

Kontakt Lensler: Materyallerin Fiziksel Özellikleri ve Çeşitleri

Dr. İnci ULU GÜNGÖR, Dr. Dilek ERKAN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, SAMSUN

- ✓ Kontakt lens uygulamalarında seçilecek lens materyalinin özelliklerinin ve hastaya uygunluğunun tedavinin başarısını etkilediği bilinmektedir. Bu nedenle iyi bir uygulama için genel olarak kontakt lens materyal özelliklerinin iyi tanımlanması ve seçim yapılması gerekmektedir. Biz bu yazımızda uygulamalardaki temel bilgilere ışık tutması amacıyla kontakt lens materyallerinin genel özellikleri ve uygulamadaki en önemli faktör olan oksijen performansı ile ilgili öğeleri incelemeyi amaçladık.

Anahtar kelimeler: Sert kontakt lens materyalleri, yumuşak kontakt lens materyalleri, oksijen geçirgenliği, oksijen iletkenliği.

- ✓ **Contact Lenses: Physical Features of Materials and Types**

It is known that contact lens material and its suitability for patient on practice influences success of fitting. Therefore, generally definition of the features of contact lens material and preferring is necessary for a good contact lens fitting. We have aimed evaluation of general features and types of contact lens materials and oxygen performance in this review.

Key words: Rigid contact lens materials, soft contact lens materials, oxygen permeability, oxygen transmissibility

Kontakt lens tasarımına ait ilk ipuçlarına 1500'lü yılların başında Leonardo Da Vinci'nin çalışmalarında rastlanmaktadır. Gerçek anlamda ilk kontakt lenslerin yapımı ise 1888'de biri İsveç'li bir fizikçi olan Eugene A. Fick, diğeri de Fransız bir optisyen olan Eduard Kalt'ın girişimleriyle başlamıştır. Her iki araştırmacının birbirlerinden bağımsız olarak ama aynı dönemde geliştirdikleri, camdan üretilen skleral ve korneal kontakt lensler, bu alandaki gelişmelerin dönüm noktası olmuştur⁽¹⁾. Fick, camdan ürettiği lensi 2 saat kadar, iritasyon olmadan kendi gözünde denemiştir. Yine aynı yıllarda kendisi de 14 dioptri myop olan August Müller, üç kurvatürlü lensler tasarlamış ve kendi gözünde kullanmıştır⁽²⁾. 1930'lu yılların sonuna doğru skleral lensler, bir tür plastik olan poli metil metakrilat (PMMA) materyalinden üretilmeye başlanmış, 1940'lardan sonra da PMMA, lens üretiminde çok yaygın kullanılan bir materyal olmuştur.

Skleral lensler 1950'lerin sonlarına kadar kullanımında olan tek lens grubu iken daha sonra 8.5-9.5 mm. çaplı korneal kontakt lensler üretilmeye ve kullanılmaya başlanmıştır. Bunlar da ilk etapta PMMA'dan üretiliyordu. 1970'li yıllardan itibaren ise PMMA, başka maddelerle kombine edilerek, değişik derecelerde gaz geçirgenliğine sahip yeni materyaller elde edilmiştir. Bunlar, günümüze değin, sert gaz geçirgen (RGP, Rigid Gas Permeable) lensler adı altında, halen de kullanılmakta olan geniş bir kontakt lens grubunu oluşturmaktadırlar⁽³⁾. Yine 1970'li yıllarda yumuşak kontakt lensler (özellikle de ana materyal olan hidrojel ve türevlerinden üretilen lensler) kullanıma girmiştir. Son yıllarda kontakt lens üretiminde yaşanan en büyük yenilik ise yüksek oksijen geçirgenliğine sahip silikon materyali ile değişik derecelerde ama daha az oksijen geçirgenliği bulunan, kontakt lense çatı oluşturacak yapısal özelliğe sahip hidrojel materyalinin birleştirile-

bilmesi olmuştur. 1990'lı yılların başında gerçekleşen bu buluşla yüksek oksijen geçirgenliğine sahip, nispeten ucuz, sürekli kullanıma izin veren silikon-hidrojel lensler üretilmiştir⁽⁴⁾.

LENS MATERYALLERİNİN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

Burada bahsedeceğimiz fiziksel özellikler, hem sert hem yumuşak lensleri kapsamaktadır. Bu özellikler içinde; oksijen geçirgenliği, oksijen iletkenliği, eşdeğer oksijen yüzdesi ve kornea kalınlığı gibi oksijen performansını gösteren özellikler ile ıslanabilirlik, fleksibilite, sağlamlık ve su içeriği kavramları yer almaktadır⁽⁵⁾.

Oksijen geçirgenliği, materyalin fiziksel özelliği olup sabit laboratuvar şartları (35 °C, %95 nem oranı, iç kavis çapı 8 mm. ve çapı 10mm. olan lens materyali) sağlanarak ölçülen ve lensin kalınlığından bağımsız bir değerdir^(5,6). 'Dk' kısaltması ile ifade edilir. Burada 'D' oksijenin lens materyali içine difüzyon katsayısını, 'k' ise oksijenin lens materyali içinde eriyebilirlik derecesini ifade etmektedir. Dk birimi, (cm²/san) (ml O₂/ml X mmHg) ile ifade edilmektedir ve Fatt ünitesi olarak da belirtilir^(7,8). Örneğin silikon-hidrojel grubu bir yumuşak kontakt lens materyali olan lotrafilkon A'nın Dk'sı 140 dır.

Korneanın oksijenlenmesi bakımından kontakt lensin performansını daha iyi değerlendiren parametre ise Dk/L (=Dk/t) değeridir. Bu değer, oksijen geçirgenliğinin lensin santiral kalınlığına bölünmesi ile bulunur. Dk'sı oldukça yüksek olan materyal eğer yeterince ince bir lense dönüştürülemezse Dk/L değeri beklenenden düşük olacaktır. Bu da bize Dk/L'nin kornea oksijenlenmesini değerlendirmede Dk'dan daha önemli olduğunu göstermektedir. Bu parametre genellikle esas değer 10⁻⁹ ile çarpıldığı bir sayı şeklindedir. Birimi Dk ile aynıdır. Örneğin, lotrafilkon A'nın Dk/L'si 175 X 10⁻⁹ (cm²/san) (ml O₂/ml X mmHg) (-3.00) dır.

Eşdeğer oksijen yüzdesi, belirli bir süre kontakt lens uygulandıktan sonra korneanın oksijen kullanımını gösteren bir değerdir. Uygulamadan sonra korneanın oksijene açlık de-

recesi, ve onu kullanma hızı o kontakt lensin uygulandığı kornea üzerindeki oksijen geçirgenliğini verir. Bu değer kişinin kontakt lensle iletişimini gösterir. Özel yöntemlerle ancak ölçülebilir. Değeri %0 (hiç geçirgen olmayan lenste) ile %21 (lensin tamamen geçirgen olduğu durumda) arasında değişir⁽⁵⁾. Teorik olarak hiçbir kontakt lensin %21 değerine ulaşması beklenemez. Çünkü materyal çok yüksek oranda geçirgen olsa bile kontakt lensin kalınlığı, ıslanabilirliği, yüzey özellikleri, kornea üzerindeki yerleşim ve hareket durumu gibi faktörlerle, korneanın oksijen alması etkilenmektedir⁽⁶⁾.

Kornea kalınlığı da kontakt lensin oksijen performansını gösteren bir değerdir. Normalde gece uykusundan sonra korneada %4 oranında kalınlaşma olur. Bu, fizyolojik gece ödemi değeridir. Uzun süreli kullanılan, geleneksel hidrojel lenslerde ise bu oran %9-12 bulunmuştur⁽⁵⁾.

Kornea yapısında yer alan hücreler (epitel, keratositler ve endotel), yaşamlarını ve fonksiyonlarını devam ettirebilmek için oksijen, glukoz ve vitaminlere ihtiyaç duyarlar. Kornea, oksijen ihtiyacını esas olarak atmosferden sağlar. Havadaki oksijen gözyaşında çözünür ve epitel hücreleri tarafından alınır⁽⁹⁾. Humor aközdeki oksijen basıncı, oksijenin tüm kornea kalınlığına yayılmasına yetmez. Normalde deniz seviyesinde, gözler açıkken gözyaşındaki oksijen basıncı 155 mmHg'dır. Gözler kapalıyken 55 mmHg'ya düşer ve bu da daha çok konjonktiva damarlarından sağlanır^(6,10). Eğer kornea üzerinde hiç gaz geçirmeyen bir sert lens varsa, korneaya ulaşan oksijenin tamamı göz kırpmaya hareketi sırasındaki gözyaşı sirkülasyonundan sağlanır⁽⁹⁾. Bir göz kırpmaya ile lens altında biriken gözyaşının, bazı kaynaklara göre %30-60⁽⁹⁾, bazılarında göre de %17-20^(11,12) kadarı, yeni gözyaşıyla yer değiştirir. Eğer sert lens materyali gaz geçirgen ise, korneaya ulaşan oksijenin %10'u gözyaşından %90'ı lensin geçirgenliğinden sağlanır⁽⁹⁾. Lens yumuşak lens ise, oksijen desteğinin büyük kısmı materyalin emdiği su veya gözyaşı içindeki çözülmüş oksijenden sağlanır. Bu nedenle yumuşak lenslerde su içeriği arttıkça ve

kalınlık azaldıkça oksijen iletkenliği de artmaktadır⁽⁶⁾.

Fizyolojik sayılan %4'lük kornea ödemi aşmayacak şekilde günlük lens kullanımı için önerilen Dk/L değeri 75×10^{-9} olarak bulunmuştur. Ancak hidrojel lenslerin hiçbiri bu değere ulaşmamaktadır. Hidrojel lensler için tolere edilebilecek Dk/L değeri günlük kullanım için en az 24×10^{-9} olmalıdır. Bu durumda da uzun süreli kullanımda kornea ödemi %9-10'lara ulaşmaktadır^(12,13). Günümüzde 75×10^{-9} değerine ulaşan veya bu değeri aşan sadece saf silikon lensler, silikon-hidrojel lensler ve bazı gaz geçirgen sert lens materyalleri mevcuttur. Holden ve Mertz ise 1984 yılında yayınladıkları çalışmalarında uyku süresince korneal ödemi artırmayacak lens materyalinin Dk/L'sinin en az 87×10^{-9} olması gerektiğini bildirmişlerdir⁽¹³⁾.

Kontakt lenslerin oksijen performansı ile ilgili bu parametreleri yanında; su içeriği, gerilme özellikleri, birikintilere karşı direnç, ıslanabilirlik, buharlaşma gibi daha birçok fiziksel özellikleri de tanımlanmaktadır. Su içeriği, yumuşak kontakt lensleri ilgilendiren bir özelliktir. Lensin kalınlığını ve oksijen iletkenliğini direkt etkiler. Bu konudan lens materyalleri anlatılırken daha ayrıntılı bahsedilecektir.

Birikintilere karşı direnç, günümüzde daha çok uzun süreli kullanım lenslerinde aranan bir özellik olmuştur. Çünkü tıbbi gereklilik olmadıkça, kısa süreli kullan-at lensler tercih edilmekte, bu lenslerde de yüzey birikiminin fazla önemi bulunmamaktadır. Lens üzerindeki birikintilerin gözyaşı bileşimi ile yakın ilişkili olduğu gösterilmiştir. Proteinler, lipidler ve kalsiyum lens üzerinde oluşan birikintilerin esas komponentini oluşturabilir. Lens materyalinin özelliği de birikintilerin oluşumuna etki eder. Yüksek su içeriği, iyonik yüzey özelliği ve ıslanabilirliğin az olması yüzey birikintilerin artmasına neden olur^(5,11).

Islanabilirlik, lensin kornea üzerinde uygun hareketi ve oksijen iletiminin sağlanması için gereklidir. Yumuşak lensler zaten belirli oranlarda su içerdiğinden ıslanma problemi olmaz. 'Islanabilirlik' terimi daha çok sert lens

materyalleri için kullanılan bir özelliktir. Ancak yumuşak silikon lensler de su içeriklerinin çok düşük olması nedeniyle ıslanma problemi gösterirler. Bu dezavantaj üretici firmalar tarafından silikon yüzeyin üretim sırasında farklı işlenmesiyle giderilmektedir. Lens materyalinin ıslanabilirliği değişik yöntemlerle ölçülebilir ve bir 'ıslanma açısı' ile ifade edilebilir. Islanma açısı ne kadar dar ise ıslanabilirlik o kadar fazladır^(5,7).

Gerilme özellikleri lensin dayanıklılığını belirler. Buharlaşma ise lensin içeriğindeki suyun stabilitesi ile ilgilidir. Her lenste mutlaka bir miktar buharlaşma ile su kaybedilir. Bu miktar fazla ise lens çok çabuk kurur ve korneadan da fazla miktarda su çekerek kurumasına neden olur. Yüksek su içerikli lensler daha çok buharlaşmaya yol açar. Lensin dehidratasyonunda, lens materyali yanında gözyaşı bileşimi, göz kırpma alışkanlığı, kapak aralığı, gözyaşı hacmi, lensin kalınlığı ve ortam ısısı gibi birçok etken rol oynar^(5,7).

MATERYAL ÇEŞİTLERİ

Kontakt lensler, üretildikleri maddenin özelliklerine göre yumuşak ve sert olmak üzere iki ana grupta incelenebilirler. Bir kontakt lens, kenarları birbirine değecek kadar bükülebiliyorsa yumuşak lenstir. Kırılmadan kenarları birbirine değdirilemiyorsa sert lenstir⁽¹⁴⁾. Tablo'da başlıca kontakt lens materyalleri gösterilmiştir. Aşağıda, tablodaki sınıflama ile uyumlu olarak bu materyallerden bahsedilecektir.

Poli metil metakrilat (PMMA), 1940'lerden beri önce skleral sonra da korneal kontakt lenslerin üretiminde kullanılmaktadır. Dayanıklı, stabil, kullanımı ve bakımı kolay, ucuz ve iyi ıslanabilir olması, bu materyalin avantajlarıdır. Ancak gaz geçirgenliğinin olmaması nedeniyle korneada yoğun şekilde hipoksiye yol açması, kullanımını sınırlayan en büyük dezavantajıdır⁽¹⁵⁾. Ancak bu önemli dezavantajına rağmen bu lenslerin uzun yıllar başarıyla kullanıldığı ve halen pek çok hasta için vazgeçilmez olduğu da bir gerçektir⁽¹²⁾.

Sert gaz geçirgen kontakt lens materyalleri, PMMA'nın silikon, florokarbon, polivinil

Tablo. Kontakt Lens Tipleri ve Materyalleri.

Sert kontakt lensler	Yumuşak kontakt lensler
1- Sert kontakt lens * PMMA	1- Hidrojel kontakt lensler * Geleneksel (konvansiyonel) yumuşak kontakt lensler. * Kullan-at kontakt lensler * Planlı sık yenileme lensleri Materyallere göre: * HEMA (Hidroksietilmetakrilat) * HEMA+NVP * Non-HEMA (GMA, MMA, BMA)
2- Sert gaz geçirgen kontakt lensler * Selüloz asetat bütirat (CAB, Anduran) * Silikon * Silikon akrilat * Florosilikon akrilat * Florokarbon ve floropolimerler * Sitren	2- Silikon-Hidrojel kontakt lensler (Sürekli kullanım lensleri) (Lotrafilcon A ve Bafilcon A)

prolidon ve metakrilik asit gibi maddelerle kombine edilmesinden elde edilmişlerdir. Böylece, eklenen maddenin fiziksel özellikleriyle ve katılma oranıyla bağlantılı olarak değişik düzeylerde gaz geçirgenliğine sahip yeni materyaller üretilmiştir. Günümüze değin kullanılmış olan başlıca sert gaz geçirgen lens materyalleri aşağıda sıralanmış ve belirgin özellikleri anlatılmıştır^(7,12,15,16).

1. Selüloz Asetat Bütirat (CAB, Anduran)
2. Silikon
3. Silikon akrilat (Siloksan)
4. Florosilikon akrilat
5. Florokarbon
6. Floropolimer
7. Sitren
8. Hibrit lensler (Yumuşak materyal kaplı sert lensler)

CAB materyali gaz geçirgen lenslerin ilk keşfedilenidir. 1974'de lens materyali olarak kullanılmaya başlanmıştır. 4-8 arasında değişen Dk değeri ile düşük oksijen geçirgenliğine sahip olması en önemli dezavantajdır. Materyalin özelliği nedeniyle üretilen lensler kalın olmakta ve kolay çizilmektedir. Gözyaşı içindeki lipidlere afinitesi vardır. İyi ıslanabilir olması, protein birikintilerine karşı dirençli olması ve sağlam olması gibi avantajları varsa da günümüzde kullanımı sınırlıdır (Bu lenslere örnek: Conflex -Zeiss-, Persecon E Keratokonus -Ciba-).

Silikon, aslında sert ve yumuşak olmak üzere iki şekilde bulunur. Sert silikon reçine silikon olarak bilinir. Yapısal olarak sert lens özelliklerine sahiptir ancak Dk değeri onlardan belirgin olarak düşüktür. Bu nedenle sınırlı uygulama alanı bulmuşlardır.

Silikon akrilat lensler, silikon ve akrilatların (PMMA) değişik oranlarda kopolimerize edilmesiyle elde edilmişlerdir. Böylece silikonun oksijen geçirgenliği, akrilatların da stabilitesi aynı materyalde toplanmış olur. Dk değerleri 12 ile 56 arasında değişmektedir (Örnek: Boston ve Paraperm)

Florosilikon akrilatlar, silikon akrilat materyali ve floromonomerlerin kompoze edilmesiyle üretilmiş materyallerdir. Bu şekilde silikon akrilatlardan daha yüksek Dk'lı maddeler elde edilebilmiştir. Bu grupta yer alan pek çok materyalin dk'sı 30 ile 210 arasında değişmektedir. Örneğin Aquila lensi (Ciba) 143, Quantum 2 Lensi (B&L) 210 Dk'ya sahiptir. Bu lensler yüksek oksijen geçirgenliği ile en sık kullanılan lensler olmuştur ancak sık olarak 3 - 9 boyanmasına neden olmaları ve korneaya yapışmaları başlıca dezavantajlarıdır.

Florokarbon ve floropolimer lensler, yapılarında florin ihtiva ederler. Florokarbonlar iyi oksijen geçirgenliğine sahiptir ancak; yeterli ıslanmamaları, yumuşak olmaları ve zayıf refraktif özellikleri nedeniyle tercih edilmemişlerdir ve yerlerini floropolimer lenslere bırakmış-

lardır. Floropolimerler, silikon akrilata florin eklenmesiyle oluşturulmuşlardır. Florin, silikon akrilatın hem oksijen geçirgenliğini, hem de ıslanabilirliğini artırır. Bu lens grubu Dk değeri açısından oldukça geniş bir yelpazeye sahiptir.

Sitren lensler 1980'lerde piyasaya sunulmuştur. Silikon akrilatlar göre nispeten düşük Dk'ya sahiptirler. Bu materyal daha çok, ortası sert kenarları yumuşak olan keratokonus lenslerinin yapımında kullanılmıştır^(15,16). Bu lenslere hibrit lensler de denilmektedir.

Yumuşak lens yapımında kullanılan iki önemli materyal, silikon ve hidrojeldir. Silikon, sert lensler bölümünde anlatıldığı gibi sert ve yumuşak olmak üzere iki ayrı formda elde edilebilir. Lastik silikon yani elastomer şekli yumuşak olmaktadır ve materyalin işlenişine göre 340'a varan yüksek Dk değerlerine sahiptir. Yumuşak silikon bu şekliyle çok iyi oksijen geçirgenliğine sahiptir ancak yüzey ıslanabilirliği çok azdır. Bu nedenle yüzeyi hidrofilik materyalle kaplanır. Böylece pediatrik afakide kullanılan lensler elde edilir⁽⁷⁾.

Hidrojel materyaller ise neredeyse yumuşak lens kavramıyla eşdeğer tutulmuştur. Hidrojellerin en önemli özelliği değişik oranlarda su tutucu olmalarıdır. Bu özellik materyalin oksijen geçirgenliği, elastikliği, kırma gücü ve gerilmeye karşı dayanıklılığında rol oynar. Su içeriği arttıkça oksijen geçirgenliği yani Dk değeri artar. Su içeriklerine göre hidrojeller; düşük (%30-45), orta (%45-60) ve yüksek (%60-80) olmak üzere 3 grupta incelenebilirler.

Hidrojel lensler FDA tarafından bazı kimyasal özelliklerine göre 4 grupta incelenmektedir⁽⁷⁾. Bu sınıflamada en önemli iki özellik materyalin su içeriği ve yüzeyinde reaktif grupların bulunmasıdır. Reaktif grup içeren materyaller iyonik olarak adlandırılır. Bir materyalin iyonik olması, (yüzeyi negatif yüklü olup, pozitif yüklü gözyaşı proteini ve lipidleriyle daha çok reaksiyona gireceğinden) yüzeyinde daha çok birikinti oluşması dezavantajını getirmektedir.

Yumuşak lens materyalleri '-filcon' son eki alırlar (bu, sert lens materyalleri için '-fokon'dur). Bunun tek istisnası ilk bulunan

hidrojel materyali olan polimasondur. Bulan firma, kendi verdiği ismi kullanmaktadır.

Son yılların kontakt lenslerdeki en önemli gelişmesi ise silikon ve hidrojel materyallerinin birleştirilmesi olmuştur. Böylece silikonun yüksek oksijen geçirgenliği yeni materyale eklenirken hidrojin su tutucu özelliği ile sağlanlığı silikonun dezavantajlarını azaltmıştır. Yumuşak lens materyalleri içinde en yüksek Dk'ya sahip yeni ürünler ortaya çıkmıştır. Balafilcon A materyali (110×10^{-9} Dk/L) ve Lotrafilcon A materyali (175×10^{-9} Dk/L) şimdi bilinen silikon-hidrojel lenslerdir⁽⁴⁾.

Yumuşak lens materyalleri içinde ayrıca biyolojik maddelerden üretilmiş bazı materyallere de kısaca değinmek uygun olacaktır. İlk kez Fyodorov ve arkadaşları tarafından geliştirilmişlerdir. Domuz sklerası kollajeninden yapılan bu lensler terapötik amaçlı kullanılırlar. Göze konulduktan sonra gözyaşının proteolitik etkisiyle erirler⁽¹⁷⁾.

Geliş Tarihi : 30.06.2004

Yayına kabul tarihi : 15.10.2004

Yazışma adresi:

Dr. İnci ULU GÜNGÖR

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Tıp Fakültesi,

Göz Hastalıkları Anabilim Dalı

55139 Kurupelit, SAMSUN

KAYNAKLAR

1. Koetting RA. Contact Lenses. In: Podos SM, Yanoff M, (ed.) Textbook of Ophthalmology. Vol.1 New York, Gower Medical Publishing, 1991; 11(2-5).
2. Kanpolat A. Kontakt Lensler. Actual Medicine. 1996; 4: 4-11.
3. White P, Scott C. Contact Lenses. In: Yanoff M, Duker JS, (ed.) Ophthalmology. London, Mosby, 1999; 2: 11(1-8).
4. Kanpolat A, Uçakhan Ö. Kornea ve Oküler Yüzey Bozukluklarında Tanı ve Tedavide Yenilikler. MN Oftalmoloji. 2003; 10 (1): 88-98.
5. Durak İ, Kaynak S. Yumuşak Kontakt Lensler (Materyal, Tasarım, Uygulama). MN Oftalmoloji 1994; 1: 25-30.
6. Bilgin LK. Kontakt Lenslerde Gaz Geçirgenliği. III. Ulusal Türk Medikal Kontakt Lens Kongre Bülteni. 1991; 11-13.

7. Gasson A, Morris J. The Contact Lens Manual n̄ A Practical Fitting Guide. 2 nd. ed. London, Butterworth-Heinemann, 1998; 1–13.
8. Yağmur M. Kornea Hastalıkları. Aydın P, Akova YA, (ed.) Temel Göz Hastalıkları. Ankara, Güneş Kitabevi, 2001; 163–180.
9. Contact Lenses. In: American Academy of Ophthalmology, Section 2 (Optics, Refraction and Contact Lenses). San Francisco, California, 1990; 216–248.
10. Mirza GE. Kornea Fizyolojisi. Ankara Oftalmoloji Derneği, Akademik Eğitim Programı, XIV. Ulusal Oftalmoloji Kurs Kitabı. Ankara, Nisan-1994; 20–26.
11. İrkeç M. Gözyaşı Tabakasının Yapısı, Biyokimyası, İmmünolojisi ve Kontakt Lensler. MN Oftalmoloji. 1994; 1: 18–20.
12. Temel A. Sert Kontakt Lensler (Materyal, Tasarım, Uygulama). MN Oftalmoloji. 1994; 1: 21–24.
13. Kanpolat A. Yumuşak Kontakt Lens Materyalleri ve Gaz geçirgenliği. III. Ulusal Türk Medikal Kontakt Lens Kongre Bülteni. 1991; 18–22.
14. Özçetin H. Myopi ve tedavisi. Bursa. Nobel Tıp Kitabevi. 2002; 93-95.
15. Erda N. Sert Lens Materyali. Ankara Oftalmoloji Derneği, Akademik Eğitim Programı, XIV. Ulusal Oftalmoloji Kurs Kitabı. Ankara, Nisan-1994; 68–72.
16. Barlas B. Sert Gaz Geçirgen Lensler. III. Ulusal Türk Medikal Kontakt Lens Kongre Bülteni. 1991; 14–17.
17. Özmen AT. Terapötik kontakt lensler. MN Oftalmoloji. 1994; 1: 32–35.