

## Keratorefraktif Cerrahi Geçirmiş Gözlerde Göz İçi Lensi Gücü Hesaplanması

Canan Aslı Utine (\*), Hanefi Çakır (\*), Mehmet Çakır (\*\*), İrfan Perente (\*\*)

### ÖZET

İnsizyonel ve fotoablatif keratorefraktif cerrahi geçirmiş ve katarakt gelişmiş gözlerde göziçi lensi (GİL) gücü hesaplanmasında rutin yöntemler uygulandığında, katarakt cerrahisi sonrası refraktif kusurla sıklıkla karşılaşılabilir. Biyometride 2 önemli hata kaynağı kornea gücünün doğru olarak tayin edilememesi (anterior kornea eğriliğinin doğru ölçülememesi ve bu değer, korneanın refraktif indeksinin değişmiş olması nedeniyle toplam kornea gücü değerine doğru çevrilememesi) ve GİL gücü hesaplama formüllerinde etkin lens pozisyonunun doğru tahmin edilememesidir.

**Anahtar Kelimeler:** Göz içi lensi, keratorefraktif cerrahi, LASEK, LASIK, PRK, RK

### SUMMARY

#### Intraocular Lens Power Calculation After Keratorefractive Surgery

When routine methods are used in intraocular lens (IOL) power calculation in cataractous eyes that have had undergone incisional or photoablative keratorefractive surgery, refractive errors are frequently seen following the cataract surgery. The 2 important sources of error in biometry are the incorrect determination of the corneal power (inability to measure the anterior corneal curvature correctly and inability to convert this measurement to the total corneal power, due to changed refractive index of the cornea) and incorrect estimation of the effective lens position in IOL power calculation formulas.

**Key Words:** Intraocular lens, keratorefractive surgery, LASEK, LASIK, PRK, RK

İnsizyonel ve ya ablatif keratorefraktif cerrahi geçirmiş gözlerde, katarakt gelişimi ile birlikte göz içi lensi (GİL) gücünün doğru olarak hesaplanması önemli bir problem arz etmektedir. GİL gücü hesabının düşük netice vermesi sonucunda hiperopik refraksiyon, insizyonel veya ablatif refraktif cerrahi geçirmiş gözlerde ciddi bir problemdir (1).

Refraktif cerrahi sonrası GİL gücü hesabında 2 önemli nokta; korneanın refraktif gücünün doğru hesap-

lanabilmesi ve etkin lens pozisyonunun (ELP) doğru tahminidir (2).

#### A. NET KORNEA GÜCÜNÜN BELİRLENMESİ

- Anterior kornea eğriliğinin standard keratometre ve bilgisayarlı videokeratografi yöntemleri ile doğru ölçülememesi

(\* ) Op. Dr., Türkiye Hastanesi

(\*\*) Op. Dr., Beyoğlu Göz Eğitim ve Araştırma Hastanesi

Yazarların, çalışmayla ilgili herhangi bir finansal kazançları bulunmamaktadır.

- b. Toplam kornea gücünün, anterior kornea ölçümleri kullanılarak doğru olarak hesaplanamaması (korneanın standard refraktif indeksinin (1.3375), refraktif cerrahi geçirmiş gözlerde doğruluğunu yitirmesi)

Refraktif cerrahi sonrası en büyük değişiklik kornea eğriliğinde oluşmaktadır. Bu gözlerde hem keratometrik, hem de topografik olarak kornea gücü ölçümü, gerçek değerlerden daha yüksek değerlerde ölçüm vermektedir. Yanlış kornea eğimi ölçümlerinin esas sebebi, kornea eğriliğinin keratometrik diyoptrik değerlere (P) paraksiyel ilişki kullanılarak çevrilmesi ile ilgilidir.

$$P = (N-1) / Ra$$

P: Korneanın refraktif gücü (D)

N: keratometrik refraksiyon indeksi

Ra: anterior kornea yüzeyi eğrilik yarıçapı (m)

Bu formüldeki N değeri, posterior yüzey dahil tüm kornea refraktif gücünü gösterir; ve net kornea gücü, korneanın sadece anterior yüzey eğriliği (mm) kullanılarak hesaplanmaktadır (3). Keratometre ve topografi cihazları kornea gücünü hesaplarken, posterior kornea yüzeyi eğrilik yarıçapı ile anterior yüzey eğrilik yarıçapı arasında %84 oranının bulunduğunu ve korneanın refraktif indeksinin (N) 1.3375 olduğunu varsayar. Ancak, korneanın anterior ve posterior eğrilik yarıçapları arasındaki ilişkinin değişmesi ve hiç ameliyat geçirmemiş gözlerdeki 7.5 / 6.3 oranını muhafaza edilememesi nedeniyle (4) anterior kornea yüzeyi eğrilik yarıçapı kullanılarak toplam kornea gücü hesaplanmasını sağlayan kornea refraksiyon indeksleri (standard indeks=1.3375; SRK/T formülündeki indeks = 1.3333) değersiz kalır. Refraktif cerrahi sonrası stromanın su içeriğindeki artış da, refraktif indeks değişikliklerini kısmen açıklar (5).

İnsizyonel ve fotoablatif keratorefraktif cerrahi geçirmiş gözlerde, kornea gücü ölçümünün yanlış yapılmasının farklı nedenleri vardır.

**İnsizyonel refraktif cerrahi:** Parasentral korneadaki radyal insizyonlar, kornea duvarında zayıflamaya neden olur ve göz içi basıncının etkisiyle insizyonların açılması sonucu parasentral olarak dışarı doğru genişleyen kornea duvarı, merkezde düzleşir (6). Parasentral dirsek ve merkezi düz kornea oluşumu nedeniyle, kornea yüzeyi daha oblate şekil alır. Optik zon olarak 3-4mm çaplı daire kullanıldığı durumda, merkezi düz kornea alanının 2mm çaplı alanda kaldığı ve dioptrik güçteki maksimum değişikliğin yaklaşık 5.4mm çaplı bir alanda ("infleksiyon zonu") gerçekleştiği gösterilmiştir. Keratometre 3.2 mm çapındaki bir dairede ölçüm yaptığı için, merkezi düz alandan daha dik korneada ölçüm alır. Keratometrik dioptrik değerlerin gerçekten daha

yüksek ölçülmesi, GİL gücünün daha az hesaplanmasına neden olur. Ayrıca, tüm GİL hesaplama formülleri normal prolate kornealar için geliştirilmiştir; oblate kornealara uygun değildir.

Katarakt ameliyatından sonra, refraktif insizyonların kısmi olarak açılması sonucu, merkezi korneanın bir miktar daha düzleşmesi ve geçici hiperopik kayma olabileceği de unutulmamalıdır. Hesaplanan K değerleri içinde en düz olan K değeri kullanılmalı ve katarakt cerrahisi sonrası refraktif hata olarak miyopi hedeflenmelidir.

**Ablatif Refraktif Cerrahi:** PRK, LASEK ve LASIK yöntemleri, stroma dokusunu uzaklaştırarak ve anterior kornea yüzeyi eğriliğini etkileyerek refraksiyon değişimi sağlarlar. Tüm eksizyonel cerrahilerde, posterior kornea eğriliğinde de değişiklikler olmaktadır (7). Bu değişiklikler, kornea duvarının biyomekanik yapısının değişmesinden kaynaklanır.

Ablasyon profillerinde, insizyonel cerrahiye göre daha geniş optik zon (4.5-7mm) kullanıldığı için, topografik haritalarda görülen diyoptrik dirsek zonu da daha geniş çaplı dairede oluşmakta; dolayısıyla keratometrik eğrilik yarıçapı ölçümleri daha az etkilenmektedir. Ancak, kornea ön ve arka yüzeyindeki değişiklikler nedeniyle, keratometreler ile ölçülen eğrilik yarıçapının keratometrik değere dönüşümü formülleri uygun olmamakta, ve ölçülen diyoptrik kornea gücü gerçek değeri yansıtmamaktadır. Fotorefraktif cerrahi sonrası oluşan topografik değişiklikler, refraktif değişikliklere göre %11.4 oranında az hesaplanmaktadır (8). Dolayısıyla, (Nk -1) / (N-1) oranından faydalanılarak, ölçülen kornea gücü değişimi %11.4 artırılırsa (yani, 1.114 ile çarpılırsa), ablasyon cerrahisi ile oluşturulan keratometrik diyoptrik değişim hesaplanabilir (Nk: 1.376, kornea stromasının refraktif indeksi, N: keratometrik refraksiyon indeksi).

Özetle, insizyonel keratotomi sonrası kornea gücünün hesaplanmasında esas problem, kornea eğrilik yarıçapının doğru ölçülememesi iken; ablatif cerrahide doğru olarak ölçülen anterior yüzey eğrilik yarıçapından, keratometrik diyoptriye dönüşümündedir (9).

### **Keratorefraktif cerrahi geçirmiş gözlerde, korneanın refraktif gücünün hesaplanması**

#### **A) Refraktif cerrahi öncesi verilerin kullanıldığı yöntemler**

##### **1. Klinik hikaye yöntemi**

Klinik hikaye yöntemi, cerrahi sonrası refraktif kusurda elde edilen değişimin sadece etkin kornea gücündeki bir değişim (düzleşme) ile elde edildiği varsayımına dayanır. Bu değişiklik, cerrahi öncesi kornea gücüne

eklenirse, şu anki etkin kornea gücü elde edilebilir. İlk olarak Holladay tarafından öne sürülen bu yöntem, keratorefraktif cerrahi sonrası oluşan refraksiyon değişimini (kornea düzlemindeki sferik eşdeğer), ortalama preoperatif keratometrik diyoptriye ekleme işlemlerini içerir (10).

**Keratometrik güç = Preop keratometrik güç + (preop refraksiyon - postop refraksiyon)**

Bu yöntem, postoperatif dönemde periferik korneada yapılan keratometrik ölçümü dikkate almaz; merkezi korneada gelişen refraksiyon değişimini, preoperatif kornea gücünden çıkararak yeni kornea gücünü hesaplamaktadır.

Örneğin, hastanın preoperatif kornea gücü 43.50D ve refraksiyon sferik eşdeğeri -6.25D; ve postoperatif 1.yılda (katarakt gelişmeden önce) refraktif kusuru -2.00D ise;

$$K = 43.50 + (-6.25) - (-2.00) = 39.25 D$$

Klinik hikaye yöntemi, ön yüzey keratometri değerindeki değişimin hesaplanması şeklinde uygulanabildiği gibi, sferik eşdeğer refraksiyon değişiminin hesaplanması şeklinde de uygulanabilir.

Bu yöntemin kullanılmasındaki en önemli 2 nokta; preoperatif keratometrik ve refraktif verilerin saklanması ve lentiküler (indeks) miyopiden etkilenmemesi amacıyla refraktif cerrahi sonrası refraksiyon ölçümlerinin, katarakt gelişiminden önce elde edilmiş olmasıdır.

Klinik hikaye yöntemi, cerrahi geçirmiş gözdeki keratometri değerine bağlı olmadığı için, hem insizyonel hem eksizyonel cerrahi geçirmiş gözlerde uygulanabilir.

## 2. Feiz-Mannis yöntemi

Bu yöntemde GİL gücü, hasta daha önce hiç refraktif cerrahi geçirmemiş gibi, refraktif cerrahi öncesi kornea gücü değerleri ve katarakt cerrahisinden hemen önce ölçülen aksiyel uzunluk değerleri kullanılarak hesaplanır. Hesaplanan bu değere, LASIK ile elde edilen refraktif kusur değişiminin, 0.7'ye bölünmesi ile elde edilen değer eklenir (11).

**PG post-refraktif cerr = PG pre refraktif cerr + ( $\Delta D / 0.7$ )**

PG : GİL gücü (D)

$\Delta D$ : Refraktif cerrahide gerçekleştirilen düzeltme

## B) Refraktif cerrahi öncesi verilere ihtiyaç duyulmayan yöntemler

**1. Kontakt lens yöntemi** Kontakt lens yöntemi; kornea üzerine plan güçte ve korneanın etkin gücüne eşit dioptride temel eğriye sahip bir sert PMMA kontakt

lens yerleştirilirse (sert gaz geçirgen kontakt lens değil), gözün refraktif kusurunun değişmeyeceği prensibine dayanır. Gerçek kornea gücünün tahmini için, bu yöntemde öncelikle manifest refraksiyon muayenesi yapılır ve daha sonra bilinen güç ve temel eğride sert kontakt lens (KL) uygulandıktan sonra, refraksiyon muayenesi tekrarlanır. Hastanın gerçek keratometri değeri şöyle hesaplanır (12):

**P = KL eğriliği + KL gücü + (KL üzerinden refr. SE - KL yok iken refr. SE)**

SE: Sferik eşdeğer

Örneğin, hastanın düzeltilmesiz refraksiyon sferik eşdeğeri -0.50, ve temel eğrisi 38D olan -1.00D gücündeki sert kontakt lens göz üzerine yerleştirildiğinde refraktif gücü +1.00D ise;

$$K = 38.00 + (-1.00) + (+1.00 - (-0.50)) = 38.50 D$$

Kontakt lens yönteminin uygulanabilmesi için en iyi düzeltilmiş görme keskinliğinin en az 20/80 seviyesinde olması gereklidir. Muayene ortamında temel eğrisi 32D, 35D ve 39D olan en az 3 set kontakt lensin hazır bulunması gerekmektedir. Bu yöntem oldukça zaman harcanması gereken bir yöntem olup, lentiküler miyopiye bağlı ortaya çıkabilecek problemlerin önüne geçmez. Eksizyonel cerrahi geçirmiş gözlerde, kornea yüzeyinin, kontakt lens temel eğrisine tam olarak uymayacağı, ve arayüzeyde gözyaşı menisküsü oluşabileceği şüpheleri mevcuttur (13).

## 2. Keratometre ve Topografi Yöntemleri Manuel

/ otomatik keratometre ve kornea topografisi, sadece anterior kornea eğrilik yarıçapını ölçmekte, posterior kornea eğrilik yarıçapını değerlendirememekle birlikte modifiye / etkin refraktif indeks kullanılarak, keratometre değeri paraksiyel formül ile hesaplanmaktadır:

$$P (D) = (rN-1) / Ra$$

Örneğin, etkin refraktif indeks olarak Zeiss oftalmometresi (Oberkochen, Almanya) 1.3315 kullanırken, EyeSys kornea topografisi (Houston, Texas) 1.3375 kullanılır.

**Manuel keratometreler**, merkezi korneada 3.2mm çaplı halka üzerinde ölçüm yaparlar. Optik zonu 4mm veya daha az olan RK geçirmiş gözlerde, son derece az güvenilir ölçümler vermektedir. PRK ve LASIK geçirmiş gözlerde ise, manuel/otomatik keratometreler ve topografi cihazları ile merkezi refraktif güç, düzeltilen değişikliğin %14ü kadar fazla ölçülür.

**Otomatik keratometreler**, 2.6mm çaplı dairede ölçüm yaptıkları için, 3mm veya daha küçük optik zonlu RK geçirmiş gözlerde, manuel keratometrelere göre daha doğru sonuçlar vermektedirler.

**Kornea topografi cihazları**, tüm kornea üzerinden 5000 noktadan fazla noktada ve merkezi 3mm çaplı dairede 1000 noktadan fazla noktada ölçüm yapmaktadır. Böylece, düzensiz astigmatlı kornealarda güç saptanması için daha fazla veri ile doğru ölçüm sağlanmaktadır. Ancak, korneanın posterior yüzeyi hakkında bilgi vermemektedir. Keratorefraktif cerrahi geçirmemiş kornealarda, korneanın posterior yüzey eğriliği, anterior yüzey eğriliğinden 1.2mm daha azdır (14). Keratorefraktif cerrahi sonrası bu varsayımlar doğru değildir.

Ayrıca topografi cihazlarındaki hangi değerlerin formüle uygulanması gerektiği tam olarak kestirilememektedir. Simule keratometrik değer (SimK), verteks normalinde keratometrik değer, pupil alanında ortalama K değeri gibi değerler farklı sonuçlar vermektedir (15).

**Orbscan cihazı** (Bausch & Lomb), topografi cihazlarının aksine, korneanın hem anterior hem posterior yüzey haritasını oluşturabilme avantajına sahiptir. Ancak korneanın arka yüzey gücü, teorik olarak Gullstrand'ın model gözüne göre -5.90D, Orbscan'e göre ise -6.20D kabul edilir. Gerçekte ise, arka yüz değeri -2.10 ile -8.50D arasında değişmektedir. Ayrıca, refraktif cerrahi sonrası Orbscan ölçümlerinin oldukça değişken olması da, Orbscan ölçümlerinin güvenilirliğini kısıtlamaktadır.

**Pentacam** (Oculus), korneanın anterior ve posterior yüzeylerinin refraktif güçlerini toplayarak "Gerçek Net Güç Haritası" oluşturur. Bu strateji, refraktif cerrahi sonrası bile merkezi korneada gerçek refraktif gücün ölçülebilmesi için geliştirilmiştir.

**3. Maloney yöntemi** Maloney'in geliştirdiği yöntemde, topografiden elde edilen merkezi kornea gücü, anterior kornea gücüne çevrilmekte; daha sonra bu değerden posterior kornea gücü olan 4.9D çıkarılmaktadır (16).

**Merkezi kornea gücü = (Merkezi topografik güç x (376/337.5))-4.9**

Klinik hikaye verilerine ihtiyaç duymaması en önemli avantajıdır; fakat GİL gücünü gerçek değerden düşük hesapladığı gösterildi için 4.9 yerine 6.1D posterior kornea gücü çıkarılması önerilmiştir (16). **Modifiye Maloney yöntemine göre;**

**Merkezi kornea gücü = (Merkezi topografik güç x [376 / 337,5]) - 6.1**

**4. İntraoperatif GİL gücü hesabı** Ameliyat odasında el-tipi otomatik refraktometre ile hastanın kataraktı alındıktan sonra, göz stabil durumdayken yapılan ölçümler ile GİL gücü tahmini için şu formül geliştirilmiştir (17):

$$PG = 2,02 \times Rx + (A-118,4)$$

$$PG : \text{GİL gücü (D)}$$

$$Rx : \text{Afak refraksiyon}$$

$$A : \text{GİL sabiti}$$

Bu yöntemin uygulanabilmesi için, ameliyathanede tüm güçlerde GİL'lerin hazır bulunması gereklidir.

## **B. GİL GÜCÜ HESAPLAMA FORMÜLÜNÜN SEÇİLMESİ**

**1. Teorik Formüller:** Göz içinde bilinen bir yerleşimdeki GİL düzleminde gerekli olan verjans gücünü hesaplar.

**IOL gücü = GİL düzleminde gerekli verjans - Korneanın GİL düzleminde etkin gücü**

Teorik formüllerde 6 değişken kullanılarak, GİL gücü hesaplanır:

$$\text{GİL} = 1336 / (\text{AU-ELP})$$

$$\text{AU} = 1336 / (1000 / ((1000 / \text{PostRx}) - V)) + P$$

$$\text{GİL: göz içi lensi gücü (D)}$$

$$P: \text{kornea gücü (D)}$$

$$\text{AU: aksiyel uzunluk (mm)}$$

$$\text{ELP: etkin lens pozisyonu (mm)}$$

$$\text{PostRx : İstenen postoperatif refraksiyon (D)}$$

Bu formüllerde, preoperatif olarak ölçülemeyen tek değişken ELP'dir. ELP, göziçi lensinin göz içindeki pozisyonunu tarif eder ve ön kamara derinliğinden farklı bir mesafeyi gösterir. 1980den önce, birinci jenerasyon teorik formüllerde, ELP tüm hastalarda 4mm olarak sabit kabul edilmekteydi. İmplant edilen GİL'lerin büyük çoğunluğu iris klip fiksasyonlu olduğu için, kornea tepesinden yaklaşık 4mm posteriorda yerleşimliydi.

1981'de, Binkhorst ikinci jenerasyon teorik formülde, ELP tayini için tek değişken olarak aksiyel uzunluğun kullanılmasını önerdi (18). Ortalama ELP, 4.5mm olarak değişmişti; çünkü, konveks plano GİL implantasyonu iris planından yaklaşık 0.5mm daha derine, sulkusa yapılmaktaydı. 1996'da ortalama ELP 5.25mm'ye artırıldı, çünkü implante edilen lenslerin bikonveks yapısı olması nedeniyle temel düzleminin göz içine doğru derinleşmesi ve lens implantasyonunun artık kapsul cebi içine, siliyer sulkustan 0.25mm daha derine yapılmasıydı.

ELP tahmininde daha iyi sonuç alınabilmesi için, üçüncü jenerasyon teorik formüllerde aksiyel uzunluk ve keratometri kullanıldı (19). 1995'te Olsen ve ark, 4

değişken; aksiyel uzunluk, keratometri, preoperatif ön kamara derinliği ve lens kalınlığını kullanılmasını önerdiler (20). Ancak Holladay ve ark, insan gözünün anterior segmenti ile posterior segmentinin boyutlarının oranlı olmadığını belirttiler (21) ve 7 preoperatif değişken ile aksiyel uzunluğu 15mm ile 35mm arasındaki gözlerde sağlıklı ELP tahmini yapılabileceğini önesürdüler. Bu değişkenler; aksiyel uzunluk, kornea gücü, yatay kornea çapı, ön kamara derinliği, lens kalınlığı, preoperatif refraksiyon ve yaştır.

Tahmin edilen ELP'den 0.5mm aksiyel yönde sapma olması durumunda, 20D gücündeki bir GİL implante edildiğinde, yaklaşık 1.0D hataya neden olunurken, 60D toplamında piggy back GİL implantasyonu yapılırken, aynı miktarda aksiyel yerdeğişimi, 3D refraktif kaymaya neden olur.

**2. Regresyon analizi formülleri:** Klinik olarak elde edilmiş refraktif sonuçların retrospektif olarak incelenmesi ile GİL gücü hesaplama formülleri geliştirilmektedir.

### Birinci jenerasyon formüller

Bu formüller, tüm Gİller için tahmini GİL pozisyonunu simgeleyen tek bir sabit kullanır (Ön kamara derinliği, ÖKD).

Lloyd ve Gills, Retzlaff, Sanders ve Kraff'ın geliştirdikleri formüller 1980'de birleştirilerek SRK I formülü geliştirildi.

#### SRK Formülü

$$\text{GİL gücü (Diyoptri)} = A - B(\text{AU}) - C(\text{K})$$

A: lens sabiti (lens pozisyonu, haptik açılanması ile ilişkili)

B: Aksiyel uzunluk için çarpım faktörü, B=2.5

AU: Aksiyel uzunluk(mm)

C: Keratometri çarpım sabiti, C=0.9

K: Ortalama keratometri değeri ( D )

**Emetropi dışında refraksiyon (R) hedefleniyorsa**

$$\text{PG} = A - B(\text{AU}) - C(\text{K}) - D(\text{R})$$

D: refraksiyon için çarpım faktörü

Emetropi için GİL gücü  $\geq 14$  D ise, D=1.25; GİL gücü  $< 14$  D ise D=1.00

Ön kamara GİL implante edilmek isteniyorsa, arka kamara GİL için yapılan hesaplanan güç, A sabitlerinin farkı kadar düşürülmelidir (genelde 2D daha zayıf güçte GİL implante edilir).

### İkinci jenerasyon formüller

1980'de, PMMA arka kamara GİL pozisyonu ile aksiyel uzunluk arasında direkt ilişki bulunarak; ÖKD'nin daha iyi saptanması için 2. jenerasyon formüller geliştirildiler.

SRK II formülü ve modifiye Binkhorst formülü bu grupta yer alır. SRK II formülünde A sabiti, aksiyel uzunluğa göre ayarlanarak, AI adı verildi.

### Üçüncü jenerasyon formüller

1988'de, Holladay kornea dikliği ile GİL pozisyonu arasında direkt ilişki saptayarak, Binkhorst formülünü geliştirerek Holladay 1 formülünü oluşturdu. Kornea - iris düzlemi arasındaki mesafe hesaplandı ve iris düzlemi - GİL arası mesafe (cerrah faktörü, CF) buna eklendi. 1990'da, Retzlaff, Holladay 1 formülünü geliştirdi ve çok yüksek ve çok düşük GİL gücü gerektiğinde kullanılmak üzere SRK/T formülü oluştu. 1992'de Hoffer Q, SRK formülünün yerini almak üzere geliştirildi.

### Dördüncü jenerasyon formüller

Holladay 2 formülü, GİL'e özgü ÖKD'yi belirleyen tahmini skala faktörünü (estimated scaling factor - ESF) hesaplamak için; preoperatif ÖKD, kornea çapı, lens kalınlığı, refraktif hata ve yaş faktörlerini kullanır.

Haigis ise, GİL pozisyonunu tanımlayan tek faktörü (A sabiti, ÖKD veya CF), 3 adet GİL'e özgü tasarım faktörü ile değiştirdi ( $a_0, a_1, a_2$ ). Bu faktörler, belli bir tasarımdaki lensler bir seri (500 - 1000) göze implante edildikten sonra hesaplanmaktadır. Haigis formülünün doğruluğu, 3 faktörün de kullanılması ile artar (22).

Günümüzde, GİL gücü hesaplanmasında ikinci jenerasyon ampirik regresyon formülleri ve üçüncü, dördüncü jenerasyon teorik optik formüller kullanılmaktadır.

Haigis dışındaki üçüncü ve dördüncü jenerasyon GİL hesaplama formülleri, kornea gücünü kullanarak ELP hesabı yaparlar. Miyopik keratorefraktif cerrahi geçirmiş gözlerde, ELP yanlış olarak düşük hesaplanmaktadır.

Problemin çözülmesi için Aramberri (23), "Çift-K yöntemi" adını verdiği yöntem ile çözmeye çalışmıştır. Refraktif cerrahi öncesi K değeri ELP hesaplanmasında kullanılırken, refraktif cerrahi sonrası stabil durumda ölçülen K değeri verjans formülü içinde GİL gücü hesaplanmasında kullanılmaktadır. Bu yöntem ELP hesabını içeren herhangi üçüncü ve dördüncü jenerasyon GİL hesabı formülüne ayarlanabilir.

### GİL gücü ayarlama tabloları

Holladay II dışındaki 3.jenerasyon formüller kullanılarak, hasta daha önce keratorefraktif cerrahi geçirmemiş gibi GİL gücü hesaplandıktan sonra; refraktif cerrahi ile gerçekleştirilmiş düzeltmenin SE miktarına göre GİL gücü düzeltilir (2, 24).

### Gelecek

Işıkla ayarlanabilen lensler (Light Adjustable Lenses, LAL, Calhoun Vision) olarak bilinen silikon üç parçalı lensler, implantasyondan 2-4 hafta sonra belli bir dalgaboyundaki ışığa maruz kaldıklarında lens içindeki foto-duyarlı monomerlerin birleşerek uzun polimer zincirleri oluşturması ve lensin şekil ve dolayısıyla refraksiyon değiştirerek istenen güce non-invazif olarak ayarlanabilmektedir (25).

Refraktif cerrahi geçirmiş katarakt hastalarına yaklaşımda en önemli noktalardan biri de; hastanın postoperatif ametropi durumuyla karşılaşılabilceği hakkında bilgilendirilmesi ve böyle bir durumda gözlük, kontakt lens kullanımı veya ilave cerrahi ihtiyacı olabileceği konusunda uyarılmasıdır. İlave cerrahi, korneaya ilave refraktif düzeltme, GİL değişimi veya piggyback GİL uygulaması olabilir.

### KAYNAKLAR

- Puech M. Les biométries difficiles. J Français d'Ophtalmologie 2003;26(5):528-31.
- Koch DD, Wang L. Calculating IOL power in eyes that have had refractive surgery. J Cataract Surg 2003;29:2039-42.
- Gobbi PG, Carones F, Brancato R. Keratometric index, videokeratography, and refractive surgery. J Cataract Refract Surg 1998; 24:202-11.
- Holladay JT. Cataract surgery in patients with previous keratorefractive surgery (RK, PRK, and LASIK). Ophthalmic Prac. 1997;15:238-244
- Meek KM, Dennis S, Khan S. Changes in the refractive index of the stroma and its extrafibrillar matrix when the cornea swells. Biophys J 2003;85:2205-12.
- Maloney RK. Effect of corneal hydration and intraocular pressure on keratometric power after experimental radial keratotomy. Ophthalmology 1990;97:927-33.
- Baek T, Lee K, Kagaya F, et al. Factors affecting the forward shift of posterior corneal surface after laser in situ keratomileusis. Ophthalmology 2001;108:317-20.
- Maeda N, Klyce SD, Smolek MK, McDonald MB. Disparity between keratometry-style readings and corneal power within the pupil after refractive surgery for myopia. Cornea 1997;16:517-24.
- Gobbi PG. IOL Calculation after refractive surgery: Mind the step! Comp Ophthalmol Update 2001;2:161-7.
- Holladay JT. Consultations in refractive surgery. Refract Corneal Surg 1989;5:203 (letter).
- Feiz V, Mannis MJ, Garcia-Ferrer F, et al. Intraocular lens power calculation after laser in situ keratomileusis for myopia and hyperopia: a standardized approach. Cornea 2001;20:792-7.
- Hoffer KJ. Intraocular lens power calculation for eyes after refractive keratotomy. J Refract Surg. 1995;11:490-3.
- Zeh WG, Koch DD. Comparison of contact lens overrefraction and Standard keratometry for measuring corneal curvature in eyes with lenticular opacity. J Cataract Refract Surg 1999;25:898-903.
- Lowe RF, Clark BA. Posterior corneal curvature. Brit J Ophthal 1973;57:464-70.
- Maeda N, Klyce SD, Smolek MK, McDonald MB. Disparity between keratometry-style readings and corneal power within the pupil after refractive surgery for myopia. Cornea 1997;16:517-24.
- Wang L, Booth MA, Koch DD. Comparison of intraocular lens power calculation methods in eyes that have undergone LASIK. Ophthalmology 2004;111:1825-31.
- Hoffer KJ. IOL Selection After Prior Refractive Surgery. American Academy of Ophthalmology WebSite. Clinical Updates. Cataract Vol 1: Module:2 www.aaao.org/vp/edu/cataract/v1m2
- Binkhorst RD. Intraocular lens power calculation manual. A guide to the author's TI 58/59 IOL power module. 2nd ed, New York, Richard D Binkhorst, 1981.
- Holladay JT, Prager TC, Chandler TY, et al. A three-part system for refining intraocular lens power calculations. J Cataract Refract Surg. 1988;13:17-24.
- Olsen T, Corydon L, Gimbel H. Intraocular lens power calculation with an improved anterior chamber depth prediction algorithm. J Cataract Refract Surg. 1995 May;21(3):313-9.
- Holladay JT, Gills JP, Leidlein J, Cherchio M. Achieving emmetropia in extremely short eyes with two piggy-back posterior chamber intraocular lenses. Ophthalmology 1996;103:1118-23.
- Haigis W, Lege B, Miller N, Schneider B. Comparison of immersion ultrasound biometry and partial coherence interferometry for IOL calculation according to Haigis. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2000;238:765-73.
- Aramberri J. Intraocular lens power calculation after corneal refractive surgery: Double-K method. J Cataract Refract Surg 2003;29:2063-8.
- Wang L, Booth MA, Koch DD. Comparison of intraocular lens power calculation methods in eyes that have undergone LASIK. Ophthalmology 2004;111:1825-1831.
- Werner L, Apple DJ, Schmidbauer JM. Ideal IOL (PMMA and foldable) for Year 2002. In: Buratto L, Werner L, Zanini M, Apple DJ, eds. Phacoemulsification: principles and techniques. Thorofare, NJ: Slack Inc.;2003:435-51.