller zonda; sferik aberasyonlar, toplam YSA ve koma aberasyonların 1. yılda 5. yıla göre yüksek olduğu saptanırken, trefoil aberasyonlarda ise 1. yıl ve 5. Yıl arasında fark olmadığı tespit edildi. Bununla birlikte 6 mm'lik pupiller zonda ise; trefoil ve koma aberasyonlar 1. yılda yapılan ölçümlerde 5. yıl ve 10. yıla göre anlamlı düşük bulundu, sferik aberasyonlar ve toplam YSA ise 10. yılda yapılan ölçümlerde 1. yıl ve 5. yıla göre anlamlı yüksek saptandı. Çalışmamız her ne kadar diğer çalışmalarla benzer sonuçlara ulaşsa da aradaki mevcut farklılıklarının 200 kHz VisuMax femtosaniye lazerin kullanımı ve Wavefront aberasyon ölçüm yöntemi farklılıklarından ve çalışmaya dahil edilen hasta popülasyonu arasındaki farklılıklardan kayanaktanabileceği düşünüldü.

Çalışmamızın başlıca kısıtlayıcı faktörleri örneklem boyutunun nispeten küçük olması, hasta verilerinin geriye dönük arşiv taraması şeklinde toplanması, örneklem boyutunun küçük olması nedeniyle hastaların düşük miyop, orta miyop ve yüksek miyop olarak sınıflandırılmaması ve işlemlerin birden fazla cerrah tarafından gerçekleştirilmesidir.

## 6. SONUÇ

KKLÇ tekniğinin uzun dönem sonuçlarını bildiren çalışmalar her geçen gün artmaktadır. Yayınlanan son çalışmalarla birlikte KKLÇ tekniğinin uzun dönem sonuçlarına bakıldığında miyopi ve miyopik astigmatizmanın düzeltilmesinde güvenilir,

etkili ve öngörülebilir bir tedavi yöntemi olduğu görülmektedir. Biz de KKLÇ tekniğinin bugüne kadar yayınlanan en uzun dönem sonuçlarından birini bildiren çalışmamızla literatüre aynı yönde katkı sağlamayı amaçladık.

## KAYNAKÇA

1. Moner B. J Refractive Keratoplasty Es Inf Oftal 1949;2-10.
2. Shah R, Shah S, Sengupta S. Results of small incision lenticule extraction: All-in-one femtosecond laser refractive surgery. J Cataract Refract Surg. 2011;37(1):127-37.
3. Vestergaard AH, Grauslund J, Ivarsen AR, Hjortdal J. Efficacy, safety, predictability, contrast sensitivity, and aberrations after femtosecond laser lenticule extraction. J Cataract Refract Surg. 2014;40(3):403-11.
4. Liu M, Chen Y, Wang D, Zhou Y, Zhang X, He J, et al. Clinical Outcomes After SMILE and Femtosecond Laser-Assisted LASIK for Myopia and Myopic Astigmatism: A Prospective Randomized Comparative Study. Cornea. 2016;35(2):210-6.
5. Zhang Y, Shen Q, Jia Y, Zhou D, Zhou J. Clinical Outcomes of SMILE and FS-LASIK Used to Treat Myopia: A Meta-analysis. J Refract Surg. 2016;32(4):256-65.
6. Guo H, Hosseini-Moghaddam SM, Hodge W. Corneal biomechanical properties after SMILE versus FLEX, LASIK, LASEK, or PRK: a systematic review and meta-analysis. BMC Ophthalmol. 2019;19(1):167.
7. Tomás-Juan J, Murueta-Goyena Larrañaga A, Hanneken L. Corneal Regeneration After Photorefractive Keratectomy: A Review. J Optom. 2015;8(3):149-69.
8. Vestergaard AH. Past and present of corneal refractive surgery: a retrospective study of long-term results after photorefractive keratectomy and a prospective study of refractive lenticule extraction. Acta Ophthalmol. 2014;92 Thesis 2:1-21.
9. Chang JY, Lin PY, Hsu CC, Liu CJ. Comparison of clinical outcomes of LASIK, Trans-PRK, and SMILE for correction of myopia. J Chin Med Assoc. 2022;85(2):145-51.
10. Ağca A, Tülü B, Yaşa D, Yıldırım Y, Yıldız BK, Demirok A. Long-term (5 years) follow-up of small-incision lenticule extraction in mild-to-moderate myopia. J Cataract Refract Surg. 2019;45(4):421-6.
11. Ağca A, Demirok A, Yıldırım Y, Demircan A, Yaşa D, Yeşilkaya C, et al. Refractive lenticule extraction (ReLEx) through a small incision (SMILE) for correction of myopia and myopic astigmatism: current perspectives. Clin Ophthalmol. 2016;10:1905-12.
12. G G. Gözün Embriyolojisi, Bölüm 2, Temel Göz Hastalıkları, 1 Baskı, Ankara, Güneş Kitabevi. 2001(29-35. ).
13. Wilson RS, Roper-Hall MJ. Effect of age on the endothelial cell count in the normal eye. Br J Ophthalmol. 1982;66(8):513-5.

14. Ü. B. Kornea Bengisu Ü, editör Göz hastalıkları 2 Baskı İstanbul: Beta basın yayım dağıtım AŞ;. 1985:55-73.
15. DelMonte DW, Kim T. Anatomy and physiology of the cornea. J Cataract Refract Surg. 2011;37(3):588-98.
16. Rüfer F, Schröder A, Erb C. White-to-white corneal diameter: normal values in healthy humans obtained with the Orbscan II topography system. Cornea. 2005;24(3):259-61.
17. Duke-Elder S. Wybar KC Cornea In: Duke-elder S, ed System of Ophthalmology, Vol 2: The Anatomy of the Visual System London, UK: Henry Kimpton Publishers;. 1961:95-131.
18. Gipson IK JN, Zieske JD. . The anatomy and cell biology of human cornea, limbus, conjunctiva, and adnexa In: Smolin G, Foster CS, Thoft R, Azar DT, Dohlman CH, eds Smolin and Thoft's the Cornea: Scientific Foundations & Clinical Practice Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins;. 2005:1-17.
19. OG. W. Corneal Structure and Pathophysiology In: Corneal Disorders Clinical Diagnosis and Management Leibowitz HM (Ed) W B Saunders Company, Philadelphia. 1984:1-265.
20. DM. M. The Cornea and the Sclera London, UK: Academic Press. 1985.
21. Sridhar MS. Anatomy of cornea and ocular surface. Indian J Ophthalmol. 2018;66(2):190-4.
22. AA Farjo MM, HK Soong, editors. Corneal Anatomy, Physiology, and Wound Healing. 2009.
23. Mc Dermott M AH. Kornea Endoteli, Kornea ve dış yüzey hastalıkları, bölüm 5, Ophthalmology, 2basım, Yanoff M, Duker JK, Hayat Tıp Kitapçılık. 2007:422-30.
24. Hanna C, Bicknell DS, O'Brien JE. Cell turnover in the adult human eye. Arch Ophthalmol. 1961;65:695-8.
25. Thoft RA, Friend J. The X, Y, Z hypothesis of corneal epithelial maintenance. Invest Ophthalmol Vis Sci. 1983;24(10):1442-3.
26. Fares U, Otri AM, Al-Aqaba MA, Dua HS. Correlation of central and peripheral corneal thickness in healthy corneas. Cont Lens Anterior Eye. 2012;35(1):39-45.
27. Zhivov A, Stave J, Vollmar B, Guthoff R. In vivo confocal microscopic evaluation of Langerhans cell density and distribution in the normal human corneal epithelium. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2005;243(10):1056-61.
28. Marshall GE, Konstas AG, Lee WR. Immunogold fine structural localization of extracellular matrix components in aged human cornea. I. Types I-IV collagen and laminin. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 1991;229(2):157-63.
29. Nakayasu K, Tanaka M, Konomi H, Hayashi T. Distribution of types I, II, III, IV and V collagen in normal and keratoconus corneas. Ophthalmic Res. 1986;18(1):1-10.
30. Lang GK. Göz Hastalıkları: Palme Yayıncılık, Ankara 2001:117-20.
31. Maurice DM. The transparency of the corneal stroma. Vision Res. 1970;10(1):107-8.
32. L. M. Levine. "Fundamentals and Principles of Ophthalmology," in Fundamentals and Principles of Ophthalmology. San Francisco: American Academy of ophtalmology, . 2017, :p. 40.

33. Johnson DH, Bourne WM, Campbell RJ. The ultrastructure of Descemet's membrane. I. Changes with age in normal corneas. *Arch Ophthalmol.* 1982;100(12):1942-7.
34. Levin LA KP. *Alm A Adler's Physiology of the Eye* 2011.
35. Kaujman HE BB, Mc Donald MB, . *Structure and Function of Cornea. The Cornea*-ed: Newyork,. 1988:3-54.
36. Waring GO, 3rd, Bourne WM, Edelhauser HF, Kenyon KR. The corneal endothelium. Normal and pathologic structure and function. *Ophthalmology.* 1982;89(6):531-90.
37. Weisenthal RW DM. Freitas D *External Disease and Cornea.* 2019.
38. Polse KA, Brand RJ, Cohen SR, Guillon M. Hypoxic effects on corneal morphology and function. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1990;31(8):1542-54.
39. Gipson IK. The ocular surface: the challenge to enable and protect vision: the Friedenwald lecture. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2007;48(10):4390; 1-8.
40. Rózsa AJ, Beuerman RW. Density and organization of free nerve endings in the corneal epithelium of the rabbit. *Pain.* 1982;14(2):105-20.
41. Müller LJ, Marfurt CF, Kruse F, Tervo TM. Corneal nerves: structure, contents and function. *Exp Eye Res.* 2003;76(5):521-42.
42. Oliveira-Soto L, Efron N. Morphology of corneal nerves using confocal microscopy. *Cornea.* 2001;20(4):374-84.
43. Malecaze F, Couillet J, Calvas P, Fournié P, Arné JL, Brodaty C. Corneal ectasia after photorefractive keratectomy for low myopia. *Ophthalmology.* 2006;113(5):742-6.
44. Ambekar R, Toussaint KC, Jr., Wagoner Johnson A. The effect of keratoconus on the structural, mechanical, and optical properties of the cornea. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2011;4(3):223-36.
45. Giraud JP, Pouliquen Y, Offret G, Payrau P. Statistical morphometric studies in normal human and rabbit corneal stroma. *Exp Eye Res.* 1975;21(3):221-9.
46. Wolffsohn JS, Davies LN. Presbyopia: Effectiveness of correction strategies. *Prog Retin Eye Res.* 2019;68:124-43.
47. Güler C. *Gözün Refraktif Durumu, Muayene Yöntemleri, Bölüm 4, . Temel Göz Hastalıkları, 1 Baskı, Aydın P, Akova YA eds, Ankara, Güneş Kitabevi.* 2001:93-102.
48. Netto MV, Dupps W, Jr., Wilson SE. Wavefront-guided ablation: evidence for efficacy compared to traditional ablation. *Am J Ophthalmol.* 2006;141(2):360-8.
49. Ciuffreda KJ, Vasudevan B. Nearwork-induced transient myopia (NITM) and permanent myopia--is there a link? *Ophthalmic Physiol Opt.* 2008;28(2):103-14.
50. Özçetin H SeB. *Gözde kırılma kusurları ve uyum. Miyopi ve Tedavisi Nobel Tıp Kitabevleri, Bursa.* 2002:63-95.
51. Akova Y CG. *Klinik Optik, Bölüm 13. Temel Göz Hastalıkları, 3 Baskı, Aydın P, Akova YA eds, Ankara, Güneş Kitabevi, .* 2015:127-36.
52. Fashner J. *Eye Conditions in Infants and Children: Myopia and Hyperopia. FP Essent.* 2019;484:23-7.
53. Brown SA, Weih LM, Fu CL, Dimitrov P, Taylor HR, McCarty CA. Prevalence of amblyopia and associated refractive errors in an adult population in Victoria, Australia. *Ophthalmic Epidemiol.* 2000;7(4):249-58.

54. Read SA, Collins MJ, Carney LG. A review of astigmatism and its possible genesis. *Clin Exp Optom.* 2007;90(1):5-19.
55. Yildirim Y, Olcucu O, Alagoz N, Agca A, Karakucuk Y, Demirok A. Comparison of visual and refractive results after transepithelial and mechanical photorefractive keratectomy in myopia. *Int Ophthalmol.* 2018;38(2):627-33.
56. Einollahi B, Baradaran-Rafii A, Rezaei-Kanavi M, Eslani M, Parchegani MR, Zare M, et al. Mechanical versus alcohol-assisted epithelial debridement during photorefractive keratectomy: a confocal microscopic clinical trial. *J Refract Surg.* 2011;27(12):887-93.
57. Møller-Pedersen T, Cavanagh HD, Petroll WM, Jester JV. Corneal haze development after PRK is regulated by volume of stromal tissue removal. *Cornea.* 1998;17(6):627-39.
58. Hondur A, Bilgihan K, Hasanreisoglu B. A prospective bilateral comparison of epi-LASIK and LASEK for myopia. *J Refract Surg.* 2008;24(9):928-34.
59. Teus MA, de Benito-Llopis L, García-González M. Comparison of visual results between laser-assisted subepithelial keratectomy and epipolis laser in situ keratomileusis to correct myopia and myopic astigmatism. *Am J Ophthalmol.* 2008;146(3):357-62.
60. Pallikaris IG, Siganos DS. Excimer laser in situ keratomileusis and photorefractive keratectomy for correction of high myopia. *J Refract Corneal Surg.* 1994;10(5):498-510.
61. Titiyal JS, Kaur M, Shaikh F, Gagrani M, Brar AS, Rathi A. Small incision lenticule extraction (SMILE) techniques: patient selection and perspectives. *Clin Ophthalmol.* 2018;12:1685-99.
62. Sekundo W, Kunert KS, Blum M. Small incision corneal refractive surgery using the small incision lenticule extraction (SMILE) procedure for the correction of myopia and myopic astigmatism: results of a 6 month prospective study. *Br J Ophthalmol.* 2011;95(3):335-9.
63. Hjortdal J, Vestergaard AH, Ivarsen A, Ragunathan S, Asp S. Predictors for the outcome of small-incision lenticule extraction for Myopia. *J Refract Surg.* 2012;28(12):865-71.
64. Ganesh S, Brar S, Arra RR. Refractive lenticule extraction small incision lenticule extraction: A new refractive surgery paradigm. *Indian J Ophthalmol.* 2018;66(1):10-9.
65. Sekundo W, Gertnere J, Bertelmann T, Solomatin I. One-year refractive results, contrast sensitivity, high-order aberrations and complications after myopic small-incision lenticule extraction (ReLEx SMILE). *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2014;252(5):837-43.
66. Osman IM, Awad R, Shi W, Abou Shousha M. Suction loss during femtosecond laser-assisted small-incision lenticule extraction: Incidence and analysis of risk factors. *J Cataract Refract Surg.* 2016;42(2):246-50.
67. Liu M, Wang J, Zhong W, Wang D, Zhou Y, Liu Q. Impact of Suction Loss During Small Incision Lenticule Extraction (SMILE). *J Refract Surg.* 2016;32(10):686-92.
68. Son G, Lee J, Jang C, Choi KY, Cho BJ, Lim TH. Possible Risk Factors and Clinical Effects of Opaque Bubble Layer in Small Incision Lenticule Extraction (SMILE). *J Refract Surg.* 2017;33(1):24-9.
69. Ivarsen A, Asp S, Hjortdal J. Safety and complications of more than 1500 small-incision lenticule extraction procedures. *Ophthalmology.* 2014;121(4):822-8.

70. Qiu PJ, Yang YB. Early changes to dry eye and ocular surface after small-incision lenticule extraction for myopia. *Int J Ophthalmol*. 2016;9(4):575-9.
71. Xu Y, Yang Y. Dry eye after small incision lenticule extraction and LASIK for myopia. *J Refract Surg*. 2014;30(3):186-90.
72. Chehaibou I, Sandali O, Ameline B, Bouheraoua N, Borderie V, Laroche L. Bilateral infectious keratitis after small-incision lenticule extraction. *J Cataract Refract Surg*. 2016;42(4):626-30.
73. Zhao J, He L, Yao P, Shen Y, Zhou Z, Miao H, et al. Diffuse lamellar keratitis after small-incision lenticule extraction. *J Cataract Refract Surg*. 2015;41(2):400-7.
74. Sachdev G, Sachdev MS, Sachdev R, Gupta H. Unilateral corneal ectasia following small-incision lenticule extraction. *J Cataract Refract Surg*. 2015;41(9):2014-8.
75. Mastropasqua L. Bilateral ectasia after femtosecond laser-assisted small-incision lenticule extraction. *J Cataract Refract Surg*. 2015;41(6):1338-9.
76. Xia F, Shen Y, Han T, Zhao J, Xu H, Zhou X. Small Incision Lenticule Extraction (SMILE) for Moderate and High Myopia: Seven-Year Outcomes of Refraction, Corneal Tomography, and Wavefront Aberrations. *J Ophthalmol*. 2020;2020:3825864.
77. Xia F, Chen Z, Miao H, Wei R, Li M, Zhao J, Zhou X. Ten-year outcomes following small incision lenticule extraction for up to -10Dioptres myopia. *Clin Exp Optom*. 2024;107(3):285-90.
78. Blum M, Täubig K, Gruhn C, Sekundo W, Kunert KS. Five-year results of Small Incision Lenticule Extraction (ReLEx SMILE). *Br J Ophthalmol*. 2016;100(9):1192-5.
79. Blum M, Lauer AS, Kunert KS, Sekundo W. 10-Year Results of Small Incision Lenticule Extraction. *J Refract Surg*. 2019;35(10):618-23.
80. Tian M, Jian W, Miao H, Li M, Xia F, Zhou X. Five-Year Follow-Up of Visual Outcomes and Optical Quality After Small Incision Lenticule Extraction for Moderate and High Myopia. *Ophthalmol Ther*. 2022;11(1):355-63.