



# Göz İçi Lenslerde Biyouyumluluk

## Biocompatibility of Intraocular Lenses

Pelin Özyol\*, Erhan Özyol\*, Fatih Karel\*\*

\*Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, Muğla, Türkiye

\*\*Dünyagöz Hastanesi, Göz Hastalıkları Kliniği, Ankara, Türkiye

### Öz

Göz içi lensinin performansı cerrahi teknik, cerrahi komplikasyonlar, göz içi lensinin biyomateryal ve tasarımı ve kişinin lense verdiği yanıt gibi faktörlerle belirlenmektedir. Göz içi lenslerin biyouyumluluğunda belirleyici faktör enflamatuvar hücrelerin ve lens epitel hücrelerinin davranışlarıdır. Bu nedenle göz içi lens materyalinin biyouyumluluğu gözün implante edilen lense verdiği enflamatuvar yabancı cisim reaksiyonuyla ilişkili uveal biyouyumluluk ve kapsülde kalan lens epitel hücrelerin göz içi lens ile ilişkisi tarafından belirlenen kapsül biyouyumluluk olarak değerlendirilmektedir. Göz içi lens materyallerinin yetersiz biyouyumluluğu klinik olarak ön kapsül opasifikasyonu, arka kapsül opasifikasyonu ve lens epitel hücrelerinin göz içi lens üzerine ilerlemesi şeklinde farklı klinik tablolarla sonuçlanabilir. Refraktif lens değişimi ya da konjenital katarakt cerrahisi sonrasında pediatrik göz içi lens implantasyonu gibi nedenlerle yaşamın daha erken dönemlerinde giderek artan oranda implante edilen göz içi lenslerden yıllar boyunca maksimum performans sergilemesi beklenmektedir. Bundan dolayı göz içi lens üretiminde kullanılan materyaller uzun süreli uveal ve kapsüler biyouyumluluk sağlamalıdır. Bu yazıda özellikle uveal ve kapsüler biyouyumluluk açısından günümüzde mevcut göz içi lens materyalleri ve göz içi lenslerin biyouyumluluğunu arttırmaya yönelik çalışmalar gözden geçirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Uveal biyouyumluluk, kapsül biyouyumluluk, katarakt cerrahisi, hidrofilik akrilik göz içi lensi, hidrofobik akrilik göz içi lensi

### Abstract

The performance of an intraocular lens is determined by several factors such as the surgical technique, surgical complications, intraocular lens biomaterial and design, and host reaction to the lens. The factor indicating the biocompatibility of an intraocular lens is the behavior of inflammatory and lens epithelial cells. Hence, the biocompatibility of intraocular lens materials is assessed in terms of uveal biocompatibility, based on the inflammatory foreign-body reaction of the eye against the implant, and in terms of capsular biocompatibility, determined by the relationship of the intraocular lens with residual lens epithelial cells within the capsular bag. Insufficient biocompatibility of intraocular lens materials may result in different clinical entities such as anterior capsule opacification, posterior capsule opacification, and lens epithelial cell overgrowth. Intraocular lenses are increasingly implanted much earlier in life in cases such as refractive lens exchange or pediatric intraocular lens implantation after congenital cataract surgery, and these lenses are expected to exhibit maximum performance for many decades. The materials used in intraocular lens manufacture should, therefore, ensure long-term uveal and capsular biocompatibility. In this article, we review the currently available materials used in the manufacture of intraocular lenses, especially with regard to their uveal and capsular biocompatibility, and discuss efforts to improve the biocompatibility of intraocular lenses.

**Keywords:** Uveal biocompatibility, capsular biocompatibility, cataract surgery, hydrophilic acrylic intraocular lens, hydrophobic acrylic intraocular lens

**Yazışma Adresi/Address for Correspondence:** Dr. Pelin Özyol, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, Muğla, Türkiye Tel.: +90 506 397 64 65 E-posta: pelingesoglu@yahoo.com.tr **ORCID ID:** orcid.org/0000-0002-1526-950X

**Geliş Tarihi/Received:** 25.03.2016 **Kabul Tarihi/Accepted:** 27.07.2016

©Telif Hakkı 2017 Türk Oftalmoloji Derneği  
Türk Oftalmoloji Dergisi, Galenos Yayınevi tarafından basılmıştır.

## Giriş

Biyouyumluluk, göz içi lenslerinin (GİL) kısa ve uzun dönemde klinik performansını etkileyebilecek önemli bir özelliğidir. Genel tanım olarak biyouyumluluk, bir biyomalzemenin vücut dokularına fiziksel, kimyasal, biyolojik uyumu ve vücudun mekanik davranışına sağladığı optimum uyumdur. İdeal olarak biyouyumluluğu tam olan bir GİL'den beklenen özellikler; yabancı cisim reaksiyonu oluşturmaması, çevre dokular tarafından kabul edilmesi, kapsüler kese ile uyumluluğunun iyi olması ve herhangi ek bir girişime gerek kalmaksızın hastada yaşam süresince tatmin edici bir görme sağlamasıdır. Biyouyumluluğu belirleyen en önemli faktör implante edilen GİL olsa da hastaya ve cerrahi tekniğe ait özellikler de biyouyumluluk üzerinde etki gösteren diğer faktörlerdir. Ancak asıl olarak GİL'lerin biyouyumluluğu söz konusu olduğunda lensin materyal özelliği, optik kenar tasarımı, yüzey özellikleri ve haptik-optik birleşimi önem kazanmaktadır.

GİL'lerin biyouyumluluğunun bir bütün olarak değerlendirilmesi gerekse de implante edilmiş bir GİL'in biyolojik etkisi uveal ve kapsüler düzeydedir. Bu nedenle GİL'lerin biyouyumluluğu uveal ve kapsüler biyouyumluluk olarak sınıflandırılmaktadır.<sup>1</sup> Uveal biyouyumluluğu gözün GİL'e karşı oluşturduğu enflamatuvar yanıt belirlemektedir. Katarakt cerrahisi ve GİL implantasyonu sırasında kan-aköz bariyerinde bozulma ön kamaraya hızlı bir protein ve hücre salınımına neden olur. Bu sırada ilk olarak proteinlerin lens yüzeyinde birikimi gözlenir. Bu birikim GİL materyalinin yüzey özelliği ve kimyasal yapısına bağlıdır. GİL yüzeyindeki protein birikimi ardından diğer hücrelerin de lens yüzeyinde birikimini kolaylaştırmaktadır. Kompleman sisteminde aktive olmasıyla enflamatuvar hücreler GİL'e karşı yabancı cisim reaksiyonunu oluşturan makrofaj ve dev hücrelere dönüşmektedir. Bu hücre salınımında iki farklı hücre tipi yer almaktadır; birincisi 1. ayda pik yapan küçük, yuvarlak fibroblast benzeri hücreler, diğeri ise 3. ayda pik gösteren yabancı cisim dev hücreleridir. Dev hücreler daha sonra dejenere olur ve GİL yüzeyinde asellüler proteinöz bir membran bırakır.<sup>2</sup> Uveal biyouyumluluk bu patofizyolojik olaylar sonucunda oluşan aköz flare ve GİL üzerindeki hücre salınım dikkate alınarak değerlendirilmektedir.

Polimetilmetakrilat (PMMA) göz içi uygulanan ilk GİL materyalidir. PMMA materyalinin çok iyi doku toleransı, düşük yabancı cisim enflamatuvar yanıtı, yüksek uveal biyouyumluluğu, göreceli olarak daha yüksek refraktif indeksi ve iyi bir optik özelliğe sahip olması önemli avantajlarındandır.<sup>1</sup> Ancak yüksek ısı ve basınca intoleransı ve sertliği açısından değerlendirildiğinde yerini günümüzde katlanabilir GİL'lere bırakmıştır.

Günümüzde kullanımda olan katlanabilir GİL'ler klinik olarak değerlendirildiğinde uveal biyouyumluluk açısından bir sorun oluşturmamaktadır. Literatürde bildirilen çalışmaların tümünde saptanan aköz flare seviyeleri ve GİL üzerindeki hücre salınım miktarları klinik olarak anlamlı düzeyde olmayıp, bu çalışmalarda sadece kullanılan GİL'ler birbirleriyle karşılaştırılmaktadır. Uveal reaksiyonun

daha fazla izlenebileceği üveitik gözlerde, diyabeti olan hastalarda veya psödoeksfolyasyon sendromlu gözlerde bile GİL üzerindeki hücre salınım klinik anlamlı düzeyde olmadığı belirtilmektedir.<sup>3,4,5,6,7</sup> Günümüzde kullanılan katlanabilir GİL'ler materyal özelliğine göre hidrofobik ve hidrofilik olarak sınıflandırıldığında, hidrofilik GİL'lerin uveal biyouyumluluğunun hidrofobiklere göre daha iyi olduğu gösterilmiştir.<sup>8</sup> Hidrofilik materyallerde doku uyumunun iyi olması yüksek oranda su içeriğine bağlanmaktadır. Hidrofobik GİL ile heparin kaplı hidrofobik GİL'in aköz flare açısından karşılaştırıldığı üç ay takipli bir çalışmada cerrahi sonrası birinci gün dışında anlamlı farklılık bulunmamıştır.<sup>9</sup>

Katlanabilir özellikteki silikon lensler hidrofobik yüzeye sahiptirler. GİL yüzeyindeki hücre salınım çok düşük düzeylerde olması uveal biyouyumluluk açısından silikon lensleri avantajlı kılmaktadır.<sup>10</sup> Hidrofilik, hidrofobik ve silikon GİL'lerin karşılaştırıldığı bir çalışmada, aköz flare miktarının birinci ayda ameliyat öncesine göre her üç tip GİL ile de artış gösterdiği, ancak hidrofobik GİL'de oluşan aköz flare miktarının diğer GİL'lere göre anlamlı olarak daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bu çalışmada birinci aydan sonra aköz flare miktarında azalma olduğu ve 18 aylık takip süresince GİL'ler arasında anlamlı farklılık olmadığı belirtilmiştir.<sup>6</sup>

GİL üzerindeki enflamatuvar hücre birikimi erken dönemde daha çok küçük yuvarlak hücre tipinde olup, bu tip hücreler kan-aköz bariyerinin bozulduğunun işaretidir. Geç dönemde ağırlık kazanan yabancı cisim dev hücreleri ise uzamış enflamasyonun bulgusu olup uveal biyouyumluluk patogenezinin daha çok sorumludur. Hidrofilik GİL'lerde hidrofobiklere göre daha az miktarda enflamatuvar hücre birikimi olmaktadır. Hidrofobik GİL'lerde yabancı cisim dev hücre birikiminin, silikon GİL'lerde ise küçük yuvarlak hücre salınımın daha fazla olduğu saptanmıştır. Ancak uzun süreli takiplerde GİL'ler arasında hücre salınım açısından fark olmadığı bildirilmektedir.<sup>4</sup>

Kapsüler biyouyumluluğun patogenezinde lens epitel hücrelerinin proliferasyonu ve göçü söz konusudur. Lens epitel hücreleri ön kapsülün altından tek sıra hücre dizilimiyle yükselir ve ekvatoryal lens kavisine doğru uzanır. Bu hücreler mitotik aktivite sergiler ve maksimum mitotik aktiviteyi lensin ön kapsülünün preekvatoryal bölgesini halka şeklinde çevreleyen germinatif zonda gösterirler. Yeni oluşan hücreler ekvatora doğru ilerleyerek hacimce büyür ve fibriller yapıya farklılaşır. Ön kapsül altında ve ekvatorunda bulunan epitel hücreleri fonksiyon, büyüme paterni ve patolojik süreçlerde farklılık gösterir. Ön kapsül altındaki lens epitel hücreleri proliferasyon göstermezler, daha çok fibrotik reaksiyon sergilerler. Bu bölgedeki hücreler lenstekki en büyük epitel hücreleridir. Ekvator yerleşimli lens epitel hücreleri patolojik durumlarda arka kapsül boyunca hücre göçü yapmaya eğilimlidir ve genellikle fibrotik reaksiyon yerine Elschnig incileri olarak adlandırılan geniş hücre salınım yapılarına dönüşürler. Bu nedenle bir GİL'in kapsüler biyouyumluluğunun klinik olarak değerlendirilmesinde lens epitel hücrelerinin proliferasyonu ve göçü sonucu gelişen arka kapsül opasifikasyonu, ön kapsül

opasifikasyonu ya da lens epitel hücrelerinin GİL ön yüzeyine ilerlemesi belirleyicidir.<sup>11</sup>

Arka kapsül opasifikasyonu başarılı katarakt cerrahisinin en sık postoperatif komplikasyonu ve kapsüller biyouyumluluğun en önemli parametresidir. Arka kapsül opasifikasyonu oluşumunda GİL materyalinden çok lensin optik kenar tasarımı önem taşımaktadır. Yapılan çalışmalarda 360° keskin arka optik kenarın belirgin olarak arka kapsül opasifikasyonunu azalttığı bildirilmektedir.<sup>12,13,14,15</sup> Arka keskin kenar bariyer etkisi ile lens epitel hücrelerinin arka kapsül üzerinde ilerlemesini engellemektedir. Prospektif, randomize ve kontrollü 66 çalışmanın değerlendirildiği bir meta-analizde aynı materyale sahip GİL'lerin keskin ve yuvarlak kenar kesimli tasarımları karşılaştırıldığında keskin kenar tasarımlı GİL'lerde daha az arka kapsül opasifikasyonu saptanmıştır.<sup>16</sup> GİL materyal özelliği değerlendirildiğinde hidrofilik yüzeyin lens epitel hücre proliferasyonu ve göçü için uygun zemin oluşturması ve hidrofobik yüzeyin yüksek biyoadeziv özelliği sayesinde arka kapsüle sıkı yapışıklık göstermesi nedeniyle hidrofilik GİL'lerde arka kapsül opasifikasyonu hidrofobiklere göre daha fazla görülmektedir.<sup>5,17,18,19,20,21</sup> Ayrıca keskin arka kenar tasarımının hidrofilik GİL'lerde yüksek su içeriği nedeniyle hidrofobik GİL'lerde olduğu kadar keskin elde edilememesi de hidrofilik GİL'lerde arka kapsül opasifikasyonu gelişimi için diğer önemli bir nedendir.<sup>22</sup> Lens epitel hücrelerinin fibroblast benzeri hücrelere farklılaşması ön kapsülün opasifikasyonuna neden olmaktadır. Oluşan opasifikasyon görsel aksın dışında kaldığı için sıklıkla klinik önemi yoktur. Ancak kapsülöreksis açıklığının fibrozis sonucu küçülmesi, GİL dislokasyonu ve buna bağlı refraktif değişimlere neden olabilir. Materyal özelliği açısından değerlendirildiğinde hidrofilik akrilik lenslerde ön kapsül opasifikasyon gelişimi hidrofobik akrilik lenslere göre daha az oranda bildirilmiştir.<sup>23</sup> GİL optik kenar tasarımı açısından değerlendirildiğinde arka kapsül opasifikasyonunun aksine lens optik ön kenar tasarımının keskin ya da yuvarlak olmasının ön kapsül opasifikasyonu derecesi açısından bir etkisi olmadığı gösterilmiştir.<sup>24</sup> Haptik-optik birleşiminin açılı olmasının ise ön kapsül ve GİL optiği arasında bir mesafe bırakarak ön kapsül opasifikasyonu üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir.<sup>23</sup> Cerrahi sırasında ön kapsül altındaki lens epitel hücrelerinin temizlenmesinin arka kapsül opasifikasyon gelişimi ile bağlantısı gösterilemese de ön kapsül opasifikasyon ve kontraksiyon miktarında azaltıcı etkisi gösterilmiştir.<sup>23,25</sup>

Silikon GİL'lerde karşılaşılan aşırı fibrotik reaksiyon silikon materyalinin lens epitel hücre proliferasyonunu aşırı miktarda uyarması sonucu meydana gelmektedir. Yoğun fibrozis sonucu ön kapsül opasifikasyonu, arka kapsül opasifikasyonu ve bazı olgularda GİL desantralizasyonuna neden olabilecek aşırı fibrotik reaksiyon gelişimi görülebilmektedir.<sup>11</sup> Bunun yanı sıra silikon lenslerin intravitreal gazlar ve silikon yağı ile teması lens materyalinin saydamlığını kaybetmesine neden olmaktadır.

GİL üzerine lens epitel hücre yürümesi, lens epitel hücrelerinin kapsülöreksis kenarından GİL ön yüzeyine doğru proliferasyon ile oluşur. Sıklıkla opasifikasyona ya da görme azalmasına neden olmaz. Daha çok hidrofilik akrilik lenslerle görülmektedir.<sup>26,27</sup>

Katarakt cerrahisinde son yıllarda görülen teknolojik gelişmelere paralel olarak GİL teknolojisinde de önemli gelişmeler meydana gelmiştir. GİL'deki yenilikler hastanın görsel memnuniyetini, GİL'in kısa ve uzun dönemde klinik performansını ve biyouyumluluğunu arttırmaya yönelik çalışmalar kapsamaktadır. Biyouyumluluğu arttırmaya yönelik çalışmalar sıklıkla GİL yüzey ya da materyal özelliğini değiştirme yönündedir.

Hidrofobik GİL materyalinin özelliği değiştirilerek elde edilen hibrit hidrofobik GİL'ler son yıllarda klinik kullanım alanı bulmuştur. Hibrit hidrofobik GİL'ler hidrofilik komponenti olan hidrofobik yapıda lenslerdir. Su içerikleri %4-5 civarında olup %0,9 salin solüsyon içerisinde muhafaza edilmektedir. Tavşan gözünde yapılan bir çalışmada 4 haftalık takipte hidrofobik GİL ile hibrit hidrofobik GİL arka kapsül opasifikasyon skoru açısından karşılaştırılmış ve hibrit hidrofobik GİL'de anlamlı olarak daha düşük arka kapsül opasifikasyon skoru bildirilmiştir.<sup>28</sup> Bu sınıf GİL'lerin önemli bir özelliği hidrofobik GİL'lerde karşılaşılan parlama probleminin az hatta hiç görülmemesidir.<sup>29</sup> Parlama GİL materyali içerisinde içi sıvı dolu vakuollerdir. Hidrofobik GİL kopolimerlerindeki çarpaz bağlantılar arasına sıvı dolması ile oluşan refraktif indeksteki farklılığın bir sonucudur. Sıklıkla görme seviyesini etkilemez, ancak görme kalitesi üzerinde etkisi olabileceği bildirilmiştir.<sup>30</sup> Hibrit hidrofobik GİL'lerde daha sıkı çarpaz bağlantıların olması ve GİL materyalinin su dengesinin hidrofilik yapı ile kurulmuş olmasının parlıtı oluşumunu engellendiği düşünülmektedir.

GİL biyouyumluluğunu arttırmaya yönelik diğer girişimlerde GİL yüzey özelliğinin değiştirilmesi amaçlanmıştır. Hidrofobik GİL'lerin kapsüller biyouyumluluğunun iyi, hidrofilik yüzeylerin ise uveal biyouyumluluğunun iyi olması esas alınarak hidrofobik lenslere çeşitli moleküller ile hidrofilik yüzey özelliği kazandırılmaya çalışılmaktadır. GİL yüzey özelliği sıklıkla yüzey işlemi, yüzey kaplama ve yüzeye ek molekül ekleme şeklinde yapılmaktadır. Heparin klinik kullanımda olan biyouyumluluğu arttırmaya yönelik bir yüzey kaplama molekülü olarak kullanılmaktadır. Geçmiş yıllarda PMMA lenslerin yüzey kaplamasında kullanılarak özellikle postoperatif enflamasyonun yoğun olacağı öngörülen üveitik, diyabetik ve çocuk hastalarda biyouyumluluğu artırma amacıyla kullanılmıştır. Yapılan çalışmalarda PMMA-heparin ile yüzey modifikasyonunun erken postoperatif enflamasyonu azalttığı gösterilmiştir.<sup>31,32,33</sup> Heparin yüzey kaplama ile GİL yüzey özelliği daha hidrofilik forma dönüştüğünden enflamatuvar hücre adezyonu azalmaktadır. Katlanabilir hidrofobik GİL'lerin heparin ile yüzey kaplaması sonucu yine uveal biyouyumluluk klinik parametrelerinde değişim sağlandığı bildirilmiştir.<sup>9</sup>

Hidrofobik GİL'lerin yüzey özelliğinin hidrofilik özellik kazanması amacıyla çeşitli moleküller deneysel olarak kullanılmıştır. Polietilen glikol, lens yüzeyi ile proteinler arasındaki çekim gücünü azaltarak uveal biyouyumlulukta artış sağlayan bir moleküldür.<sup>34</sup> Hidrofilik monomer olan N-vinyl pyrrolidone ile hidrofobik GİL ön yüzeyi kaplanarak hidrofilik ön yüzey oluşturulmuş ve hidrofilik ön yüzey ile

Tablo 1. Göz içi lens materyallerinin biyoyumluluk açısından karşılaştırılması		
GİL materyali	Avantaj	Dezavantaj
Hidrofilik akrilik	Yüksek su içeriğine bağlı artmış doku uyumu Düşük aköz flare GİL üzerinde düşük oranda enflamatuvar hücre birikimi	Yüksek su içeriğine bağlı yetersiz arka keskin kenar dizayn özelliği Yüksek arka kapsül opasifikasyon oranı Yüksek ön kapsül opasifikasyon oranı GİL üzerinde artmış lens epitel hücre ilerlemesi
Hidrofobik akrilik	Keskin arka kenar dizaynı için uygun materyal Düşük arka kapsül opasifikasyon oranı Düşük ön kapsül opasifikasyon oranı GİL üzerinde düşük oranda lens epitel hücre ilerlemesi	Yüksek aköz flare* GİL üzerinde enflamatuvar hücre birikimi*
PMMA	İyi doku uyumu Düşük aköz flare miktarı GİL üzerinde düşük oranda enflamatuvar hücre birikimi	Katlanabilir özellikte olmaması Yüksek arka kapsül opasifikasyon oranı
Silikon	GİL üzerinde düşük oranda enflamatuvar hücre birikimi Düşük arka kapsül opasifikasyon oranı	Lens epitel hücrelerinin uyarılması sonucu artmış fibrotik reaksiyon İntravitreal gaz ile temasta lens yüzeyinde opaklaşma Vitreoretinal cerrahi sırasında silikon yağ ile arayüz oluşturarak retina görüntülenmesinde zorluk
*Klinik olarak anlamlı düzeyde değil PMMA: Polimetilmetakrilat, GİL: Göz içi lens		

Tablo 2. Ülkemizde yaygın olarak kullanılan göz içi lensler ve ticari isimleri*		
Göz içi lens materyali	Ticari ürün ismi	Üretici firma
<b>Hidrofobik akrilik</b>	Sensar	Abbott Medical Optics, ABD
	Tecnis®	Abbott Medical Optics, ABD
	Acrysof IQ	Alcon Lab, ABD
	Akreos	Bausch&Lomb, ABD
	enVista	Bausch&Lomb, ABD
	Eyecryl ASHF	Biotech, Hindistan
	Aktis SP	Nidek, Japonya
	Nex-Acri™	Nidek, Japonya
	Focus Force	Zaraccon, Türkiye
Domilens	Zaraccon, Türkiye	
<b>Hidrofilik akrilik</b>	Eyecryl EYC600	Biotech, Hindistan
	Lentis®	Oculentis, Almanya
	C-flex®	Rayner, İngiltere
	Superflex®	Rayner, İngiltere
	Acriva <sup>UDβ</sup>	VSY, Türkiye
	Ocuva	VSY, Türkiye
	CT ASPHINA <sup>β</sup>	Zeiss, Almanya
<b>PMMA</b>	Biovision	Biotech, Hindistan
	Optima Edge	Biotech, Hindistan
	Freedomlens™	Freedom, Hindistan
	Ecomed	Omnilens, Hindistan
	USIOL	USIOL, ABD
	LiteFit	Visiontech, ABD
	Focus Force	Zaraccon, Türkiye
Göz içi lensler her bir kategoride üretici firmaya göre alfabetik sırada verilmiştir β: Hidrofobik yüzey özelliği, PMMA: Polimetilmetakrilat		

uveal biyoyumluluğun, hidrofobik arka yüzey ile kapsüller biyoyumluluğun arttığı bildirilmiştir.<sup>35</sup> Doku büyüme faktörü beta-2 (TGF-β2) lens epitel hücrelerinin arka kapsül opasifikasyonu oluşturmasını uyararak yolda önemli bir faktördür. Anti-TGF-β2 ile yüzey özelliği değiştirilen hidrofobik lensin deneysel şartlarda hem lens epitel hücre ilerlemesini azalttığı hem de lens yüzey hidrofilitasını arttırdığı gözlemlenmiştir.<sup>36</sup>

GİL materyallerinin biyoyumluluk özellikleri Tablo 1'de, ülkemizde yaygın kullanılan GİL'ler materyal özelliklerine göre Tablo 2'de özetlenmiştir.

## Sonuç

Biyoyumluluk uzun ve kısa dönemde implante edilen GİL'in klinik performansını gösteren önemli bir özelliğidir. GİL materyal özelliği açısından bakıldığında kapsüller biyoyumluluk için keskin arka kenar optik tasarımı ve hidrofobik yüzey, uveal biyoyumluluk açısından hidrofilik ön yüzey önem taşımaktadır. Ancak enflamasyon riski daha yüksek olan gözlerin büyük kısmında bile günümüzde mevcut katlanabilir GİL'ler ile uveal biyoyumluluk önemli klinik sorun oluşturmadığından, GİL biyoyumluluk parametreleri arasında kapsüller biyoyumluluğun ön planda olması klinik açıdan daha anlamlı görünmektedir. Biyoyumluluktan asıl sorumlu faktör GİL'in materyali, yüzey özellikleri ve optik tasarımı olsa da hastaya ya da cerrahiye ait faktörler de göz önünde bulundurulmalıdır. Bu nedenle tüm hastalar için ideal biyoyumluluğu olan tek bir GİL seçimi yerine her bir hasta için ve planlanan cerrahinin özellikleri dikkate alınarak biyoyumluluk değerlendirilmelidir.

## Etik

Hakem Değerlendirmesi: Editörler kurulu dışında olan kişiler tarafından değerlendirilmiştir.

## Yazarlık Katkıları

Konsept: Pelin Özyol, Dizayn: Pelin Özyol, Erhan Özyol, Fatih Karel, Veri Toplama ve İşleme: Pelin Özyol, Erhan Özyol,

Analiz ve Yorumlama: Pelin Özyol, Erhan Özyol, Fatih Karel, Literatür Arama: Pelin Özyol, Erhan Özyol, Yazan: Pelin Özyol.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar tarafından çıkar çatışması bildirilmemiştir.

**Finansal Destek:** Herhangi bir kurum ya da kuruluşun finansal destek sağlanmamıştır

## Kaynaklar

- Amon M. Biocompatibility of intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg.* 2001;27:178-179.
- Ostbaum SA. The Binkhorst Medal Lecture. Biologic relationship between poly(methyl methacrylate) intraocular lenses and uveal tissue. *J Cataract Refract Surg.* 1992;18:219-231.
- Gatinel D, Lebrun T, Toumelin PL, Chaine G. Aqueous flare induced by heparin-surface-modified poly(methylmethacrylate) and acrylic lenses implanted through the same size incision in patients with diabetes. *J Cataract Refract Surg.* 2001;27:855-860.
- Abela-Formanek C, Amon M, Kahraman G, Schauersberger J, Dunavoelgyi R. Biocompatibility of hydrophilic acrylic, hydrophobic acrylic, and silicone intraocular lenses in eyes with uveitis having cataract surgery: Long-term follow-up. *J Cataract Refract Surg.* 2011;37:104-112.
- Abela-Formanek C, Amon M, Schauersberger J, Kruger A, Nepp J, Schild G. Results of hydrophilic acrylic, hydrophobic acrylic, and silicone intraocular lenses in uveitic eyes with cataract: comparison to a control group. *J Cataract Refract Surg.* 2002;28:1141-1152.
- Richter-Mueksch S, Kahraman Guenal, Amon M, Schild-Burggasser G, Schauersberger J, Abela-Formanek C. Uveal and capsular biocompatibility after implantation of sharp-edged hydrophilic acrylic, hydrophobic acrylic, and silicone intraocular lenses in eyes with pseudoexfoliation syndrome. *J Cataract Refract Surg.* 2007;33:1414-1418.
- McCulley JP. Biocompatibility of intraocular lenses. *Eye Contact Lens.* 2003;29:155-163.
- Abela-Formanek C, Amon M, Schild G, Schauersberger J, Heinze G, Kruger A. Uveal and capsular biocompatibility of hydrophilic acrylic, hydrophobic acrylic, and silicone intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg.* 2002;28:50-61.
- Krall EM, Arlt EM, Jell G, Strohmaier C, Bachernegg A, Emesz M, Grabner G, Dextl AK. Intraindividual aqueous flare comparison after implantation of hydrophobic intraocular lenses with or without a heparin-coated surface. *J Cataract Refract Surg.* 2014;40:1363-1370.
- Ohnishi Y, Yoshitomi T, Sakamoto T, Fujisawa K, Ishibashi T. Evaluation of cellular adhesion on silicone and poly(methylmethacrylate) intraocular lenses in monkey eyes. An electron microscopic study. *J Cataract Refract Surg.* 2001;27:2036-2040.
- Saika S. Relationship between posterior capsule opacification and intraocular lens biocompatibility. *Prog Retin Eye Res.* 2004;23:283-305.
- Hayashi K, Hayashi H. Influence on posterior capsule opacification and visual function of intraocular lens optic material. *Am J Ophthalmol.* 2007;144:195-202.
- Nishi O, Yamamoto N, Nishi K, Nishi Y. Contact inhibition of migrating lens epithelial cells at the capsular bend created by a sharp-edged intraocular lens after cataract surgery. *J Cataract Refract Surg.* 2007;33:1065-1070.
- Buehl W, Menapace R, Findl O, Neumayer T, Bolz M, Prinz A. Long-term effect of optic edge design in a silicone intraocular lens on posterior capsule opacification. *Am J Ophthalmol.* 2007;143:913-919.
- Cheng JW, Wei RL, Cai JP, Xi GL, Zhu H, Li Y, Ma XY. Efficacy of different intraocular lens material and optic edge designs in preventing posterior capsular opacification: a meta-analysis. *Am J Ophthalmol.* 2007;143:428-436.
- Findl O, Buehl W, Bauer P, Sycha T. Interventions for preventing posterior capsule opacification. *Cochrane Database Syst Rev.* 2010;17:CD003738.
- Iwase T, Nishi Y, Oveson BC, Jo YJ. Hydrophobic versus double-square-edged hydrophilic foldable acrylic intraocular lens: effect on posterior capsule opacification. *J Cataract Refract Surg.* 2011;37:1060-1068.
- Vasavada AR, Raj SM, Shah A, Shah G, Vasavada V, Vasavada V. Comparison of posterior capsule opacification with hydrophobic acrylic and hydrophilic acrylic intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg.* 2011;37:1050-1059.
- Kugelberg M, Wejde G, Jayaram H, Zetterström C. Two-year follow-up of posterior capsule opacification after implantation of a hydrophilic or hydrophobic acrylic intraocular lens. *Acta Ophthalmol.* 2008;86:533-536.
- Jorge Pde A, Jorge D, Ventura CV, Ventura BV, Lira W, Ventura MC, Santhiago MR, Kara-Junior N. Incidence of posterior capsule opacification following the implantation of a foldable hydrophilic acrylic intraocular lens: a 4 year follow-up study. *Arq Bras Oftalmol.* 2014;77:222-224.
- Küçükşümer Y, Bayraktar S, Sahin S, Yılmaz OF. Posterior capsule opacification three years after implantation of an AcrySof and a MemoryLens in fellow eyes. *J Cataract Refract Surg.* 2000;26:1176-1182.
- Nanavaty MA, Spalton DJ, Boyce J, Brain A, Marshall J. Edge profile of commercially available square-edged intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg.* 2008;34:677-686.
- Vock L, Georgopoulos M, Neumayer T, Buehl W, Findl O. Effect of the hydrophilicity of acrylic intraocular lens material and haptic angulation on anterior capsule opacification. *Br J Ophthalmol.* 2007;91:476-480.
- Sacu S, Menapace R, Findl O. Effect of optic material and haptic design on anterior capsule opacification and capsulorhexis contact. *Am J Ophthalmol.* 2006;141:488-493.
- Hanson RJ, Rubinstein A, Sarangapani S, Benjamin L, Patel CK. Effect of lens epithelial cell aspiration on postoperative capsulorhexis contraction with the use of the AcrySof intraocular lens: randomized clinical trial. *J Cataract Refract Surg.* 2006;32:1621-1626.
- Schauersberger J, Amon M, Kruger A, Abela C, Schild G, Kolodjaschna J. Lens epithelial cell outgrowth on 3 types of intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg.* 2001;27:850-854.
- Schild G, Schauersberger J, Amon M, Able-Formanek C, Kruger A. Lens epithelial cell outgrowth: comparison of 6 types of hydrophilic intraocular lens models. *J Cataract Refract Surg.* 2005;31:2375-2378.
- Ollerton A, Werner L, Fuller SR, Kavoussi SC, McIntyre JS, Mamalis N. Evaluation of a new single-piece 4% water content hydrophobic acrylic intraocular lens in the rabbit model. *J Cataract Refract Surg.* 2012;38:1827-1832.
- Tetz M, Jorgensen MR. New hydrophobic IOL material and understanding the science of glistenings. *Curr Eye Res.* 2015;40:969-981.
- Colin J, Orignac I. Glistening on intraocular lenses in healthy eyes: effects and associations. *J Refract Surg.* 2011;27:869-875.
- Roesel M, Heinz C, Heimes B, Koch JM, Heiligenhaus A. Uveal and capsular biocompatibility of two foldable acrylic intraocular lenses in patients with endogenous uveitis-a prospective randomized study. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2008;246:1609-1615.
- Taravati P, Lam DL, Leveque T, Van Gelder RN. Postcataract surgical inflammation. *Curr Opin Ophthalmol.* 2012;23:12-18.
- Perry LJ, Papaliodis GN. Selection of intraocular lenses in patients with uveitis. *Int Ophthalmol Clin.* 2010;50:61-70.
- Huang Q, Cheng GP, Chiu K, Wang GQ. Surface modification of intraocular lenses. *Chin Med J (Engl).* 2016;129:206-214.
- Wang G, Cao L, Li N, Peng X, Tang H, Wan R, Gu H. In vivo implantation of hydrophobic acrylic intraocular lenses with surface modification. *Eye Sci.* 2013;28:176-179.
- Sun CB, Teng WQ, Cui JT, Huang XJ, Yao K. The effect of anti-TGF-β2 antibody functionalized intraocular lens on lens epithelial cell migration and epithelial-mesenchymal transition. *Colloids Surf B Biointerfaces.* 2014;113:33-42.