

# Arka Kamara Göz İçi Lenslerinde Tilt ve Desantralizasyon

## TILT AND DECENTRATION OF POSTERIOR CHAMBER INTRAOCULAR LENSES

Hülya GÖKMEN SOYSAL\*, Zeliha YAZAR\*\*

\* Dr.,Ankara Numune Hastanesi, II. (Söz Kliniği Asist.,

\*\* Dr.,Ankara Numune Hastanesi. II. Göz Kliniği Şef Yard., ANKARA

### Özet

*Katarakt cerrahisi sonrası arka kamara göz içi lensi (AK-GİL) yerleştirilmiş gözlerde GİL'in tilt ve desantralizasyonu, oldukça sık görülen ve bazı problemlere neden olabilen bir komplikasyondur. Bu makalede, tilt ve desantralizasyonun ölçüm yöntemleri, ortaya çıkma nedenleri ve yarattığı sonuçlar ele alınmıştır.*

**Anahtar Kelimeler :** Göz içi lensi, Tilt, Desantralizasyon

T Klin Oftalmoloji 1098. 7:57-64

Günümüzde, katarakt cerrahisinde modern teknik mikrocerrahi olanaklarının kullanılması sayesinde, oldukça başarılı sonuçlar alınmakta ve hastaların çoğu tatmin edici bir görme düzeyine kavuşmaktadır. Ancak yine de daha iyi bir görsel kalite elde etmeye yönelik çalışmalar devam etmektedir.

Planlı ekstrakapsüler katarakt ekstraksiyonu (PEKKE) sonrası, göz içi lensi (GİL) yerleştirilen olgularda, yerleştirilmeyenlere göre postoperatif astigmatizmanın daha yüksek olduğu literatürde pek çok yazar tarafından bildirilmiştir (1-3). Bunun nedenlerinden biri GİL malpozisyonudur. GİL desantralizasyon ve tilti, hastalarda glare, astigmatizma, halo görülmesi ve refraktif hatalar gibi görüntü kalitesini bozan olaylara neden olur.

Son yıllarda GİL desantralizasyon ve tilti giderek artan bir tartışma konusu haline gelmiştir. Biz de bu makalede, tilt ve desantralizasyona neden olan faktörleri ve buna bağlı olarak gelişen refraksiyon bozuklukları ve astigmatizma gibi problemleri açıklamayı amaçladık.

Geliş Tarihi: 22.01.1997

**Yazışma Adresi:** Dr.Hülya GÖKMEN SOYSAL  
Yazgan Sok. No: 21/6  
06590 Cebeci, ANKARA

T Klin .I Ophthalmol 1998. 7

### Summary

*Tilt and decentration are frequent complications that can cause some problems in eyes with posterior chamber intraocular lenses, after cataract surgery. In this paper, measurement methods, causes, and consequences of tilt and decentration are described.*

**Key Words:** Intraocular lens, Tilt, Decentration

T Klin J Ophthalmol 1998, 7:57-64

### Tilt ve Desantralizasyon

Tilt, GİL'in, optik merkezden geçen bir eksen etrafında rotasyon yapması ve koronal düzleme göre bir kenarının daha önde bulunmasıdır (Şekil 1).

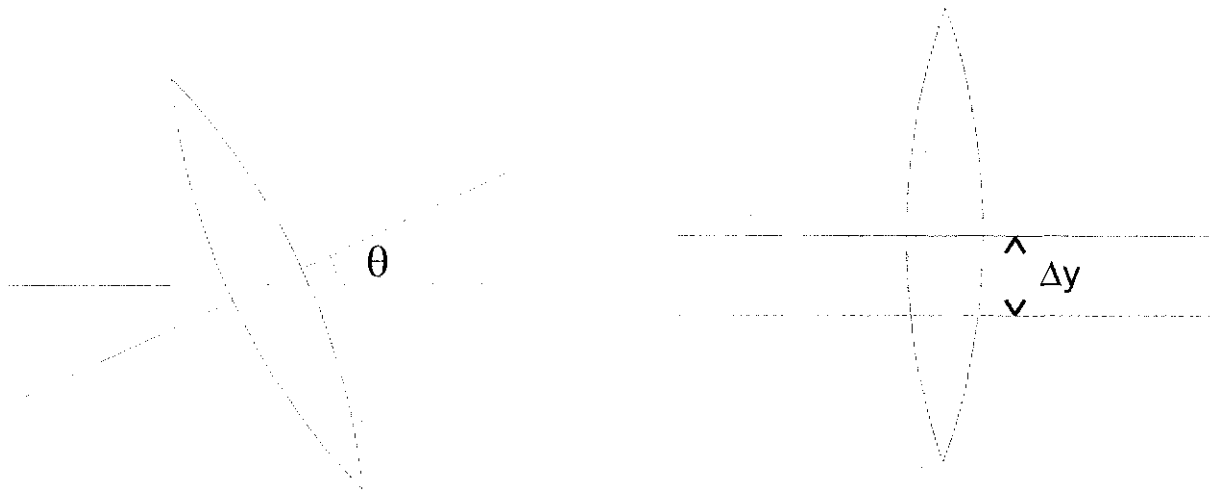
Desantralizasyon ise, GİL'in koronal plan üzerinde yukarı-aşağı, sağa-sola veya oblik yönlerde yer değiştirmesidir (4) (Şekil 1).

#### 1. Tilt ve Desantralizasyon Ölçüm Yöntemleri

GİL tilt ve desantralizasyonu ile ilgili ilk çalışmalar postmortem gözler üzerinde yapılmış, GİL seviyesinin arkasından yapılan kesiler yardımıyla ölçümler gerçekleştirilmiştir. İlk kez 1986'da Komine ve ark. ray-tracing metoduyla, 1987'de Sasaki ve ark. Scheimpflug kamerası kullanarak fotografik imaj analizi yöntemiyle, Philips ve ark. yine özel bir kamera yardımıyla tilt ve desantralizasyonu in vivo olarak ölçmeyi başarmışlardır (5,6). Ancak bu yöntemler özel cihazlar ve pahalı bir donanım gerektirir. Daha sonra Uozato ve Guyton'm Pürkinje imajlarını kullanarak geliştirdiği ölçüm yöntemi, öncekilere göre daha basittir (7,8).

#### Pürkinje - Sanson İmajları

Pürkinje-Sanson imajları gözün 4 önemli refraktif yüzeyinde oluşan yansımalarından ortaya çıkar. İnsan korneası, merkezi sferik yapıda olan ve gelen ışınları yansı-



Şekil 1. Sol, GİL'in üst kenarının öne tilti. Sağ, GİL'in yukarı desantralizasyonu ( $\theta$ : tüt açısı,  $\Delta y$ : desantralizasyon miktarı ).

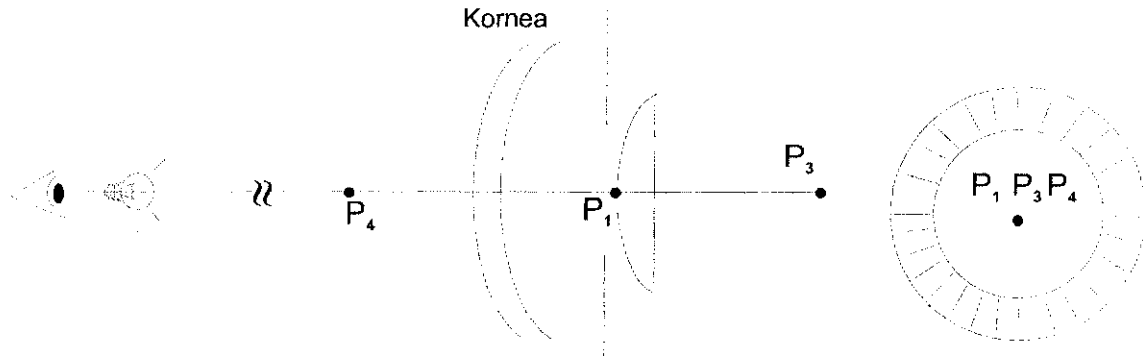
tan bir konveks aynadır. Bu nedenle, sonsuzdaki bir cismin korneadan yansıması ile korneanın arkasında, düz, zahiri (hayali) ve kornea eğrilik yarıçapının yarısı kadar uzaktaki bir noktada bir imaj oluşur. Eğer korneaya karşıdan bir ışık kaynağı tutulursa, korneanın arkasında ışık yansıması şeklinde bir imaj oluşur. Bu imaj, 1. Purkinje imajıdır ( $P_1$ , kornea ışık refleksi) (9).  $P_2$ , 4. Purkinje imajı içinde en parlak olanı ve klinikte en çok kullanılanıdır.

Kornea arka yüzü 2., lens ön yüzü 3., lens arka yüzü 4. Purkinje imajını oluşturur. Purkinje imajlarının parlaklığı, primer olarak refraktif yüzey ve onun önündeki ortamın kırma indisi farkından etkilenir. Kornea-hava arasındaki kırma indisi farkı, diğer yüzeylerin kırma indisi farkından çok daha büyük olduğu için, normal fakik gözde  $P_1$  diğerlerinden 100 kat daha parlaktır (8).  $P_2$ ,  $P_3$

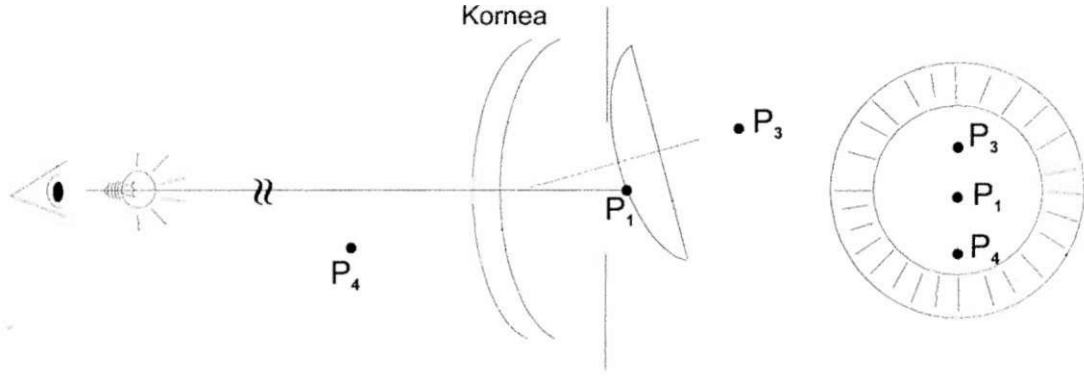
ve  $P_4$  çok soluk oldukları için nadiren fark edilirler. Psödofakik gözde, aköz ve lens refraktif indisleri arasındaki fark, fakik gözdekine göre daha yüksek olduğu için  $P_2$  ve  $P_3$  imajları 15 kez daha parlaktır ve kolaylıkla görülebilir.  $P_3$  ve  $P_4$ ,  $P_1$ 'den daha hareketlidir (8).

#### Purkinje İmajları Yardımıyla Tilt ve Desantralizasyon Ölçümü

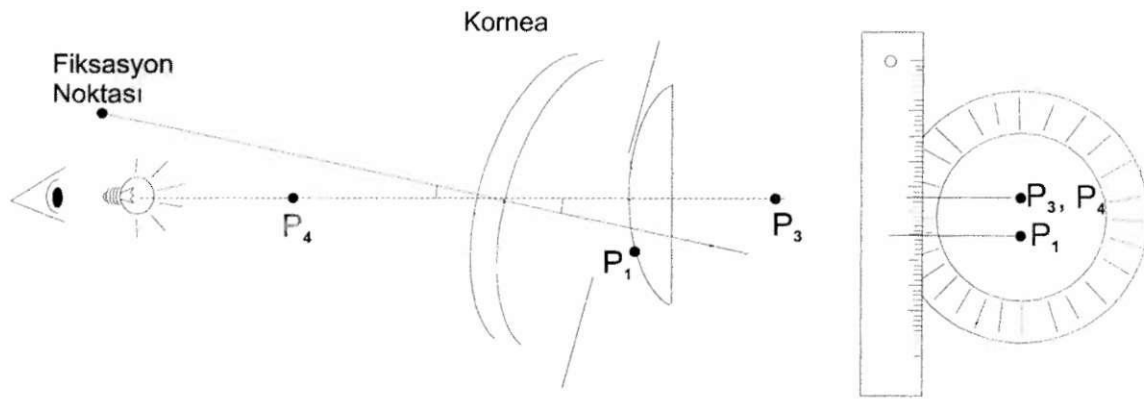
Tilt ve desantralizasyon olmayan psödofak bir gözde, hasta tam karşısındaki ışık kaynağına bakarken  $P_1$ ,  $P_2$  ve  $P_3$  refleleri üst üste gelir (Şekil 2). Bu sırada gözlemci ışık kaynağının arkasından bakmalıdır. Tilt varsa,  $P_2$  ve  $P_3$  üst üste gelmez ve hasta karşıya bakarken üç Purkinje refleksi de ayrı ayrı görülür (Şekil 3). Gözün tilt yönüne doğru tilt açısı kadar devie olması halinde, GİL koronal plana paralel hale gelir. Bu sırada yine tam



Şekil 2. Tilt ve desantralizasyon olmayan bir gözde, hasta karşıya bakarken Purkinje imajları üst üste gelir.



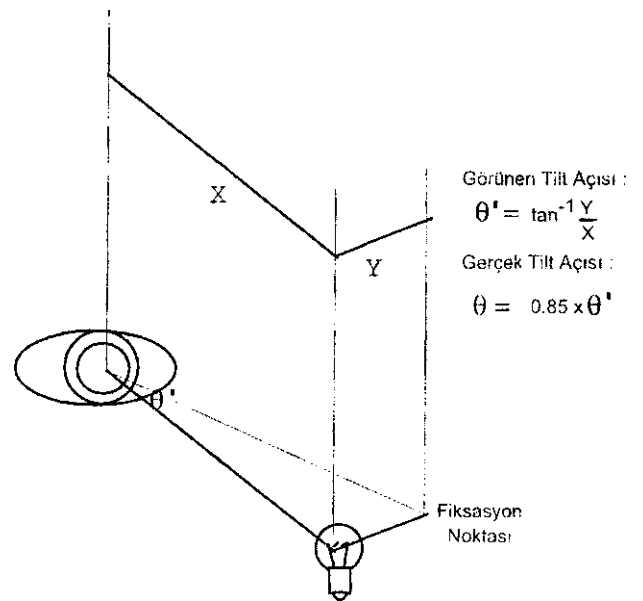
Şekil 3. Tilt ve desantralizasyon olan bir gözde Purkinje imajları ayrı ayrı görülür.



Şekil 4. Görünen tilt açısı kadar tilt yönüne devie olan gözde P<sub>3</sub> ve P<sub>4</sub>'ün süperimpoze olması.

karşıdan ışık kaynağı tutulup kaynağın arkasından bakıldığında P<sub>3</sub> ve P<sub>4</sub> süperimpoze olacaktır (Şekil 4). Bu durumda, görünen tilt açısının tanjantı, ışık kaynağı—fiksasyon objesi arasındaki mesafenin, hastanın gözü—ışık kaynağı arasındaki mesafeye bölünmesiyle bulunur. Gözün lambda açısı ve bakış yönü değişen gözde kornea ışık reflesinin zıt yöndeki küçük hareketi nedeniyle, gerçek tilt açısı, görünen tilt açısının %85'ine eşittir (8) (Şekil 5). Bu ölçümler, hasta gözünden belli bir uzaklıkta saydam bir asetat kağıdı yerleştirilerek ve fiksasyon noktası ile ışık kaynağı arasındaki mesafe bu kağıt üzerinde ölçülerek kolayca yapılabilir (10),

Bir fiksasyon objesine bakarak tilt açısı kadar tilt yönüne devie olmuş psödo fak gözde P<sub>3</sub> ve P<sub>4</sub>'ün süperimpoze olduğu nokta lensin optik merkezindedir. Bu durumda üst üste gelmiş P<sub>3</sub> ve P<sub>4</sub> ile, P<sub>1</sub> arasındaki mesafe desantralizasyon miktarını verir. Bu mesafe ya cetvelle ölçülür (ki bu kadar küçük bir mesafeyi ölçmek oldukça zordur) ya da belli bir büyütmeyle fotoğraflanarak ölçülür (Şekil 4).



Şekil 5. Tilt açısının ölçülmesi.

Kozaki, desantralizasyon ölçümü için başka bir metod daha tarif etmiştir (6). Bu yöntemde GİL kenarı ile kornea merkezi arası mesafe ölçülmüş ve bu ölçümden geriye doğru işlemler yapılarak desantralizasyon miktarı bulunmuştur. Örneğin, optik çapı 6 mm olan bir lensin 1 mm desantralize olması halinde, lens kenarı ile kornea merkezi arasındaki mesafe korneanın %14 büyütme gücü de göz önüne alınırsa  $(6/2-1) \times 14/100=2.3$  mm olarak ölçülür. Ölçülen değer 2.3 mm iken işlemler geriye doğru yapılarak, 1 mm desantralizasyon olduğu hesaplanır.

## 2. Tüt ve Desantralizasyon Nedenleri- Şiddetine Etki Eden Faktörler

### a) Anatomik Faktörler

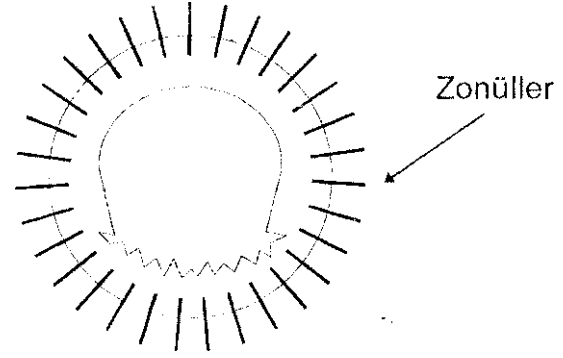
Tüt ve desantralizasyon, kısmen preoperatif kristalin lens pozisyonunu yansıtan anatomik temellere bağlıdır. Tscherning, kristalin lensin de tam santralize olmadığı, korneal kurvatür merkezi referans alındığında, lensin üst nazal kenarı öne gelecek şekilde  $4-7^\circ$ 'ye varan tilt ve yukarı doğru  $0.25$  inm'ye varan desantralizasyon gösterdiğini bildirmiştir (11). GİL tilt ve desantralizasyon yönü ile ilgili olarak yapılan çalışmaların çoğunda, yapay lensteki malpozisyon yönleri, Tscherning'in bildirdiği kristalin lensteki duruma uyaktadır. Atının, kendi sensinde GİL'lerin en sık superotemporale doğru desantralize olduğunu, bunun da fotal fissiir kapanma yeri olan inferonazal meridyenin tam karşısına rastladığını bildirmiştir. Bu bilgilere dayanarak, göz içi yapılarıdaki (kapsüler bag ve siliyer sulkus) kristalin lense de yansıyan tilt ve desantralizasyonun, GİL tilt ve desantralizasyon nedenlerinden biri olduğu söylenebilir.

### b) Ön Kapsülektomi ve GİL İmplant Tekniği

Ön kapsülektomi tekniği ve GİL haptiklerinin lokalizasyonu, malpozisyonun şiddetinde rol oynayan en önemli faktörlerden biridir.

Modern katarakt cerrahisinde, fakoemülsifikasyonda olsun, klasik nükleus ekspresyonunda olsun, lens materyalini temizlemek ve GİL implante etmek için, ön kapsülde bir açıklık yaratmak şarttır. Günümüzde kullanılan ön kapsülektomi teknikleri; zarf kapsülotomi (envelope), can opener ve kapsüloreksistir. Rutin katarakt cerrahisinde GİL haptiklerinin lokalizasyonu açısından da sulkus fiksasyonu ve kapsül içi fiksasyonu olmak üzere iki tür inıplantasyon tekniği mevcuttur. En iyi sonuca, GİL'in doğal lensin fizyolojik lokalizasyonunda, kalıcı bir şekilde kapsül içine implante edilmesiyle ulaşılır (12).

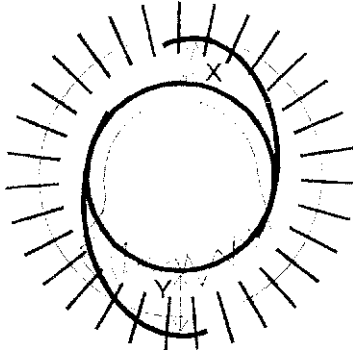
GİL'in inıplantasyon durumunu, kapsülektomi şekillerine göre şu şekilde inceleyebiliriz:



Şekil 6. Envelop tekniğinde kapsülektomi kenarlarından radyal yırtık oluşma riski fazladır.

*i) Envelope teknik (Zgrf kapsülotomi):* GİL'in kapsül içine implante edilmesini sağlayan yöntemlerden biridir. Burada, lensin "bag içi" implantasyonu amaçlanır. Bir oluşumun gerçek bir bag olabilmesi için, düzenli olması, santral açıklıktan perilere doğru uzanan bir yırtık bulunmaması gerekir (12). Zarf kapsülotomide, üst kadranda kesintili bir kapsülotomi yapılır. < il! implante edildikten sonra alt kadranda kalan ön kapsül flebi ise, kesintisiz körvilineer bir şekilde çıkarılır. Bu nedenle, zarf kapsülotomi tekniğinde, ön kapsülün santral açıklığı, asimetrik, düzensiz ve yer yer kesintili bir açıklıktır. Kapsülektominin üst kenarındaki kesintili bölge ve özellikle bunun kenarları zayıf noktalardır (Şekil 6). Kapsülektomi kenarlarında, germe kuvveti her noktada eşit olarak dağılmaz. Nükleus ekspresyonu sırasında, kapsülektomi kenarları gerilir ve bu germe kuvveti, açıklığın en zayıf noktasından perilere doğru radyal bir yırtık oluşturur. Bag duvarındaki bu yırtık, GİL implantasyonu sırasında, fleksibl lıplardan birinin veya her ikisinin GİL yerleştirilirken veya çevrilirken, bu açıklıktan ekstrude olmasına yol açar. Bu durum olmayıp, her iki haptik bag içine yerleştirilse bile postoperatif dönemde, sekonder fibrozis ve kontraksiyon, ön kapsül yırtığının iki flebinin zıt yönlerde doğru ilerleyip yırtığın büyümesine ve geç dönemde bu açıklıktan haptiğin kaçışma neden olur. Anterior kapsüldeki bu yırtıklar aynı zamanda asimetrik germe kuvvetleri nedeniyle ekvatora doğru ilerlemeye meyillidir. Perifere uzanan bu yırtıklar bag'in bütünlüğü ve stabilitesinin bozulmasına yol açar. Bu yüzden envelop tekniği lens implante edilmiş olgularda, en az bir haptiğin, başlangıçta bag içinde olsa bile sonradan sulkusa kaçtığı bildirilmiştir (13,14). Radyal yırtıkların bu şekilde haptik kaçışma yol açması literatürde "pea-pod" etkisi olarak adlandırılmıştır (3,15).

Perifere uzanan radyal yırtıklar bir haptiğin bag içinde, bir haptiğin sulkusta bulunması şeklinde



Şekil 7. İnvelop teknikte perilere uzanan radyal yırtık sonucu gelişen asimetrik haptik fiksasyonu. Bag içindeki haptik, sulküstaki haptikten daha çok bükülür (Y>X).

ASİMETRİK HAPTİK FİKSASYONU na neden olurlar. VVasseman ve ark. (3) radyal yırtıklar ile haptiğin sulkusa kaçması arasında önemli bir ilişki olduğunu, bu nedenle zarf kapsülotomi yöntemiyle asimetrik haptik fiksasyonunun sık görüldüğünü bildirmişlerdir. Rosen (16), bu yöntemle 3 ay gibi kısa bir sürede asimetrik haptik fiksasyonu ve malpozisyon geliştiğini rapor etmiştir.

Asimetrik haptik fiksasyonu, GİL tilt ve desantralizasyonunda rol oynayan en önemli nedenlerden biridir (17-22). Bir lupu bag içinde, bir lupu sulkusta olan lenslerde, kapsül içi ve sulkus oluşumlarının aynı koronal planda olmaması nedeniyle, GİL, sulküstaki haptik yönüne doğru tilt yapar. Benzer şekilde, sulkus ve kapsül içi çapları birbirinden farklı olduğu için, GİL, sulküstaki haptik tarafına doğru desantralize olur. Ayrıca, her iki fleksibl lup, farklı çaplardaki ortamlara uyum sağlamak zorunda olduğu için, farklı miktarlarda eğilme gösterir ve zaten GİL'in kendi simetrisi bozulacağından desantralizasyon kaçınılmazdır (12) (Şekil 7).

Yapılan çeşitli çalışmalarda, tilt ve desantralizasyon yönleri genellikle üst kadranlara doğrudur. Envelop teknikte ön kapsülde en çok radyal yırtık oluşumu da üst kadranlarda görülür. Ön kapsülün bu bölgede en zayıf ve radyal yırtık oluşumuna müsait olması, en sık görülen tilt ve desantralizasyon yönleriyle uyumludur (18).

Radyal yırtıkların başka bir olumsuz etkisi de şu şekilde açıklanır; kapsül fibrozisi genellikle bu yırtıkların kenarlarından başlar. Kapsüldeki fraksiyon bantları, kapsülün iris veya siliyer cisme yapışması, kapsiiler bag ekvatorunda irregüler, yuvarlak olmayan bir kontur oluşmasına, asimetrik kapsül fibrozisine neden olur. Böyle bir ortamda GİL üzerinde asimetrik ve dengesiz itme-çekme kuvvetleri ortaya çıkar. Bu nedenle GİL'in santralizasyonu daha da zorlaşır (23,24).

ii) "*Can-opener*" kapsülotomi: Bu yöntemde, ön kapsülde, birbiriyle birleşen kesintili, multipl küçük yırtıklarla ön açıklık oluşturulur. Her bir yırtık, lens ekstraksiyonu veya GİL implantasyonu sırasında peri fere ilerleyebilir. Hem yırtıkların uzaması, hem de geç kontraksiyon nedeniyle, zaman geçtikçe ön santral açıklık büyür (12). Ancak, can-opener tekniğinde, her iki haptiğin de sulkusa yerleştirilmesi planlandığından asimetrik haptik fiksasyonu gibi kötü bir sonuç burada söz konusu değildir.

Can-opener kapsülotomiyle sulkusa yerleştirilen lenslerde tilt ve desantralizasyon oluşumunda, GİL haptiklerinin yumuşak ve vaskiialarize uvea dokusunda yarattığı erozyonun rol oynadığı bildirilmiştir (25,26).

iii) *Kapsüloreksis (Continuous Curvilinear Capsulohexis)*: GİL'in uzun süreli olarak en iyi ve en güvenli bir şekilde santralizasyonunu sağlayan yöntemdir (15,18,19,27,28). Kapsüloreksiste ön kapsülde, devamlı-düzgün kenarlı bir açıklık sağlanır. Bu açıklık tam olarak yuvarlak olmasa bile sürekli-düzgün bir kontur söz konusudur. Bu nedenle gerçek bir kapsüloreksis olgusunda germe kuvvetleri dengeli bir şekilde dağıldığı için, radyal yırtık oluşması ve zamanla bag yapısının bozulması oldukça zordur. Kapsüloreksisten sonra nükleus fakoemiisifikasyonla değil de klasik ekstraksiyonla çıkarılsa bile kapsül kenarı elastisitesi sayesinde, radyal yırtık oluşma ihtimali diğer yöntemlere göre daha azdır. Bu nedenle kapsüloreksis yapılarak kapsül içi implantasyonu sağlanan lenslerde tilt ve desantralizasyon en azdır.

Sulkus ve kapsül içi implantasyon tekniklerinden başka, arka kapsülü olmayan hastalarda kullanılan skleral fiksasyon tekniğinde de, cerrahi tekniğin GİL pozisyonunda büyük etkisi vardır. Skleral fiksasyon lensleriyle ilgili en iyi pozisyonu sağlayabilmek konusunda çalışmalar yapılmaktadır (29-31).

### c) GİL Dizayını

İmplant edilen lensin haptik konfigürasyonu, materyali ve çapı da malpozisyonu etkileyen faktörlerdendir (20,21,32). GİL dizayını özellikle kapsül içi implantasyon planlanan olgularda daha önemli bir etkidir. Yapay lensin kapsül içinde dengeli ve stabil bir şekilde kalabilmesini, dolayısıyla santralizasyonunu etkiler. Assia (17), postmortem gözlerde kendi geliştirdiği uveoskleral pencere tekniği ile, GİL'lerin pozisyonunu, kapsülün ve göz içi yapıların durumunu ayrıntılı olarak incelemiş ve GİL dizayınının lens pozisyonunda rolü olduğunu bildirmiştir. Lensin total çapı ve rijiditesi arttıkça, kapsül kenarlarına uygulanan radyal kuvvetler artmaktadır. Uzun J lıplı lenslerde haptik-ekvator teması daha az bir alanda olmakta, ayrıca ön kapsül kenarlarındaki radyal gerginlik artmaktadır. C lıplı lenslerde ise,

haptiklerle ekvator arasında daha büyük bir alanda kontakt vardır. Lupların kapsül ekvatoruna temas ettiği alan arttıkça ön kapsül kenarlarındaki gerginlik daha dengeli olarak dağılmaktadır. Bu nedenle daha az radyal yırtık ve daha az malpozisyon gelişmektedir.

Yapılan çeşitli çalışmalarda, 360° sirküler haptikli GİL'lerde en az, C luplu lenslerde az, J luplu lenslerde en çok malpozisyon olduğu, monoblok lenslerde daha az malpozisyon görüldüğü bildirilmiştir (10,17,23). Ancak bu çalışmalar kapsül içi yerleşim planlanmış olgular üzerinde yapılmıştır. Sulkus fiksasyonu amaçlanan lenslerde, İtip dizaynının malpozisyona fazla etkisi yoktur.

Optik çapı, malpozisyon şiddetini etkilemez, ancak tilt ve desantralizasyona bağlı görsel aberasyonlar, küçük optikli lenslerde daha belirgindir.

Haptiklerin yapıldığı materyal, rijid veya fleksibl oluşu da malpozisyon miktarını etkileyebilir (2,33).

#### d) Asimetrik Kapsül Fibrozisi ve Korteks Bakiyeleri

GİL üzerindeki torsiyonel ve lineer kuvvetleri artırarak tilt ve desantralizasyonun artmasına yol açar (20,21).

#### e) Asimetrik Zonül Zedelenmesi

Siliyer sulkus ve bağ yapısının distorsiyon ve desantralizasyonuna yol açtıkları için tilt ve desantralizasyonu arttırmaları (18,34).

#### 0 Aksiyel Uzunluk (AXL)

Auran (11,35), daha uzun gözlerde tiltin azaldığını, desantralizasyonun arttığını bildirmiştir.

AXL azaldıkça, glob ve siliyer halkanın çapı azalacağı için, GİL üzerine etki eden torsiyonel kuvvetin artması, GİL'i destekleyen intraoküler yapılarda ve GİL'de daha çok tilt oluşumuna yol açar. Auran, desantralizasyon ile AXL arasındaki ilişkiyi ise şu şekilde açıklamıştır: Glob büyüdükçe, GİL'in koronal planda hareket edebileceği potansiyel aralık artar ve bu da daha yüksek desantralizasyona neden olur. Ayrıca, AXL'nin artması daha düşük güçte lens implantasyonu gerektirdiğinden, desantralizasyon kolaylaşır.

### 3. Tilt ve Desantralizasyonun Yol Açtığı Görsel Aberasyonlar

Tilt ve desantralizasyon durumunda, lens merkezi optik aksın dışına çıktığı için bazı görsel aberasyonlar ortaya çıkar. Aslında yapay lens, kristalin lenstekki gibi aberasyonları önleyen bir yapıya sahip olmadığı için (36), psödo-faklarda görme kalitesi malpozisyon olsun ya da olmasın, şeffaf lensli fakik bir insana göre daha düşüktür (37). Ancak GİL tilt ve desantralizasyonu bazı olgularda glare, yansıma, gölgelenme, monoküler

diplopi, multiplopi, ışık haleleri görülmesi gibi ek problemlere yol açar ve retinadaki imajların netliğini bozar (38-41). Bu yakınmaların bir kısmı, GİL'deki çevirme ve lazer hollerinin pupil alanına çıkmasına bağlıdır ve pupil dilatasyonu nedeniyle geceleri artış gösterir. McDonnel optik çapı küçük olan lenslerin bu tür şikayetlere daha sık yol açtığını, küçük çaplı optiklerde GİL kenarı veya hollerin daha kolay pupil alanına geldiğini bildirmiştir (42).

Akkm ve ark. psödo-fak olgularda GİL malpozisyonunun görme alanında da değişikliklere neden olduğunu, bu olgularda desantralizasyon ve tilt yönünde görme alanı defektleri saptadıklarını bildirmişlerdir (26).

Bifokal ve monofokal GİL'lerde tilt ve desantralizasyon daha ciddi görsel aberasyonlara ve bu tür lenslerin kullanım amacına ulaşamamasına neden olur (3).

### 4. Tilt ve Desantralizasyonun Yol Açtığı Refraktif Hatalar

Lens Tilti: Tilt, GİL'in efektif gücünde değişikliğe ve aberasyonel astigmatizmaya neden olur. Sivak (43), lazer ışınları kullanarak yaptığı bir çalışmada lens tiltine bağlı optik sonuçları ortaya koymuştur. Lens tilti, paralel olarak göze gelen ışınların farklı şekilde kırılmasına yol açar. Emetrop bir gözde tilt olmaması durumunda ışınların retinada odaklaşması gerekir. Oysa tilt durumunda paralel gelen ışınlar optik eksen dışında ve retina önünde bir noktada odaklanırlar (Şekil 8). Bu nedenle tilt hem sferik, hem de silendirik hataya neden olur.

Göz içine yerleştirilmiş ince kenarlı bir mercekte, genellikle ön ve arka kurvatürler eşit olmadığı için, lens önü ve arkasındaki primer ve sekonder odak noktaları eşit uzunlukta değildir. Burada önemli olan sekonder odak noktasıdır. Bir göz için seçilmiş ideal güçte bir GİL için, malpozisyon olmadığı durumda sekonder odak noktasının retinada olması yani sonsuzdan gelen ışınların retina üzerinde odaklaşması gerekir. Bu lensin göz içindeki efektif gücü:

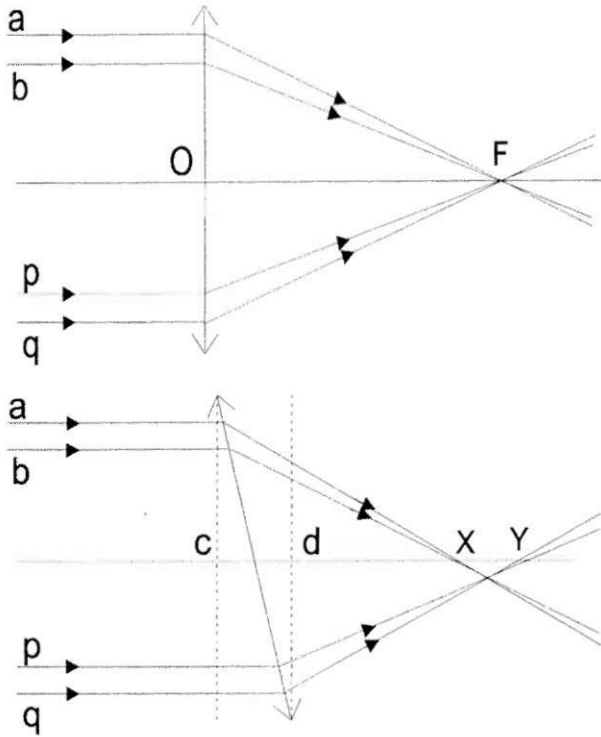
$$F_v = \frac{n}{f_v} \text{ 'dir.}$$

F<sub>v</sub> : Arka verteks gücü (GİL efektif gücü)

f<sub>v</sub> : Arka verteks mesafesi (GİL arka polü ile, birbirine paralel gelerek GİL'den geçen ışınların kesişim noktası arası mesafe)

n : GİL'in ortamdaki kırılma indisi.

Sekonder odak noktası, arka verteks mesafesi, GİL efektif gücü de arka verteks gücü olarak adlandırılır. GİL tilti arka verteks mesafesini kısaltarak efektif lens gücünü artırır ve miyopik kayma oluşturur (43). Miyopiye kaymadaki artış tilt miktarına bağlı olarak artar.



Şekil 8. Lens tilti, sonsuzdan gelen ışınların optik aks dışında ve daha önde kesişmelerine yol açar.

Tilte bağlı astigmatizma (TBA) ise, tilt miktarı ve GİL gücüne bağlıdır. Optik sistemlerde yapılan hesaplamalarda, tilte bağlı silindirik hata, korneanın 3.6 mm arkasındaki bir lens için:

$$0=0.000253 \times F \times c/2 \text{ formülü ile ifade edilmiştir.}$$

C: Silindirik hata (dioptri)

F: GİL gücü (dioptri)

q: Tilt (derece)

GİL'in üst kenarı (90°) öne gelecek şekilde bir tilt kurala uygun bir astigmatizma yaratır.

20 D bir lensin	10° tilti,	0.5 dioptri silindirik	1 dioptri sferik
	20° tilti,	2 dioptri silindirik	4 dioptri sferik
	30° tilti	5 dioptri silindirik	12 dioptri sferik

hataya neden olur (43).

TBA, her zaman olumsuz etkilere yol açmaz. Gözdeki tek astigmatizma kaynağı olmadığı için, miktarı ve eksenine göre, zaman zaman korneal astigmatizmayı nötralize ederek gözün toplam astigmatizmasını azaltabilir. Bu nedenle bazı klinik çalışmalarda TBA küçümşenmiş ve klinik önemi olmadığı ileri sürülmüştür (44,45). GİL tilti lense bağlı bir astigmatizma oluşturduğu için, hastalarda post-operatif sütürotomi planlanırken, sadece korneal astigmatizma ve keratometrik

veriler değil, total astigmatizma da değerlendirilmelidir.

Tilt aynı zamanda minimal bir prizmatik etkiye de neden olur (42).

Lens Desantralizasyonu: desantralizasyonun en iyi açıklanabilen refraktif etkisi prizmatik etkidir. Desantralizasyon durumunda, lensin merkezi ile optik aks birbiriyle çakışmaz (11).

Prentice kuralına göre; bütün mercekler optik merkez dışındaki noktalarına gelen bütün ışınlarda prizmatik deviasyona neden olurlar. Prizmatik deviasyon optik merkezde sıfır iken merkezden uzaklaştıkça artar.

$$D = P \times d$$

D : Prizmatik etki (Prizm dioptri).

P : GİL gücü (Dioptri)

d : Optik merkezden uzaklık (Desantralizasyon (cm))

Buna göre desantralizasyonun yarattığı prizmatik etki GİL gücü ve desantralizasyon miktarı ile orantılı olarak artar. Bu etkinin önemi özellikle vertikal meridyende belirgindir. Çünkü gözün vertikal füzyonel verjansı, horizontal füzyonel verjansına göre çok daha küçüktür. Eğer desantralizasyon yukarı veya aşağı doğru ise vertikal füzyonel verjans kapasitesi, prizmatik etkiyi kompanze edemeyebilir ve vertikal diplopi ortaya çıkar. Literatürde yukarı doğru 2 mm GİL desantralizasyon olan 2 olguda vertikal diplopi bildirilmiştir (46).

Desantralizasyonun yarattığı prizmatik etki, lens şekil faktörü (shape factor) denen, lens ön ve arka yüzey kurvatürlerine göre hesaplanan değere de bağlıdır. Lens şekil faktörü, lensin plano-konveks, konveks-plano veya bikonveks olmasına göre değişir. En az prizmatik deviasyonun plano-konveks lenslerde görüldüğü bildirilmiştir (4,47).

Tilte bağlı refraktif hatalar lens şekil iaktörüyle fazla bağlantılı değildir.

Literatürde, desantralizasyonun sferik ve silenderik hatalara yol açtığına dair klinik çalışmalar olmasına rağmen (48) bunun nasıl oluştuğuyla ilgili tatmin edici açıklamalar yapılmamıştır. Muhtemelen desantralizasyon tek başına olmadığı için veya oküler distorsiyona ve çeşitli aberasyonlara yol açtığı için, astigmatizmada da rolü olabilir.

Sonuç olarak GİL'in tilt ve desantralizasyonu, katarakt ameliyatlarından sonra oldukça sık görülen, hastalarda subjektif yakınmalara ve istenmeyen refraktif hatalara yol açabilen bir komplikasyon olarak hatırdta tutulmalıdır.

## KAYNAKLAR

1. Moore JG. Intraocular Implants: The postoperative astigmatism. British J. Ophth. 1980; 64: 318-21.
2. Sulewski ME, Stark WJ. Decentration of all-PMMA posterior chamber intraocular lens due to haptic deformation(letter). Arch Ophth 1991; 109: 316-7.

3. Washerman D, Apple D.I, Casleneda VE, Tsai J et al. Anterior capsular tears and loop fixations of posterior chamber intraocular lenses 1991; 98: 425-31.
4. Atchison DA. Optical design of intraocular lens-III: On-axis performance in the presence of lens displacement. *Optom. and Vision Sci* 1989; 66(10): 671-81,
5. Philips P, Percz-Emanuelli J, Rosskothén HD, Koester CJ. Measurement of intraocular lens decentration and tilt in vivo. *J Cataract Refract Surg* 1988; 14:129-35.
6. Kozaki J, Tanihara H, Yasuda A, Nagata M. Tilt and decentration of implanted posterior chamber intraocular lens. *J Cat Refract Surg* 1991; 17:592-5.
7. Uazolo H, Makino H, Saishin M. Real-time measurement of implanted intraocular lens tilt and decentration using Purkinje images. *Invest. Ophthalmol Vis Sci* 1989; 30 (suppl): 500.
8. Ciuytoul DL, Uazalo H, Wisnieki HJ. Rapid determination of intraocular lens (tilt and decentration through the undilated pupil. *Ophthalmol* 1990; 97: 1259-64.
9. Rosenthal P. Clinical Applications of Optical Principles. In: Albert DM, Jacobiec FA, eds. *Principles and Practice of Ophthalmology*. 1994: 3660-3.
10. Akkın C, Monies J, Pamukçu K, Andaç K. İntraoküler lenslerin kanlılif desantralizasyonu ve tilt ölçümü. *Türk Oft Gaz*. 1993; 23: 216-9.
11. Auran JD, Koester CJ, Donn A. In vivo measurement of posterior chamber intraocular lens decentration and tilt. *Arch Ophthalmol* 1990; 108: 75-9.
12. Bluenthal M, Assia E, Shochot Y. Lens anatomical principles and their technical implications in cataract surgery. Part I: the lens capsule. *J Cat Refract Surg* 1991; 17: 205-10.
13. Mc-Donnell PJ, Chamoion R, Green WR. Location and composition of haptics of posterior chamber intraocular lenses: Histopathologic study of postmortem eyes. *Ophthalmol* 1987; 94: 136-42.
14. Apple DJ, Park SB, Merkley K.H et al. Posterior chamber intraocular lenses in a series of 75 autopsy eyes Part I; Loop location. *J Cat Refract Surg* 1986; 12: 358-62.
15. Gimbel HV, Neuhau T: Development, advantages and methods of the continuous curvilinear capsulorhexis technique. *J. Cat. Refract. Surg.* 1990; 16: 31-7
16. Rosen PH, Twomey JM, Kirkness CM. Endocapsular cataract extraction. *Eye* 1989; 3: 672-7.
17. Assia EI, Apple DJ; Side-view analysis of the lens-11. Positioning intraocular lenses. *Arch Ophthalmol* 1992; 110: 94-7.
18. Pollock WST, Casswell AG. Decentration of the posterior chamber lens implant. A comparison of the capsulorhexis with endocapsular surgery. *Eye* 1994; 8: 680-3.
19. Akkın C, Özler SA, Menteş J. Tilt and decentration of bag fixated intraocular lenses. A comparative study between capsulorhexis and envelope techniques. *Doc Ophthalmol* 1994; 87(3): 199-209.
20. Ohmi S, Uenoyama K. Decentration associated with asymmetric capsular shrinkage and intraocular lens design in a rabbit model. *J Cat Refract Surg* 1995; 21 (3): 193-6.
21. Ohmi S. Decentration Decentration associated with asymmetric capsular shrinkage and intraocular lens size. *J Cat Refract Surg* 1993; 19: 640-3.
22. Park SB, Aquavella JV, Sass VO. Intraocular lens dislocation in the bag. *J Cat Refract Surg* 1993; 19: 546-7.
23. Assia EI, Legler UPC, Merrill C, Hicklin JC et al: Clinicopathologic study of the effect of radial tears and loop fixation on intraocular lens decentration. *Ophthalmol*. 1993; 100: 153-8
24. Davidson JA. Analysis of capsular bag defects and intraocular lens positions for consistent centration. *J Cat Refract Surg* 1986; 12: 124-9.
25. Apple DJ. Mammals N, Loftfield K et al. Complication of intraocular lenses. A historical and histopathological review. *Surv Ophthalmol* 1984; 29: 1-54.
26. Akkın C, Cengiz H, Köse S, Ateş Y, Haznedaroğlu G. İntraoküler lens tilt ve desantralizasyonunun otomatik perimetre sonuçlarına etkisi. *Oftalmol* 1994; 3(4): 237-41.
27. Pande M. Continuous curvilinear capsulorhexis and Planned Extracapsular Cataract Extraction, are they compatible?. *British J Ophthalmol* 1993; 77: 152-7.
28. Caballero A, Lopez MC, Losada M, Percz-Flores Salinas M. Long-term decentration of intraocular lenses implanted with envelope capsulotomy and continuous curvilinear capsulotomy. A comparative study. *J. Cat Refract Surg* 1995; 21: 287-92.
29. Price FW, Wellemeyer M. Transscleral fixation of posterior chamber intraocular lenses. *J Cat Refract Surg* 1995; 21: 567-73.
30. Bergren RR, Kenyars AM, Van Collier B, Pretorius CF. Vertical tripod fixation (VTE) simplifies transscleral approaches. *Ophthalmol* 1995; 26: 367-71.
31. Bergren RL; Four point fixation technique for sutured posterior chamber intraocular lenses. *Arch Ophthalmol* 1994; 112(11): 1485-7.
32. Ohmi S, Uenoyama K. Experimental evaluation of posterior capsule opacification and intraocular lens decentration. Comparison of intraocular lenses of 12.5 and 14 mm diameter. *J Cat Refract Surg* 1993; 19: 348-51.
33. Mackool RJ. Central displacement of the lens haptics (letter). *Arch Ophthalmol* 1991; 109: 317.
34. Legler UF, Assia EI, Castaneda VE, Hoggatt JP, Apple DJ; Prospective experimental study of factors related to posterior chamber intraocular lens decentration. *J Cat Refract Surg* 1992; 18: 449-55.
35. Auran JD, Koester CJ, Donn A. The relationship of intraocular lens decentration and tilt magnitudes to axial length. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1989; 30(suppl): 500.
36. Sivak JG, Kreuzer RO. Spherical aberration of the crystalline lens. *Vision Res* 1983; 23: 59-70.
37. Sobacı G, Yıldırım E, Bilge A, Altısoy İ. Psödo-faklarda görme kalitesinin araştırılması. Köker ÖF, Ersöz TR, Kaya A(ed). *TOD XXIII. Ulusal Kongre Bülteni*. Adana: Ç.Ü. Basımevi, 1989;1:153-5.
38. Rosner M, Sharir M, Blumenthal M. Optical aberrations from a well centered intraocular lens implant. *Am J Ophthalmol* 1986; 101: 117-8.
39. Kozaki J, Takahashi F. Theoretical analysis of image defocus with intraocular lens decentration. *J Cat Refract Surg* 1995; 21(5): 552-5.
40. Faaland RW, Grossman LW. Optical performance of decentered monofocal intraocular lenses. *J Cat Refract Surg* 1992; 18(3): 286-92.
41. Uchio E, Ohno S, Kusakawa T. Spherical aberration and glare disability with intraocular lenses of different optical design. *J Cat Refract Surg* 1995; 21 (6): 690-5.
42. McDonnell PJ, Spalton DJ, Falcon MG. Decentration of posterior chamber lens implant; the effect of optic size on the incidence of visual aberrations. *Eye* 1990; 4: 132-7.
43. Sivak JG, Kreuzer RO, Hildebrand T. Intraocular lens tilt and astigmatism. *Ophthalm Res* 1985; 17: 54-9.
44. Lakshminarayanan V, Enoch JM, Raasch T, Crawford B, et al. Refractive changes induced by intraocular lens tilt and longitudinal displacement. *Arch Ophthalmol* 1986; 104:90-3.
45. Çakıcı F, Aslan BS, Duman S. Arka kamara lenslerinde postoperatif astigmatizma ve göz içi lens pozisyonunun astigmatizmaya etkisi. *Türk Oft Gaz* 1990; 20: 67-71.
46. Hamed LM, Helveston EM, Ellis FD. Persistent binocular diplopia after cataract surgery. *Am J Ophthalmol* 1987; 103:741.
47. Atchison DA. Refractive errors induced by displacement of intraocular lenses within the pseudophakic eye. *Optom, and Vision Sci*. 1989; 66(3): 146-52
48. Korynta J, Bok J, Cendelin J. Changes in refraction induced by change in intraocular lens position. *J Refract Corneal Surg* 1994; 10(5): 556-64.