

2003-

# Laser Uygulamaları ile Gözde Refraksiyon ve Lens Pozisyonu Değişimi Üzerine Deneysel Çalışma\*

Cezmi Akkın (\*), Sinan Emre (\*\*), Özcan Kayıkçioğlu (\*\*\*), Tansu Erakgün (\*\*), Gökhan Kerci (\*\*)

## ÖZET

**Amaç:** Göz içi lensinin (GİL) haptiklerine ve haptik/optik bileşke yerine yapılan argon ve neodymium: YAG laser atışlarının psödo-fak gözde total refraksiyon ve göz içi lens pozisyonu üzerine etkisini incelemek

**Gereç ve yöntem:** Kan tahlili için kullanılan cam tüplere blister ambalaj içinde bir göz içi lensi yerleştirilerek ve içini su ile doldurarak bir model oluşturuldu. Tüpün plastik kapağı retinayı taklit ediyordu. Laser etkisini artırmak için haptikleri saydam olan lenslerde haptikler boyandı. Refraktometre ile total refraksiyonu kolayca ölçülebilen bu düzeneğin laser uygulaması öncesi ve sonrası refraktif gücü ölçüldü, dijital görüntüler alınarak GİL pozisyonundaki değişiklikler not edildi.

**Bulgular:** Standardize edilememekle birlikte, özellikle argon laser atışları ile lenste belirlenmiş desantralizasyon ve tilt oluşturulabildiği, bunun da total refraksiyonda değişikliklere yol açtığı görüldü. Diğer haptiğe laser atışları GİL pozisyonunu ve total refraksiyonu bir ölçüde eski haline çevirdi.

**Sonuç:** Bu çalışma göz içi lens haptiklerine uygulanan laser enerjisinin desantralizasyonu azaltmak ve psödo-fak gözün refraktif gücünü değiştirmek olasılığına dikkat çeken bir pilot çalışmadır. Ayrıca psödo-fak gözdeki laser uygulamaları sırasında laser enerjisinin olası iatrojenik yan etkileri de akılda tutulmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** desantralizasyon, göz içi lensi, laser, psödo-faki, refraksiyon

## SUMMARY

### Refractive and Positional Changes With Laser Applications in Pseudophakic Eyes: An Experimental Study in Model Eye

**Aims:** To investigate the refractive and lens positional changes in pseudophakic eyes, following neodymium: YAG and argon laser applications onto the lens haptic or haptic-optic junction site.

**Material and methods:** We prepared an eye model, in which an intraocular lens (IOL) in a blister package was positioned in a haematologic glass vacuum tube filled with water. The plastic cover of the tube simulated the retina. To enhance absorption of laser energy by lens haptic, we colored the transparent haptics. Total refraction of the model could easily be measured with

(\*) Prof. Dr., Ege Üniv Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, Bornova-İzmir

(\*\*) Uzm. Dr., Ege Üniv Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, Bornova-İzmir

(\*\*\*) Doç. Dr., Celal Bayar Üniv Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, Manisa

\* Bu çalışma 2-6 Ekim 1999 tarihleri arasında İzmirde yapılan TOD XXXIII. Ulusal Kongresinde sunulmuştur.

Yazarların metinde adı geçen ürünlerle ticari ve mali bir ilişkisi yoktur.

autorefractometry. Refractive power was measured before and after the laser applications, digital images were obtained and the changes in IOL position were noted.

**Results:** Although the results could not be generalized, especially argon laser shoots caused a prominent IOL tilt and decentration, which induced changes in total refraction. Laser applications on the other haptic provided an acceptable recovery in IOL position and total refraction.

**Conclusion:** This pilot study emphasizes the possibility to alleviate IOL decentration and change refractive power of pseudophakic eyes and position of IOL by laser energy applied onto the intraocular lens haptics. Additionally, iatrogenic side effects of laser energy should be kept in mind during laser procedures in pseudophakic eyes.

**Key Words:** decentration, intraocular lens, laser, pseudophakia, refraction

## GİRİŞ

Neodymium (Nd): YAG laser ve argon laser bugün oftalmolojide geniş kullanım alanı bulan tedavi yöntemleri olup, arka kapsül kesifliği, glokom, veya arka segment patolojileri psödo-fak bir gözde laser uygulamalarını gerektiren durumlar olarak sıklıkla karşımıza çıkabilir. Laserlerin göz içi lens (GİL) üzerine etkilerini araştıran çalışmalar daha çok Nd:YAG laserin lens optiği üzerine pit veya cracking tarzındaki yan etkilerini araştırmaya yöneliktir (1,2,3). Argon laser ön segment veya arka segment uygulamasının psödo-fak gözde GİL pozisyonu üzerine etkisi ise pek araştırılmamıştır. Literatürde sadece Morley'in (4) vitrektomi sırasında periferik retinaya binoküler indirek oftalmoskopla laser yaptığı psödo-fak bir gözde lensin prolen haptiğinin erimesi tarzında bir olgu takdimi mevcuttur. Halbuki benzeri zararlanmalar bu yoğun laser uygulamaları içersinde beklenenden daha çok olması gerekir.

Öte yandan GİL pozisyonu ile psödo-fak gözün refraktif durumu arasındaki ilişkiyi araştıran bir çok çalışma vardır, GİL desantralizasyon ve tiltinin sonuç refraksiyonu etkilediği bilinmektedir (5-8). Gerek YAG laser, gerekse değişik dalga boyunda termal laserlerin haptik veya optiğe iatrojenik veya istemli olarak atılmasıyla IOL pozisyonu ve gözün refraktif durumunun nasıl değişebileceği o yönden ilgi çekici bir konudur.

Bu çalışma iki nedenle planlanmıştır; birincisi Nd-YAG laser arka kapsülotomi veya psödo-fak gözde ön ve arka segment argon laser uygulamalarının normal şartlarda GİL haptiğini, pozisyonunu, ve dolayısı ile refraksiyonunu etkiler mi sorusuna cevap bulmak, diğeri de eğer böyleyse, birtakım laser girişimleri ile psödo-fak gözde refraksiyonu değiştirmek veya pozisyon anormalliğini gidermek olasılığını araştırmak.

## GEREÇ ve YÖNTEM

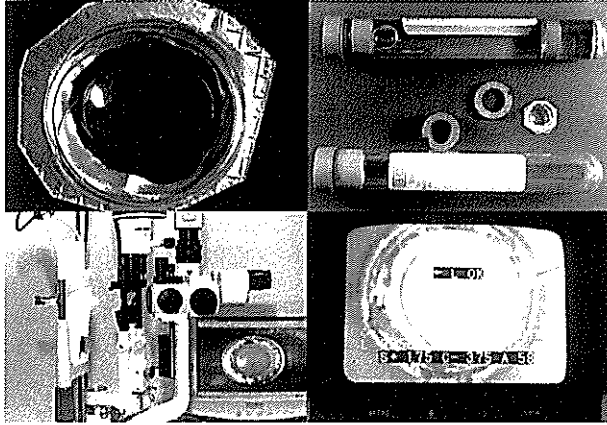
Hematolojik incelemeler için kan almaya yarayan cam tüp (B-D®, sterile, no additive, silicone coated va-

cutainer, catalog no: 17490) model oluşturmak için kullanıldı. Tüpün kapalı olan tarafı konveksite olarak korneayı taklit ediyordu. Bu konveks tarafa GİL firmalarından sağlanan değişik model ve güçteki lenslerden biri, peroral bir ilacın blister ambalajı içinde yerleştirildi (Diazomid tablet, Sanofi, Türkiye) (resim 1, sol üst). İç çapı 11 mm olarak ölçülen bu ilaç ambalajının alüminyum yüzü, lensin geçeceği kadar yuvarlak kesilip çıkarılarak göz içi lensinin kapsülörek sis yapılmış bag benzeri bir yuvada yer alması sağlandı. Tüpün kendi lastik kapağın dan bir halka kesilip bu blister ambalajın arkasına onu sağlamlaştırmak için yerleştirildi. Daha geriye tüpün kendi içbükey kapağı, retina düzlemini taklit etmek üzere monte edilerek yerleştirildi, içi su ile doldurularak aköz ortamda çalışma sağlandı (resim 1, sağ üst). Hazırlanan tüp köpük materyal içine sabitlenerek biomikroskop ve refraktometre önüne monte edilir duruma getirildi (resim 1, sol alt). Sistemin total refraksiyonu otorefraktometre ile net bir şekilde alınabiliyordu (resim 1, sağ alt).

Laser öncesi ve sonrası düzeneğin biomikroskoptaki görüntüsü, video kamera görüntüsüyle bilgisayara alındı (resim 1, sol alt). Haptikleri saydam olan lenslerde laser enerjisinin absorpsiyonu için haptikler kırmızı tonda bir öje ile boyandı. Kullanılan her bir lensin dioptrisi, modeli, yapısı etiketlerinden not edildi, laser öncesi ve sonrası total refraksiyon ölçüldü, beş kez yapılan ölçümün ortalaması düzeneğin o andaki refraksiyonu olarak kabul ve not edildi.

Lazer olarak her bir düzenek için haptik-optik bileşke yerine görünür bir değişiklik gözlenebilecek şekilde ortalama 0.30-0.35 W, 150-200 mikron spot çapı ve 0.1 sn süre ile atışlar yapıldı. Sonra refraktif ölçüm ve fotoğrafı tekrarlandı, bu kez diğer optik-haptik bileşkesi için atışlar tekrarlandı. Bazı lenslerde bileşke yerinden daha uzağa atışlar denendi. Aynı işlemler yeni bir lensle Nd: YAG laser için ve 3-3.5 mJ/atış ile de tekrarlandı, ama YAG laser uygulaması için haptikler boyanmadı.

**Resim 1. Modelin hazırlanışı.** Göz içi lensi blister ambalaj içinde (sol üst). Lensi taşıyan blister ambalaj, bunu tespit etmek için tüpün kapağından ince bir dilim, 1 cm gerisine tüp kapağının konkav yüzü (retina simülasyonu) ve en geriye diğer bir tüp kapağı yerleştirilir (sağ üst). Hazırlanan model PVC köpük materyal içinde biomikroskopun önüne yerleştirilir ve kamera ile görüntüleri bilgisayara alınır (sol alt). Sistemin total refraksiyonu doğru ve tekrarlanabilir bir şekilde otorefraktometrede ölçülebilmektedir (sağ alt).



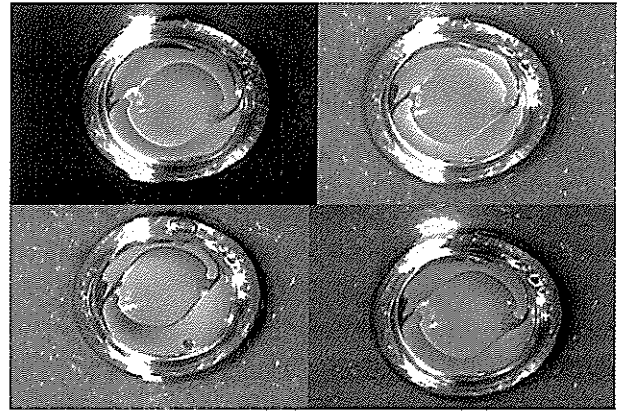
## BULGULAR

Çalışma süresince 24 kez yeni bir lens ile model hazırlandı. Total olarak 15 adet PMMA, 4 adet üç parçalı silikon ve 5 akrilik lens kullanıldı. 11 lenste argon laser, 7 lenste Nd: YAG laser, 6 lenste de her iki laser birden kullanıldı. Bu denemelerin çok fazla parametresi olduğundan herhangi bir istatistik sonuca gidilemedi. Burada verilen sonuçlar istatistikî sonuçlar olmayıp, çalışma süresi boyunca elde edilen izlenimlerdir.

Uygulamaların çoğunda hedeflenen haptik üzerine yapılan ilk argon laser atışları ile GİL optiğinin o yönde desantralize olduğu, tekrarlayan atışların bu desantralizasyonu pek fazla değiştirmedeği görüldü. Bu durumda sistemin total refraksiyonuna bakıldığında sferik güç pek değişmezken, astigmatik güç ve aksta ölçülebilir değişimler elde edildi. Diğer bacağa ve optik-haptik bileşke yerine yapılan argon laser atışlarıyla lensin desantralize halinin kısmen düzeldiği ama biomikroskopik olarak ilk pozisyona dönemediği saptandı (resim 2). Sferik refraksiyon da temel değerlerinden pek sapmadı.

Lens optiğinin hemen gerisine ve YAG laser posterior kapsülotomide olduğu gibi yapılan YAG laser atışları GİL pozisyonu ve refraksiyonunda bir değişiklik yaratmadı. Haptik-optik bileşke yerine ve özellikle de haptiğin merkeze bakan yüzüne yapılan YAG laser atışları lenste küçük bir rotasyonel harekete yol açtı. Sonraki

**Resim 2. Laser uygulamaları ile lenste pozisyon ve refraksiyon değişiklikleri (Oculaid PC 281 Y 21 D fako-lens, Opfthec, Groningen, Holland). GİL santralize, refraksiyon  $-3.50$  sph  $-5.00$  cyl 26 derece (üst sol). Sağ haptiğe tek bir argon laser atışıyla optik bir miktar geriye yönlendi ve o yönde haptik bir miktar desantralize oldu. Bu durumda refraksiyon  $-2.50$  sph  $-4.25$  cyl 17 derece (sağ üst). Tekrarlayan atışlar haptiği biraz daha büktü, desantralizasyon arttı, refraksiyon  $-5.00$  sph  $-8.75$  cyl 19 derece oldu (alt sol). Diğer bacağa laser atışları desantralizasyonu bir miktar düzeltti, ve refraksiyonun da  $-3.25$  sph  $-6.75$  cyl 29 derece olmasına yol açtı (alt sağ).**



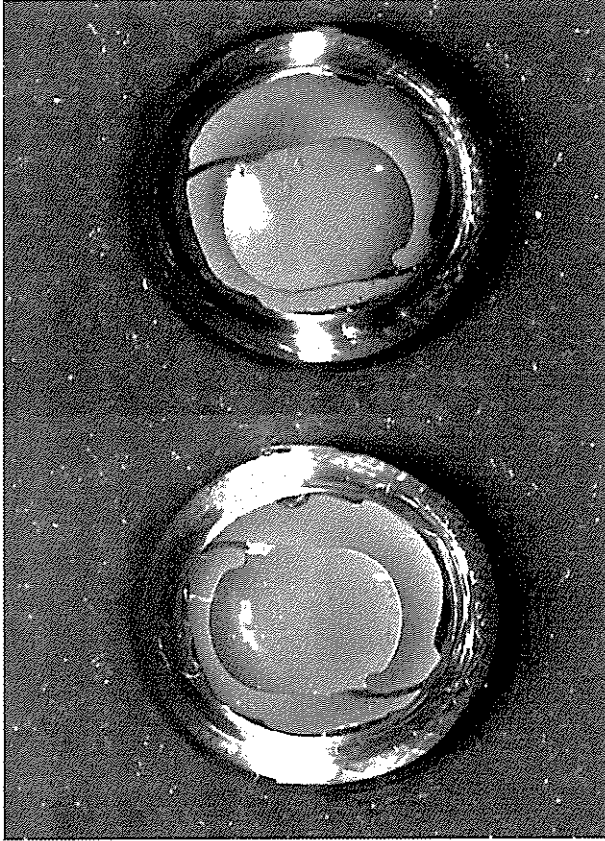
atışlarla lens aynı yönde desantralize oldu. Haptik-optik bileşke yerinde ve hemen önünde yapılan atışlar lensin bu kenarının geriye hareketine ve en yüksek astigmatik değişikliklere yol açtı. Sistem başlangıçta göz içi lensi desantralize olacak şekilde hazırlandığında, desantralizasyon yönünün karşı istikametindeki haptik üzerine argon ve YAG laser atışları GİL pozisyonunu kısmen düzeltti (resim 3).

Bütün lensler laser işlemlerinden sonra, düzeneğin içinden çıkarılıp büyük büyütmede biomikroskopik olarak incelendi. Haptikte görünür bir erimeye yol açan illeri derecede agresif laser atışları dışında haptik bütünlüğünde bir değişiklik olmadığı, atışların yoğun olduğu bölgede bir bükülme veya kıvrımlanma, açı değişmesi veya angulasyon simetrisinde değişiklik dışında daha bariz bir zararlanma olmadığı görüldü. Muhtemelen pro-lene materyalinin absorpsiyon özellikleri ve elastik karakteri nedeniyle laser enejisi ile prolen haptiklerin etkilenmesi daha kolayca sağlandı.

## TARTIŞMA

Psödo-fak bir gözde laser uygulamalarının GİL üzerine etkilerini inceleyen çalışmalar daha çok Nd:YAG laserin lens optiği üzerine oyuk veya çatlak tarzındaki

*Resim 3. GİL desantralizasyonunu düzeltmek için laser uygulaması (Oculaid 281 Y oval fako lensi, 21.5 D). Lens modele desantralize olarak yerleştirildi, refraksiyon  $-2.75\text{ sph} -5.50\text{ cyl}$  129 derece olarak ölçüldü (üst resim). Sol haptik-optik bileşke yerine ve hafifçe haptik altına foküslenen YAG laser atışları lenste rotasyonel bir hareket sağladı ve desantralizasyonu bir miktar düzeltti, refraksiyon da  $-2.50\text{ sph} -4.50\text{ cyl}$  120 derece olarak ölçüldü (alt resim).*



yan etkilerini araştırmaya yöneliktir (1,3). Laser uygulamaları sonrasında psödo-fak gözün refraksiyonunu inceleyen araştırmalara bakıldığında ise bu konuda literatürde iki çalışma vardır. Brancato ve ark (9) injection-molded diffractive GİL'e Nd:YAG laser uygulamasının sonuçlarını araştırmış, ve bu uygulamaların lensin difraksiyonu ve refraktif gücünü azaltabileceğini bildirmiştir. Findl ve ark (10) ise Nd: YAG laser posterior kapsülotomi ile lensin bir miktar geriye doğru yer değiştirdiğini, bunun da küçük bir hipermetropiye yol açtığını vurgulamıştır. Ama bildiğimiz kadarıyla literatürde göz içi lens pozisyonunu ve total refraksiyonu değiştirmek için laser enerjisinin direk olarak lens haptiklerine uygulanması ile ilgili bir çalışma yoktur.

Morley ve Frederick'in yayınında (4) retina dekolmanı ve proliferatif vitreoretinopatisi olan psödo-fak bir

hastada pars plana vitrektomi sonrası binoküler indirek oftalmoskopi laser yapılmış (514.5 yeşil argon), ardından muayenede üstteki prolen haptikte tam bir melting (erime) olduğu görülmüştür. Termal yanıkla haptiğin eridiği ama pozisyonunda önemli bir değişiklik olmadığı, sadece göz hareketleri ile lensin hafifçe hareket ettiği belirtilmektedir. Prolene haptik yapısında "copper phythalocaynine blue" boyası mevcut olup argon yeşil, mavi-yeşil ve krypton laser dalga boylarını absorbe edeceğinden, bu melting olayının prolen haptikli lensi olan herhangi bir psödo-fak gözde olabileceği ifade edilmektedir. Laser indirek oftalmoskopi veya biomikroskopi monte laserlerde hasta gözü ve başındaki veya hekim eli ve başındaki küçük oynamalarla, laser beam tam niyetlenen yere düşmeyebilir. İdeal koşullarda laser indirek oftalmoskopi hedeflenen noktanın 0.2 mm uzağında kaldığı, biomikroskopi kontakt lens kullanılarak yapılan lelerde ise bunun 0.04 mm olduğu gösterilmiştir (4). Daha az ideal koşullarda bu deplasmanın büyüyebileceği açıktır. Çok dikkatli olunsa bile laser atışlarının göz içi lensinin haptik-optik bileşke yerine veya haptiğine tesadüf etmesi mümkündür. Bu durumda bizim çalışmamızın sonuçlarını da dikkate alarak psödo-fak gözdeki laser uygulamaları sırasında GİL hasarı ve pozisyon değişiklikleri hatırd tutulmalıdır.

Bu çalışmanın ana hedefi birtakım laser girişimleri ile model gözde ve dolayısıyla psödo-fak gözde GİL pozisyonunu ve refraksiyonu değiştirmenin mümkün olup olmadığı idi. Standardize edilememekle birlikte, elde edilen sonuçlara göre özellikle argon laser atışlarının lenste belirgin bir desantralizasyon ve tilt yarattığı, bunun özellikle astigmatik aks ve güçte saptanabilir değişiklikler oluşturduğu, diğer bacağa atışların da lensteki bu pozisyonel ve refraktif değişiklikleri kısmen geri döndürdüğü söylenebilir. Lenste lasere bağlı pozisyon değişikliklerinin nedeni olarak laserin haptik-optik birleşme yerinde yarattığı zayıflama veya bir ölçüde bükülme, böylece de haptiklerin periferde doğru uyguladığı spring etkisinin asimetric hale gelmesi olarak düşünülür.

Öte yandan GİL pozisyonu ile refraktif durum arasındaki ilişkiyi araştıran bir çok çalışma vardır (5-8, 11-13). GİL desantralizasyon ve tiltinin oluşturduğu refraktif değişiklikler, tilt ve desantralizasyon aksları arasındaki ilişkiye bağlıdır. Refraktif hata, bu akslar arasındaki ilişkiye göre artırılıp azaltılabilir (14). O yüzden gerek YAG laser, gerekse diğer termal laserlerin haptik veya optiğe iatrojenik veya istemli olarak atılmasıyla IOL pozisyonu ve gözün refraktif durumunun değişebileceğini düşünmek mantıksız değildir.

Desantralizasyon lense bağlı bir astigmatizmaya yol açmaz, neden olduğu refraktif değişiklik bir prizmatik

etkidir (8). Sonuç astigmatizma üzerinde lens tilti daha büyük etki yapar. Soysal ve ark.nın (5) çalışmasında da 1 derece lens tilti 0.19 dioptrilik tilte bağlı astigmatizmaya yol açtığı görülmüş. IOL tilti lensin etkili gücünü artırır ve böylece miyopiye yol açar. Miktar olarak da 20 dioptrilik lens için 10 derece tilt 1 dioptri, 20 derece tilt 4 dioptri miyopiye oluşturduğu hesaplanmıştır (7). Yine Soysal ve ark.nın (5) çalışmasında 1 derece lens tiltinin -0.11 dioptri miyopiye neden olduğu gözlenmiştir. Çalışmamızda sistem desantralize ve tilte bir lens ile hazırlandığında aksi taraftaki haptiğe yapılan argon ve YAG laser atışları bu pozisyon bozukluğunu bir ölçüde gidebilmektedir. Pozisyonda yapılan değişiklikler de bir miktar refraksiyona yansımaktadır. Böylece mevcut lens tilt ve desantralizasyonunun yol açtığı refraktif hata, laser atışlarıyla bir ölçüde düzeltilebilir. Burada önemli olan bu laser atışlarını daha standardize hale getirmek, belli bir lens pozisyonunda ne güçte ve sayıda laser atışının ne ölçüde pozisyon değişikliğini sağlayabildiğine dair parametreleri istatistiksel olarak saptamaktır.

Model gözün canlı göze uyarlanabilmesindeki zorluk daha kesin yorumları engellemektedir. Tabii ki bütün bu girişimler, pupillası yeterli derecede dilate olabilen, optik kenarları ve haptikleri görünebilen psödofoak gözler için geçerlidir. Bu düzenek foveasıyla fiksasyon yapan psödofoak bir gözü, gerçek bir kapsüler cebi, ve doku etkileşimlerini taklit etmekten uzaktır. O yüzden GİL pozisyonu ve refraksiyonundaki etkiler in vivo daha büyük olabilir. Yine bu çalışma belli bir laser enerjisi ile önceden hesaplanan bir refraksiyon değişikliğini sağlama açısından eksiktir. Sonraki çalışmalarda aynı güçte her bir laser atışı için oluşan tilt miktarı ölçülüp refraksiyona etkisi bakılabilir, ayrıca görmeyen psödofoak gözlerde laserin lens pozisyonuna etkisi incelenebilir.

Sonuç olarak bu çalışma argon ve YAG laser uygulamalarının psödofoak gözde olası iatrojenik etkisine dikkat çeken, desantralizasyon tedavisinde veya bir ölçüde refraksiyon değişimi için psödofoak gözlerde laserin etkinliğini araştıran pilot bir çalışmadır. Özel olarak dizayn edilmiş ve üretilmiş lens haptikleri ve bunların laser absorpsiyon özellikleri ile lenste tahmin edilebilir değişikliklere ait çalışmalar planlanabilir.

## KAYNAKLAR

1. Bath PE, Boerner CF, Dang Y: Pathology and physics of YAG-laser intraocular lens damage. *J Cataract Refract Surg* 1987; 13: 47-9
2. Steinert RF, Puliafito CA: Laser damage in injection-molded lenses. *J Cataract Refract Surg* 1987; 13: 84
3. Newland TJ, Auffarth GU, Wesendahl TA, Apple DJ: Neodymium:YAG laser damage on silicone intraocular lenses. A comparison of lesions on explanted lenses and experimentally produced lesions. *J Cataract Refract Surg* 1994; 20: 527-33
4. Morley MG, Frederick AR Jr: Melted haptic as a complication of the indirect ophthalmic laser delivery system. *Am J Ophthalmol* 1992; 113: 584-6
5. Soysal HG, Saygı S, Gürsel E: Arka kamara lenslerinde tilt ve desantralizasyonun refraksiyona etkisi. *MN Oftalmoloji* 1997; 4: 329-333
6. Çakıcı F, Aslan BS, Duman S: Arka kamara lenslerinde postoperatif astigmatizma ve göz içi lens pozisyonunun astigmatizmaya etkisi. *T Oft Gaz* 1990; 20: 67-71
7. Sivak JG, Kreuzer RO, Hildebrand T: Intraocular lens tilt and astigmatism. *Ophthalmol Res* 1985; 17: 54-59
8. Atchison DA: Refractive errors induced by displacement of intraocular lenses within the pseudophakic eye. *Optom and Vision Sci* 1989; 66: 146-152
9. Brancato R, Leoni G, Trabucchi G, Capon MR, Docchio F: Study of laser damage to injection-molded diffractive intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 1991; 17: 639-41
10. Findl O, Drexler W, Menapace R, Georgopoulos M, Rainer G, Hitzinger C, Fercher A: Changes in intraocular lens position after neodymium: YAG capsulotomy. *J Cataract Refract Surg* 1999; 25: 559-62
11. Üstüner A, Aksu A, Tahtacı A, Gürler B: Arka kamara göz içi lenslerinin pozisyonunun postoperatif astigmatizmaya etkisi. *T Oft Gaz* 1995; 25: 269-271
12. Korynta J, Bok J, Cendelin J: Changes in refraction induced by change in intraocular lens position. *J Refract Corneal Surg* 1994; 10: 556-64
13. Kozaki J, Tanihara H, Yasuda A, Nagata M: Tilt and decentration of the implanted posterior chamber intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 1991; 17: 592-5
14. Korynta J, Bok J, Cendelin J, Michalova K: Computer modeling of visual impairment caused by intraocular lens misalignment. *J Cataract Refract Surg* 1999; 25: 100-5