

# İleri Keratokonuslu Olgularda Kontakt Lens Uygulaması: Uzun Süreli Takip Sonuçlarımız

## *Use of Contact Lenses in Eyes with Severe Keratoconus: Long-term Results*

Zerrin Tuncer, Turhan Soylu

Bayrampaşa Göz Hastanesi, İstanbul, Türkiye

### Özet

**Amaç:** İleri keratokonuslu gözlerde sert gaz geçirgen (SGG) kontakt lens kullanımının uzun süreli takip sonuçlarını değerlendirmek.

**Gereç ve Yöntem:** SGG kontakt lens uygulanan ileri keratokonuslu gözler retrospektif olarak incelendi.

**Sonuçlar:** İleri keratokonus tanısı konup gaz geçirgen kontakt lens uygulanan 25 kadın 17 erkek 42 hastanın 59 gözü çalışma kapsamına alındı. Hastalar 3 ile 12 yıl (ortalama 6,57±3,60) takip edildi. İlk muayenede yaş ortalaması 25,88±9,10; K1 değeri ortalaması 6,49±0,40 mm, K2 değeri ortalaması 5,91±0,40 mm. idi. Gözlük ve kontakt lens ile ortalama görme keskinlikleri 0,26±0,10 (0,63±0,20 logMAR) ve 0,66±0,20 (0,20±0,10 logMAR) bulundu. Görme keskinlikleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıydı (p=0,0001). Son muayenede SGG kontakt lens ile ortalama görme keskinliği 0,68±0,20 (0,19±0,10 logMAR) idi. İlk ve son muayenelerde kontakt lens ile alınan görme keskinlikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu (p=0,32). Uzun takip süresi sonunda 17 gözde apikal skar gelişti. Sadece bir hastanın 2 gözüne 6 yıl SGG kontakt lens kullanımından sonra keratoplasti gerekti.

**Tartışma:** İleri keratokonusu olan gözlerde SGG kontakt lensler, keratoplasti öncesi mutlaka düşünülmelidir. (*Turk J Ophthalmol* 2012; 42: 202-6)

**Anahtar Kelimeler:** Keratokonus, kontakt lens

### Summary

**Purpose:** To evaluate the long-term results of rigid gas permeable (RGP) contact lenses in severe keratoconic eyes.

**Material and Method:** Severe keratoconic eyes with RGP contact lenses were evaluated retrospectively.

**Results:** Long-term follow-up results of RGP contact lenses applied to 59 eyes of 42 patients (25 women, 17 men) with a diagnosis of severe keratoconus were analyzed. Follow-up period was 3 to 12 years (mean: 6.57±3.60). The mean age at first exam was 25.88±9.10 years, the mean corneal curve K1 was 6.49±0.40 mm and K2 was 5.91±0.40 mm. Mean visual acuities with spectacles and contact lenses were 0.26±0.10 lines (0.63±0.20 logMAR) and 0.66±0.20 lines (0.20±0.10 logMAR), respectively. The difference between both visual acuities was statistically significant (p=0.0001). At the last visit, the mean visual acuity with RGP contact lenses was 0.68±0.20 lines (0.19±0.10 logMAR). There was no statistically significant difference in visual acuity between first and last examinations with contact lenses (p=0.32). During the long-term follow-up period, apical scarring developed in 17 eyes. Only the 2 eyes of one patient needed penetrating keratoplasty after 6 years of RGP contact lens use.

**Discussion:** Use of RGP contact lenses should be considered before penetrating keratoplasty in cases of severe keratoconus. (*Turk J Ophthalmol* 2012; 42: 202-6)

**Key Words:** Keratoconus, contact lens

### Giriş

Keratokonus korneanın noninflamatuvar, ilerleyici, asimetrik hastalığıdır. Korneadaki yapı değişikliği, sertlik ve

esnekliği ve bunun sonucu biyomekanik parametreleri etkile<sup>1,2</sup> Gelişen patoloji nedeniyle korneada dikleşme, distorsiyon (çarpıklık), düzensiz ve ilerleyici miyopik astigmatizma, santral veya parasantral incelme ve apikal skar gelişir. Birçok keratokonus hastasının iyi görebilmek için sert

**Yazışma Adresi/Address for Correspondence:** Dr. Zerrin Tuncer, Bayrampaşa Göz Hastanesi, İstanbul, Türkiye

Tel.: +90 212 674 02 02 / 137 Gsm: +90 533 250 55 03 E-posta: zrrnt@yahoo.com **Geliş Tarihi/Received:** 02.12.2010 **Kabul Tarihi/Accepted:** 27.01.2012

gaz geçirgen(SGG) kontakt lens kullanmakta olduğu çalışmalarda gösterilmiştir.<sup>3,4</sup>

Keratokonus göz bulguları ve belirtilere göre sınıflandırılır. Keratometrik değeri 7,50 mm'nin üstünde olan gözler hafif, 7,50-6,49 mm. arasında olanlar orta, 6,49-5,63 mm. arasındakiler ileri ve 5,63 mm'nin altında olanlar ise ağır keratokonus olarak sınıflandırılmaktadır.<sup>5</sup> Erken dönemde sadece kornea topografisi ile teşhis konabilir. Hastalık ilerledikçe, azalan görme keskinliği gözlükle düzeltilemez. Kornea incilmesi sürekli artar. Korneadaki incelme ve öne doğru bombeleşme arttıkça yüksek sıralı aberasyonlar da artar.<sup>6,7</sup> Orta ve ileri dönemlerde koni tabanında hemosiderinden oluşan Fleisher halkası gözlenir. Vogt çizgileri olarak isimlendirilen, descemet membranında ince vertikal çizgiler oluşur. Zaman içinde apikal skar gelişir. Daha ileri dönemlerde ise descemet membranındaki çatlaklar, hidrops olarak isimlendirilen akut stroma ödemeine neden olabilir.<sup>8</sup>

Keratokonusun derecesine göre tedavi yöntemi değişmektedir. Hafif keratokonusu olanlara gözlük veya kontakt lens verilir. Orta derecede keratokonusu olan gözlerle son yıllarda uygulanmakta olan yöntemler(kornea çapraz bağlama, kornea içi halkalar) ile karşılaştırıldığında görme keskinliğini en iyi artıran seçenek kontakt lensdir. İleri ve ağır keratokonusta ise kontakt lens veya keratoplasti uygulanır. Keratokonus tedavisinde en önemli seçenek kontakt lenslerdir. Çeşitli lens tasarımları hastaların çoğuna başarılı bir şekilde kontakt lens uygulayabilmemize olanak sağlamaktadır.<sup>9</sup>

Çalışmamızın amacı, ileri keratokonusu olup SGG kontakt lens uyguladığımız hastaların uzun süreli takip sonuçlarını retrospektif olarak incelemektir.

## Gereç ve Yöntem

İleri keratokonusu olup SGG kontakt lens verilmiş olan hastalar çalışma kapsamına alındı. Keratokonus dışında kornea patolojisi olan, operasyon geçiren, kontakt lens kullanımını bırakan veya 3 yıldan az takip edilen hastalar çalışma dışında tutuldu.

Hastaların ilk muayenesindeki yaşı, düzeltilmiş görme keskinliği(Snellen eşeli, logMAR), sferik ve silindirik gözlük değerleri, düz keratometri (K1) ve dik keratometri (K2) değerleri, kontakt lens eğrilik yarıçapları ve kontakt lensle görme keskinlikleri; son muayenede K1 ve K2 değerleri, kontakt lens eğrilik yarıçapları, kontakt lensle görme keskinlikleri kaydedildi. Keratometri değerleri Javal oftalmometre ile ölçülmüştü. Keratometrik değeri 6,49 mm. ile 5,63mm. arasında olan hastalar çalışma kapsamına alındı.

Hastalara fluor-silicone methacrylate-copolymer materyalden üretilmiş Dk: 100 (Conflex Air 100 UVK Keratokonus, Zeiss, Almanya), sellüloz asetat bütirat materyalden üretilmiş Dk: 8 (Persecon E Keratokonus, Ciba-Vision, Almanya) ve copolymers of fluorine, silicone ve alkyl methacrylate materyalden üretilmiş Dk: 42 (GP36, Net lens, Türkiye) kontakt lensler uygulanmıştır.

İkili karşılaştırmalar eşleştirilmiş dizide t testi ile yapıldı,  $p < 0,05$  istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

## Bulgular

25'i kadın(%60), 17'si erkek(%40) olan 42 hastanın 59 gözü incelendi. İlk muayenede yaşları 15 ile 50 arasında değişen hastaların yaş ortalaması  $25,88 \pm 9,10$  olup %76,18'i 20 yaşın altında idi (Grafik 1). En kısa 3 yıl, en uzun 12 yıl izlenen hastaların ortalama takip süresi  $7,56 \pm 3,40$  yıl bulundu.

Bütün hastalara sert gaz geçirgen(SGG) kontakt lens uygulandı. Görme keskinliği ilk muayenede gözlükle ölçüldüğünde refraksiyon ortalaması sferik -0,50 diyoptri (D) ile -16,75D. arası (ortalama  $-7,67 \pm 4,40$  D.) idi. Sferik ortalama %30,3 oranında -1 ile -5 D. arasında, %33,9 oranında -5 ile -10 D. arasında, %27,1 oranında -10 ile -15 D. arasında ve %8,7 oranında -15 ile -20 D. arasında izlenmekte olup toplam %61'inin -5 ile -15 D. arasında olduğu gözlemlendi (Grafik 2). Silindirik değerler ise -0,75D. ile -7,75D. arası (ortalama  $-4,46 \pm 1,80$  D.) idi. Gözlerin %20,34'ünde astigmatizma 3D.'nin altında, %66,1'inde 3-6 D. arasında ve %13,56'sında 6 D.'nin üstünde olduğu saptandı (Grafik 3).

Daha sonra hastalara kontakt lens uygulanarak tekrar görme keskinlikleri alındı. İlk muayenede gözlükle düzeltilmiş görme keskinliği  $0,26 \pm 0,10$  ( $0,63 \pm 0,20$  logMAR) olan hastaların, kontakt lensle görme keskinliği  $0,66 \pm 0,20$  ( $0,20 \pm 0,10$  logMAR)'a yükseldi (Tablo 1). Gözlükle ve kontakt lensle alınan görme keskinlikleri kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görüldü ( $p=0,0001$ ). İlk muayenede SGG lensle  $0,66 \pm 0,20$  ( $0,20 \pm 0,10$  logMAR) olan görme keskinliğinin son muayenede  $0,68 \pm 0,20$  ( $0,19 \pm 0,10$  logMAR) (Tablo 2) ve iki ölçüm arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu gözlemlendi ( $p=0,32$ ).

Takip süresi içinde korneanın dikleştiği saptandı. Düz keratometri (K1) ortalaması ilk muayenede  $6,49 \pm 0,40$ mm, son muayenede  $6,32 \pm 0,30$ mm. bulunup, iki değer arasında istatistiki olarak anlamlı derecede fark vardı ( $p=0,03$ ). Dik keratometri (K2) ortalaması ilk muayenede  $5,91 \pm 0,40$ mm, son muayenede  $5,88 \pm 0,30$ mm. olup iki değer arasında istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunamadı ( $p=0,72$ ). Kontakt lens eğrilik yarıçapları ortalaması ilk muayenede  $6,88 \pm 0,40$ mm, son muayenede  $6,87 \pm 0,40$ mm. olup, iki değer arasında istatistiki olarak anlamlı bir fark yoktu ( $p=0,85$ ) (Tablo 3). Gözlem süresinde 17 gözde apikal skar geliştiği görüldü (%28,8). Sadece bir hastanın iki gözüne 6 yıl takip süresi sonunda keratoplasti uygulandı (%3,38).

## Tartışma

Keratokonus, en yaygın görülen primer ektazidir. Genel popülasyonda 100,000'de 54 oranında görülür.<sup>9</sup> Son yıllarda refraktif cerrahinin artması ile birlikte daha çok topografi

çekilmekte ve daha erken keratokonus tanısı konmaktadır. Bu nedenle sıklık oranının bilinenden daha yüksek olduğu düşünülmektedir. Pubertede başlar; kadın, erkek ve bütün etnik grupları etkiler. Görme kalitesi zaman içinde gittikçe azalır, 3-4. dekatta ilerleme durur.<sup>11</sup>

Keratokonusta korneanın deformasyonu normal görme fonksiyonunu bozar. Keratokonuslu gözlerde gözlükle optik düzeltme yetersizdir, bu nedenle kontakt lensler kullanılır. Kontakt lensler düzensiz kornea yüzeyini, düzgün bir ön yüzeye dönüştürerek görme artışı sağlar. Kornea ve kontakt lensin arka yüzeyi arasındaki gözyaşı film tabakası aberasyonları azaltır.<sup>12</sup>

Keratokonusu gözlerle uygulanmak üzere çeşitli tiplerde kontakt lensler bulunmaktadır. Kişiyeye uygun kontakt lensin seçimi keratokonusun derecesine göre değişir. Hafif keratokonuslu gözlük veya yumuşak kontakt lensle iyi bir görüş elde edilebilir. Hastalık ilerledikçe, iyi görüş sağlamak için SGG kontakt lensler, hybrid (melez) veya piggy-back (sert-yumuşak lens kombinasyonlu) kontakt lensler kullanılmaktadır. Kazuno ve ark.<sup>12</sup> çalışmalarında kontakt lenslerin korneanın düzensiz optik yüzeyini düzgün hale getirerek hastalara kabul edilebilir bir görme sağladığını belirtmiş, ayrıca SGG kontakt lenslerin keratokonuslu gözlerde yüksek sıralı aberasyonları azaltarak görme performansını artırdıklarını göstermişlerdir. Yanai ve ark.<sup>13</sup> çalışmalarında gözlükle görme keskinliğini 0,70 logMAR (20/111), kontakt lensle görme keskinliğini 0,20 logMAR (20/29) bulmuşlardır. Fatima ve ark.<sup>14</sup> kontakt lens ile görme keskinliğini 6/9 (0,18 logMAR) bulduklarını ifade etmişlerdir. Lim ve ark.<sup>9</sup> da %87 gözde kontakt lensle görme keskinliğinin 6/9 (0,18 logMAR) olduğunu belirtmişlerdir. Süren ve ark.<sup>15</sup> gözlükle ve kontakt lens ile en iyi düzeltilmiş

**Tablo 1.** Gözlük ve kontakt lens ile alınan görme keskinlikleri kıyaslandığında fark istatistiksel olarak anlamlı

İlk Muayenede Görme Keskinliği	Snellen	LogMAR
Gözlük	0,26±0,10	0,63±0,20
Kontakt Lens	0,66±0,20	0,20±0,10
p	0,0001	0,0001

**Tablo 2.** İlk ve son muayenede kontakt lens ile görme keskinliği

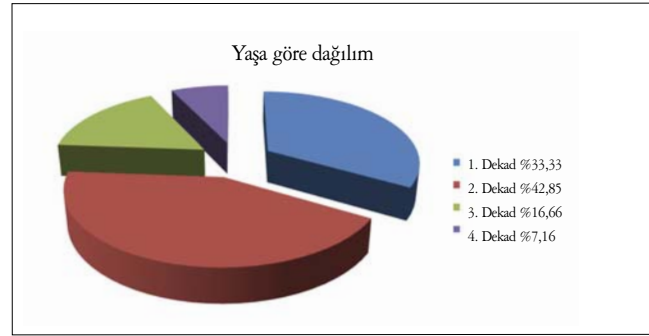
Kontakt lens/Görme keskinliği	Snellen	LogMAR
İlk muayene	0,66±0,20	0,20±0,10
Son muayene	0,68±0,20	0,19±0,10
p	0,32	0,69

**Tablo 3.** İlk ve son muayenede K1 ve K2 değerleri

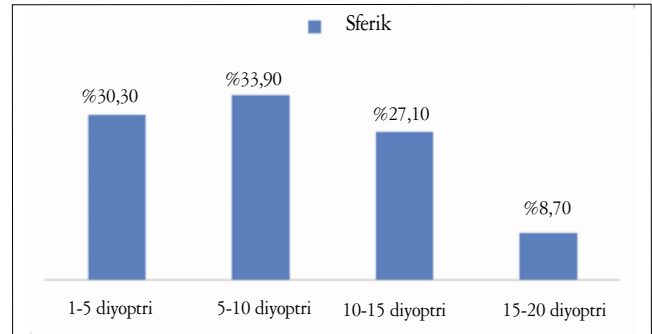
	İlk Muayene	Son muayene	p
K1	6,49±0,40 mm.	6,32±0,30 mm.	0,03
K2	5,9±0,40 mm.	5,88±0,30 mm.	0,72
Kontakt lens eğrilik yarıçapı	6,88±0,4 mm.	6,87±0,40 mm.	0,85

görme keskinlikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar saptamışlardır. Çağılahasan ve ark.<sup>16</sup> en iyi görme keskinlikleri ortalamasının gözlükle düzeltmede 0,40±0,19 logMAR, kontakt lens ile 0,14±0,11 logMAR olduğunu ve bu sonuçlar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulduklarını belirtmişlerdir (p=0,001). Biz de çalışmamızda gözlükle düzeltilmiş görme keskinliği 0,26±0,10 (0,63±0,20 logMAR) olan hastaların, kontakt lensle görme keskinliğinin 0,66±0,20 (0,20±0,10 logMAR) olduğunu bulduk. Kontakt lensin görme keskinliğini istatistiksel olarak anlamlı derecede artırdığını saptadık (p=0,0001).

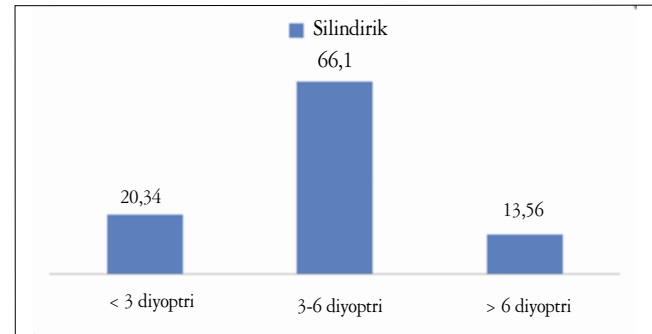
Çalışmamızda bütün hastalara düz keratometrik değerden(K1) daha düz radyusta kontakt lens uygulaması olduğumuzu gözledik. İlk olarak Krachmer ve ark.<sup>17</sup> dik SGG kontakt lensler ile görme keskinliğinin, düz SGG lenslere göre



**Grafik 1.** Keratokonuslu hastaların ilk muayenede yaşa göre dağılımı



**Grafik 2.** Keratokonuslu gözlerin miyopi düzeylerinin dağılımı



**Grafik 3.** Keratokonuslu gözlerin astigmatizma düzeylerinin dağılımı

daha kötü olduğunu göstermiştir. Düz SGG lensin arka yüzeyi kornea konisi üzerine dayanır ve düzensiz kornea eğriliğini düzleştirir. Böylece oküler yüksek sıralı aberasyonları azaltır. Dik SGG lenslerde ise lensin arka yüzeyi ile kornea ön yüzeyi arasında gözyaşı tabakası olup, kornea yüzeyi hala düzensiz kaldığı ve rezidüel astigmatizma düzeltilemediği için görmenin artmadığı düşünülmektedir. Jinabhai ve ark.<sup>18</sup> çalışmalarında keratokonuslu gözlerde daha düz kontakt lens uygulamasının görme keskinliğini daha iyi düzelttiğini, orta ve hafif keratokonus olguları ile karşılaştırıldığında, ileri keratokonuslu olgularda daha düz kontakt lensler kullanıldığını gözlemişlerdir. Zadnik ve Mutti<sup>19</sup> çalışmalarında keratokonusu olan on göze hastaların ortalama keratometrik değerlerinden 0,40 mm daha dik ve 0,40 mm. daha düz sekiz farklı SGG kontakt lens uyguladılar. Sonuç olarak genellikle daha düz lenslerle görme keskinliğinin biraz daha iyi olduğunu belirttiler. Sorbara ve ark.<sup>20</sup> dokuz keratokonik gözü kapsayan çalışmalarında, hastalara ortalama keratometri değerlerinden 0,10-0,30mm. daha düz ve daha dik beş farklı çapta SGG kontakt lens uyguladılar. Eğrilik yarıçapı en dik kontakt lens ile en kötü görme keskinliği saptadıklarını, hastanın ölçülen keratometrik değerinden 0,20-0,30 mm. daha düz kontakt lensler ile en iyi görme keskinliği elde ettiklerini belirttiler. Süren ve ark.<sup>15</sup> keratokonusun evresi ilerledikçe daha düz eğimde lenslerin daha iyi sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir.

Takip süresi içinde 59 gözün 17'sinde (%28,8) apikal skar geliştiği gözlemlendi. Esgin ve ark.<sup>21</sup> 33 ay takip ettikleri orta ve ileri keratokonuslu hastalarda apikal skar gelişme oranını %8,2 oranında bulmuşlardır. Keratokonusta ileri dönemlerde apikal skar görülebilir.<sup>17</sup> Ayrıca kontakt lens kullananlarda doğrudan fiziksel travma ve hipoksi nedeniyle oluşan kornea erozyonları santral korneada skara neden olabilir. Bazı çalışmalarda kontakt lensin apikal skar oluşma ihtimalini artırdığı belirtilmiştir.<sup>22</sup> Bizim çalışmamızda apikal skar görülme oranını yüksek bulmamızın nedeninin, hastalarımızın ileri keratokonuslu hastalar olması ve uzun takip süresinden kaynaklandığını düşünmekteyiz. Ayrıca hastalara uygulanan kontakt lenslerin oksijen geçirgenliğinin az olması da bunu etkileyebilir. Bizim uyguladığımız kontakt lenslerde Dk 8 ile 100 arasında değişmekte idi.

Sadece bir hastanın 2 gözüne, 6 yıl kontakt lens kullanımından sonra lens intoleransı geliştiği için keratoplasti uygulandığı görüldü (%3,38). Lim ve ark.<sup>9</sup> çalışmalarında 130 hastanın 11'inde (%8,46) keratoplasti gerektiğini, Fink ve ark.<sup>23</sup> bu oranı %9,6 bulduklarını bildirmişlerdir. Közer ve ark.<sup>24</sup> ise 30 yıl süreyle takip ettikleri 518 hastayı kapsayan çalışmalarında keratokonuslu gözlerde keratoplasti oranını %1,5 olarak belirtmişlerdir. Smiddy ve arkadaşları bir üniversitede keratokonusu olup penetran keratoplasti önerilen hastaların yaklaşık %70'inin kontakt lens kullanımına devam ettiğini göstermişlerdir<sup>25</sup>. Keratoplasti sonrası anatomik

başarı %90'ın üzerindedir, refraktif olarak ise ameliyat sonrası ortalama 4-6 D. arası astigmatizma kalmaktadır.<sup>26</sup> Lembach, kontakt lens intoleransı nedeniyle başarılı bir keratoplasti geçiren keratokonus hastalarının %37'sinin tekrar SGG kontakt lens kullanmaya başladığını belirtmiştir.<sup>27</sup> Bu bilgiler hastaları kontakt lens kullanımına yönlendirmede çok değerlidir.

Refraktif kusuru düzeltmek için en iyi çözüm kontakt lenstir. Kontakt lens keratokonusun bütün evrelerinde uygulanabilen geleneksel, konservatif bir tedavi yöntemidir. Konik optik yüzeyi düzleştirerek görme keskinliğini artırır. Kontakt lens intoleransı gelişenlerde daha invaziv tedavi yöntemleri uygulanmaktadır.<sup>28</sup>

Gelecekte keratokonusun tedavisi ve önlenmesi için eşzamanlı ve/veya seri halinde çeşitli tedavi yöntemleri uygulanacaktır. Bununla birlikte bütün keratokonus olgularında kontakt lens, keratoplasti öncesi alternatif olarak mutlaka düşünülmelidir.

## Kaynaklar

1. Rabinowitz YS. Ectatic disorders of the cornea In: Foster CS, Azar DT, Dohmanl CH eds. Smolin and Thoft's the Cornea, Fourth Ed. Philadelphia, Lippincott Williams&Wilkins. A Wolters Kluwer Company. 2005;889-911.
2. Böhm A, Kohlhaas M, Lerche RC, et al. Measuring intraocular pressure in keratoconus. Effect of the changed biomechanics. Ophthalmologie. 1997;94:771-774.
3. Zadnik K, Barr JT, Sterger-May K, Edrington TB, McMahon TT, Gordon MO. Comparison of flat and steep rigid contact lens fitting methods in keratoconus. Optom Vis Sci. 2005;82:1014-1021.
4. Zadnik K, Barr JT, Edrington TB, et al. Baseline findings in the Collaborative Longitudinal Evaluation of Keratoconus (CLEK) Study. Invest Ophthalmol Vis Sci. 1998;39:2537-46
5. Zadnik K, Barr JT, Gordon MO, et al. Biomicroscopic signs and disease severity in keratoconus: Collaborative Longitudinal Evaluation of Keratoconus (CLEK) Study Group. Cornea. 1996;15:139-146.
6. Chen M, Yoon G. Posterior corneal aberrations and their compensation effects on anterior corneal aberrations in keratoconic eyes. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2008;49:5645-52.
7. Nakagawa T, Maeda N, Kosaki R, et al. Higher order aberrations due to the posterior corneal surface in patients with keratoconus. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2009;50:2660-5.
8. Tuft SJ, Gregory WM, Buckley RJ. Acute corneal hydrops in keratoconus. Ophthalmology. 1994;101:1738-44.
9. Lim N, Vogt U. Characteristics and functional outcomes of 130 patients with keratoconus attending a specialist contact lens clinic. Eye (Lond). 2002;16:54-9.
10. Romera-Jimenez M, Santodomingo-Rubido J, Wolffsohn JS. Keratoconus: a review. Cont Lens Anterior Eye. 2010;33:157-66.
11. İskeleli G. Keratokonus ve kontakt lensler. Türkiye Klinikleri J Ophthalmol-Special Topics. 2008;1:40-47.
12. Negishi K, Kumanomido T, Utsumi Y, Tsubota K. Negishi K, Kumanomido T, Utsumi Y, Tsubota K. Effect of high-order aberrations on visual function in keratoconic eyes with a rigid gas permeable contact lens. Am J Ophthalmol. 2007;144:924-9.
13. Yanai R, Ueda K, Nishida T. Retrospective analysis of vision correction and lens tolerance in keratoconus patients prescribed a contact lens with dual aspherical curves. Eye Contact Lens. 2010;36:86-9.
14. Fatima T, Acharya MC, Mathur U, Barua P. Demographic profile and visual rehabilitation of patients with keratoconus attending contact lens clinic at a tertiary eye care centre. Cont Lens Anterior Eye. 2010;33:19-22.

15. Süren E, Uçakhan Gündüz Ö, Kanpolat A. Keratokonusta Rose K kontakt lens uygulanımı. MN-Oftalmoloji. 2009;16:78-83.
16. Çağıl N, Çakmak HB, Yülek F, Anayol A, Altıntaş A G K, Şimşek Ş. Keratokonus olgularında Rose K kontakt lens uygulaması. Türkiye Klinikleri J Ophthalmol. 2008;17:101-6.
17. Krachmer JH, Feder RS, Belin MW. Keratoconus and related noninflammatory corneal thinning disorders. Surv Ophthalmol. 1984;28:293-322.
18. Jinabhai A, Radhakrishnan H, O'donnell C. Visual acuity and ocular aberrations with different rigid gas permeable lens fittings in keratoconus. Eye Contact Lens. 2010;36:233-7.
19. Zadnik K, Mutti DO. Contact lens fitting relation and visual acuity in keratoconus. Am J Optom Physiol Opt. 1987;64:698-702.
20. Sorbara L, Chong T, Fonn D. Visual acuity, lens flexure, and residual astigmatism of keratoconic eyes as a function of back optic zone radius of rigid lenses. Cont Lens Anterior Eye. 2000;23:48-52.
21. Esgin H, Erda N, Özgür S. Keratokonuslu hastalarda çift eliptik kontakt lens uygulaması. MN-Oftalmoloji 2002;9:44-47.
22. Korb DR, Finnemore VM, Herman JP. Apical changes and scarring in keratoconus as related to contact lens fitting techniques. J Am Optom Assoc. 1982;53:199-205.
23. Fink AD, Wagner H, Steger-May C, Rosenstiel C et al. and Collaborative Longitudinal Evaluation of Keratoconus (CLEK) Study Group. Am J Ophthalmol. 2005;140:459-466.
24. Bilgin LK, Yilmaz S, Araz B, Yüksel SB, Sezen T. 30 years of contact lens prescribing for keratoconic patients in Turkey. Cont Lens Anterior Eye. 2009;32:16-21.
25. Smiddy WE, Hamburg TR, Kracher GP, Stark Wj . Keratoconus. contact lens or keratoplasty ? Ophthalmology. 1988;95:487-92.
26. Lembach RG. Use of contact lenses for management of keratoconus. Ophthalmol Clin North Am. 2003;16:383-94.
27. Lembach RG, Lass JH, Stocker EG, Keates RH. The use of contact lenses after keratoconic epikeratoplasty. Arch Ophthalmology. 1989;107:364-8.
28. Espandar L, Meyer J. Keratoconus: Overview and update on treatment. Middle East Afr J Ophthalmol. 2010;17:15-20.