



Uzun Süreli Yumuşak Kontakt Lens Kullanımı Kornea ve Ön Kamara Ölçümlerini Etkiler mi?

Does Long-term Soft Contact Lens Wear Affect Corneal and Anterior Chamber Parameters?

© Cemal Çavdarlı, © Pınar Topçu-Yılmaz

Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Ankara Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göz Hastalıkları Kliniği, Ankara, Türkiye

Öz

Amaç: Yumuşak kontakt lenslerin (YKL) kornea ve ön kamaradaki uzun dönem etkilerinin topografi cihazı ile değerlendirilmesidir.

Gereç ve Yöntem: Yirmi iki hastanın 39 gözü çalışmaya prospektif olarak dahil edildi. Kornea ve ön kamaradaki muhtemel değişimler, başlangıç değerlendirme ve 12 ay süreyle günlük YKL kullanımı (Air Optix Aqua, Air Optix Aqua for Astigmatism, Acuvue Oasys and Acuvue Oasys for Astigmatism) sonrasında Pentacam (Oculus, Germany) ile değerlendirildi.

Bulgular: Torik lens kullanıcılarında, kontakt lens ile elde edilen en iyi düzeltilmiş görme keskinliği gözlükle elde edilen en iyi düzeltilmiş görme keskinliğine göre istatistiksel olarak anlamlı oranda daha yüksekti ($0,98 \pm 0,34$ vs $0,94 \pm 0,72$, $p=0,004$). Uzun dönemde aylık YKL'nin günlük kullanımı sonrasında kornea (horizontal ve vertikal keratometri, korneal hacim, ön ve arka yüz korneal astigmatizma, korneal apeks ve en ince korneal kalınlık) ve ön kamara (derinliği, hacmi, açısı) parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik izlenmedi.

Sonuç: Bu çalışmanın sonuçları, günümüz yüksek oksijen geçirgen ve daha düşük modüllü silikon hidrojel (SiH) kontakt lenslerinin uzun dönem kullanımının kornea ve ön kamara morfolojisini ve hacimsel parametrelerini etkilemediğini göstermektedir. Torik SiH kontakt lensler ile vizüel performansta gözlük camlarına göre daha başarılı sonuçlar alınabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yumuşak, kontakt lens, kornea, ön kamara, topografi

Abstract

Objectives: To assess the long-term effects of soft contact lenses (SCL) on the cornea and anterior chamber by topography.

Materials and Methods: Thirty-nine eyes of 22 healthy patients were included in this prospective study. Changes in corneal and anterior chamber parameters before and after 12 months of daily SCL use (Air Optix Aqua, Air Optix Aqua for Astigmatism, Acuvue Oasys and Acuvue Oasys for Astigmatism) were evaluated with Pentacam (Oculus, Germany).

Results: Best corrected visual acuity with toric SCL was significantly better compared to spectacles in the toric SCL group (0.98 ± 0.34 vs 0.94 ± 0.72 , $p=0.004$). None of the corneal (horizontal and vertical keratometry, corneal volume, anterior and posterior corneal astigmatism, corneal pachymetry of apex and thinnest location) and anterior chamber (anterior chamber depth, volume and angle) parameters showed a statistically significant change after long-term daily wear of SCLs.

Conclusion: The results of this study revealed that long-term wear of current high oxygen permeable and relatively low modulus silicone hydrogel SCLs does not impact cornea and anterior chamber morphology or volumetric parameters. Furthermore, toric silicone hydrogel SCLs can provide better visual performance than spectacles.

Keywords: Soft, contact lens, cornea, anterior chamber, topography

Giriş

Yumuşak kontak lensler (YKL), kırma kusurlarını düzeltmede günümüzde en popüler yöntemlerinden biridir. Kontakt lens teknolojisindeki ilerlemeler ile lenslerin kullanımı

daha rahat ve güvenli hale geldi; ancak, YKL'ler halen kornea morfolojisinin modifikasyonu ile ilişkili riskler taşımaktadır. YKL tasarımı ana hedef, kornea ile birlikte diğer göz yüzeyi çevresiyle (gözyaşı, konjonktiva, göz kapakları, vs.) uyumlu

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Dr. Cemal Çavdarlı, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Ankara Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göz Hastalıkları Kliniği, Ankara, Türkiye Tel.: +90 312 430 57 46 E-posta: ccavdarli@gmail.com **ORCID-ID:** orcid.org/0000-0001-8379-4384

Geliş Tarihi/Received: 05.09.2017 **Kabul Tarihi/Accepted:** 04.01.2018

©Telif Hakkı 2018 Türk Oftalmoloji Derneği
Türk Oftalmoloji Dergisi, Galenos Yayınevi tarafından basılmıştır.

bir kontakt lens geliştirmektir. YKL'nin yapısal özellikleri (kenar tasarımı, çap, sertlik) kornea ve konjonktiva epitelinde irritasyonu arttırmamalı ve maksimum göz yaşı hareketine izin vermelidir.¹

Kontakt lens teknolojisindeki gelişmelere rağmen, kornea metabolizmasındaki değişiklikler ve kontakt lens kullanımı ile ilişkili mekanik kuvvetler korneanın ön yüzey şeklini etkileyebilir ve kornea merkezinde dikleşme veya düzleşme, radyal simetri kaybı ve astigmatizma değişiklikleri veya optik yüksek sıralı aberasyonlara neden olabilir.^{2,3,4,5,6} Silikon hidrojel (SiH) lenslerdeki önemli gelişmeler, bu lensleri ilk kez kontakt lens kullanacak kişiler için ilk tercih haline getirmiştir.⁷ SiH lensler korneada hipoksiye neden olmaz.⁸ Ancak, yüksek oksijen iletim düzeylerine rağmen, merkezi kornea kalınlığının artmasına ve merkezi kornea epitelinin önemli ölçüde incelmeye neden olan YKL'ye bağlı merkezi ve periferik kornea ödemi bildirilmiştir.^{9,10}

Hem korneanın ön yüzeyi hem de kornea kalınlığı, özellikle refraktif cerrahi gibi bir cerrahi girişim öncesinde dikkate alınması gereken kritik değişkenlerdir. Ayrıca, kornea arka yüzeyindeki değişiklikler kornea patolojilerinin izlenmesinde ve korneanın ektatik hastalıklarının erken tanısında yararlıdır.¹¹ Bu nedenle, keratorefraktif cerrahiye aday kontakt lens kullanan hastalarda ön ve arka korneadaki değişikliklerin izlenmesi önemlidir.

Bu çalışmanın amacı kornea ve ön kamara parametrelerinde 12 ay süre ile YKL kullanımı sonrası meydana gelen değişiklikleri değerlendirmektir.

Gereç ve Yöntem

Bu prospektif çalışmaya Ocak 2014-Ocak 2016 tarihleri arasında Ankara Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi Kontakt Lens Birimi'ne başvuran 22 hastanın 30 gözü dahil edildi. Bilinen oküler ve/veya sistemik hastalık öyküsü olan, daha önce oküler cerrahi geçiren, kontakt lens, oküler veya sistemik ilaç kullanan ve 3,5 diyoptriden yüksek silindirik ve/veya 6 diyoptri sferik refraktif kusuru olan hastalar çalışmaya dahil edilmedi. Tüm hastalara tam oftalmolojik değerlendirme yapılarak Snellen düzeltilmiş en iyi görme keskinliği (DEİGK) 20/25 veya daha yüksek olduğundan, ön ve arka segment biyomikroskopik incelemesinin normal olduğundan ve gözyaşı filmi fonksiyonlarının normal (Schirmer testi >15 mm/5 dakika ve gözyaşı kırılma zamanının 10 saniye ve üzerinde olduğundan emin olundu. Tüm hastalardan bilgilendirilmiş onam alındı ve çalışma Ankara Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi Etik Kurul'u onayı alınarak gerçekleştirildi.

Kontakt lens takılmadan önce Pentacam (Oculus, Almanya) ile elde edilen refraktif ve topometrik haritalar; kornea ön ve arka aksiyal eğrilik, kornea hacmi, merkezi kornea kalınlığı, en ince noktada kornea kalınlığı, ön kamara derinliği, ön kamara açısı ve ön kamara hacminin değerlendirilmesinde kullanıldı. Tüm ölçümler, diurnal varyasyon göz önünde bulundurularak, saat 10:00 ile 12:00 arasında tek bir hekim (C.C.) tarafından yapıldı. Pentacam'ın "kalite şartnamesi" ile uyumlu olan sadece güvenilir görüntüler analize dahil edildi.

Pentacam ölçümleri tamamlandıktan sonra, her hastaya manifest refraksiyonuna göre uygun bir Lotrafilcon B (Air Optix Aqua, Air Optix Aqua for Astigmatism, CIBA Vision, Duluth, ABD) veya Senofilcon A (Acuvue Oasys, Acuvue Oasys for Astigmatism, Johnson & Johnson, Jacksonville, ABD) YKL takıldı. Hastalardan, 12 ay sonra yapılacak son izleme kadar, bu kontakt lensleri günlük kullanımda takmaları istendi. Son izlemede kornea ve ön kamara, lensle ilişkili mekanik değişikliklerden kaçınmak amacıyla kontakt lensler çıkarıldıktan en az 1 saat sonra Pentacam (Oculus, Almanya) ile yeniden değerlendirildi. Kontakt lenslerini düzenli günlük kullanan hastalardan (>4 gün/hafta) elde edilen veriler son analize dahil edildi.

İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizlerde SPSS yazılımı (sürüm 13.0, SPSS, Inc. Chicago, IL, ABD) kullanıldı. Görme keskinliği, keratometri, kornea hacmi, merkezi kornea kalınlığı, en ince kornea kalınlığı, ön kamara derinliği, ön kamara açısı ve ön kamara hacminin zaman içindeki değişimleri Student t-testi kullanılarak karşılaştırıldı. İstatistiksel açıdan p-değerinin 0,05'ten küçük olması anlamlı kabul edildi.

Bulgular

Çalışmaya başlangıçta 22 hastanın 30 gözü dahil edildi, ancak 2 hasta YKL'lerini düzenli kullanmadıkları için çalışmadan çıkartıldı. Bu nedenle çalışma, 20 hastanın (12 kadın, 8 erkek) toplam 37 gözünden elde edilen veriler ile tamamlandı. Ortalama yaş $20,52 \pm 3,18$ (15-28 yıl) idi. On dokuz göze sferik yumuşak lens ve 18 göze torik yumuşak lens takıldı.

Sferik lens verilen hastaların DEİGK, ilk muayenede ve son muayenede 20/20 idi. Torik lens kullanan hastalarda ortalama DEİGK değerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ($0,94 \pm 0,72$ karşın $0,98 \pm 0,34$, $p=0,004$) olduğu görüldü (Tablo 1). Toplam grupta görülen anlamlı sonuç torik gruptan kaynaklanıyor gibi görünmektedir.

Pentacam ile değerlendirilen kornea (keratometri, kornea hacmi, ön ve arka astigmatizma, kornea apeksi ve en ince nokta korneal pakimetri) ve ön kamara parametreleri (ön kamara derinliği, ön kamara hacmi ve kamara açısı) sırasıyla Tablo 2 ve 3'te özetlenmiştir. Bu parametrelerden hiçbirinde uzun süreli kontakt lens kullanımından sonra istatistiksel anlamlı bir değişiklik izlenmedi.

Tartışma

Kontakt lensler, daha geniş görme alanı, daha iyi optik kalite ve kozmetik özellikleri gibi avantajlarından dolayı refraksiyon

Tablo 1. İlk muayenede ve 12 ay yumuşak kontakt lenslerin kullanımından sonra Snellen düzeltilmiş en yüksek görme keskinliği değerleri

Parametre	Lens tipi	İlk ölçüm	12. ay	n	p ^a
Görme keskinliği	Toplam	$0,97 \pm 0,06$	$0,99 \pm 0,02$	37	0,006
	Sferik	1,0	1,0	19	-
	Torik	$0,94 \pm 0,72$	$0,98 \pm 0,34$	18	0,004

^aİkili t-testinde istatistiksel anlamlılık ($p < 0,05$)

kusurlarını düzeltmede popüler araçlardır. Ancak halen; normal kornea fizyolojisi ve eğriliği ile etkileşmesinden kaynaklanan dezavantajları vardır.¹¹ Bu çalışmanın amacı uzun süreli YKL kullanılması ile kornea ve ön kamara parametrelerinde meydana gelen değişiklikleri Pentacam ile değerlendirmektir. Bildiğimiz kadarıyla, çalışmamız uzun süre YKL kullanımına bağlı olarak

kornea (keratometri, kornea hacmi, merkezi korneal kalınlığı, en ince kornea kalınlığı) ve ön kamara (ön kamara derinliği, açısı ve hacmi) parametrelerinde meydana gelen değişikliklerin Pentacam ile değerlendirildiği ilk prospektif çalışmadır. Daha önce yapılan çalışmalarda Pentacam ile yapılan ölçümlerin son derece güvenilir ve tekrarlanabilir olduğu gösterilmiştir.^{12,13}

Tablo 2. İlk muayenede ve 12. ay izleminde ölçülen kornea parametrelerinin değerlendirmesi

Kornea parametreleri	Lens tipi	İlk ölçüm	12. ay	n	p ^a
Rh (mm)	Toplam	7,94±0,22	7,94±0,24	37	0,98
	Sferik	7,86±0,17	7,85±0,17	19	0,131
	Torik	8,02±0,23	8,05±0,25	18	0,288
Rv (mm)	Toplam	7,67±0,24	7,67±0,24	37	0,454
	Sferik	7,72±0,22	7,71±0,21	19	0,154
	Torik	7,62±0,26	7,63±0,25	18	0,968
Kornea hacmi (mm ³)	Toplam	62,29±3,47	60,85±9,39	37	0,406
	Sferik	61,78±2,64	58,66±12,24	19	0,360
	Torik	62,82±4,19	63,17±4,12	18	0,116
Ön astigmatizma (diyoptri)	Toplam	1,58±1,07	1,57±1,07	37	0,802
	Sferik	0,84±0,38	0,85±0,34	19	0,778
	Torik	2,36±1,00	2,33±1,05	18	0,616
Arka astigmatizma (diyoptri)	Toplam	0,41±0,23	0,43±0,21	37	0,073
	Sferik	0,29±0,13	0,30±0,12	19	0,431
	Torik	0,53±0,26	0,57±0,19	18	0,111
Apekte kornea kalınlığı (µm)	Toplam	553,64±23,22	555,76±23,39	37	0,163
	Sferik	547,35±17,91	550,24±17,91	19	0,214
	Torik	560,31±26,25	561,63±27,45	18	0,214
En ince noktada kornea kalınlığı (µm)	Toplam	549,03±22,75	550,82±23,57	37	0,247
	Sferik	543,65±16,84	545±17,44	19	0,559
	Torik	554,75±27,09	557±27,96	18	0,293

Rh: Kornea yatay yarıçapı, Rv: Kornea dikey yarıçapı, ^aİkili t-testinde istatistiksel anlamlılık (p<0,05)

Tablo 3. İlk muayenede ve 12. ay izleminde ölçülen ön kamara parametrelerinin değerlendirmesi

	Lens tipi	İlk ölçüm	12 ay	n	p ^a
Ön kamara derinliği (mm)	Toplam	3,24±0,17	3,23±0,15	37	0,285
	Sferik	3,29±0,15	3,26±0,15	19	0,055
	Torik	3,19±0,17	3,20±0,15	18	0,532
Ön kamara hacmi (mm ³)	Toplam	203,61±23,31	203,88±18,46	37	0,872
	Sferik	208,30±20,50	208,00±16,78	19	0,884
	Torik	198,62±25,67	199,50±19,67	18	0,759
Ön kamara açısı (°)	Toplam	40,012±5,553	41,157±5,502	37	0,175
	Sferik	40,35±6,20	43,42±5,02	19	0,221
	Torik	39,64±4,93	38,74±5,06	18	0,328

^aİkili t-testinde istatistiksel anlamlılık (p<0,05)

YKL reçete ederken hedeflenen düzeltilmiş en yüksek görme keskinliği değeri 20/20 idi. Bu nedenle, bazı hastalar YKL kullanmaya başladıktan sonra daha iyi görme keskinliğine ulaşmış olabilir. Sferik lens kullanan hastaların görme keskinliğinde anlamlı bir fark görülmesi de, daha detaylı bir görme keskinliği çalışması ile sferik grupta anlamlı sonuca ulaşılabilir. Torik lens kullananlarda görmenin gözlük kullanımına kıyasla daha iyi olduğu bulundu. Bu sonuç, düşük ve orta derece astigmatlı gözlerde torik YKL'ler ile görme kalitesi ve keskinliğinin daha iyi olduğunu gösteren önceki çalışmaların sonuçlarıyla uyumludur.^{14,15} İyi bir YKL-kornea adaptasyon sürecinde, kontak lenslerin mekanik özellikleri ve torik tasarımları sayesinde torik YKL lerin gözlüklere göre daha düşük aberasyona neden olduğunu düşünüyoruz.

Başka çalışmalarda, kornea şekli ve kalınlığı ile kontak lens kullanımı arasındaki ilişki araştırılmıştır. Ancak, bu çalışmaların çoğunda takip süresi çok kısadır. Liu ve Pflugfelder¹⁶ tarafından uzun süreli kontak lens kullananlar ve sağlıklı kontroller ile yapılan çalışmada kornea kalınlığı ve topografisi değerlendirilmiş ve kontak lens kullananlarda kornea kalınlığının 30-50 µ incelendiği bulunmuştur. Ayrıca kontak lens kullanan gözlerde kornea eğriliği ve yüzeyinde düzensizlik artmıştır. Yeniad ve ark.¹⁷ 1, 6 ve 18 ay süre ile sert gaz geçirgen lens veya yumuşak lens kullanımından sonra kornea eğriliği ve kalınlığındaki değişiklikleri incelemişlerdir. Çalışmalarında YKL kullanan hastalarda 1. ayda korneada kalınlıkta, 6. ve 18. aylarda ise korneada incelmeye meydana geldiğini bildirmişlerdir. Daha önce küçük bir hasta grubu ile yapılan çalışmada kornea eğriliğinin yarıçapında artış ve merkezi korneada incelmeye, ilk kuşak yüksek Dk YKL'lerinin sürekli kullanımı ile ilişkili bulunmuştur.¹⁸

Bu çalışmaların aksine, Alba-Bueno ve ark.², 3 ay süre ile SiH lenslerin günlük kullanımı ile meydana gelen korneal topografik değişiklikleri incelemiş ve SiH lenslerinin günlük kullanımının korneal topografik indekslerde değişikliğe neden olmadığını bildirmiştir. Günlük tek kullanımlık lenslerin 8 saat takılması ile düşük miktarda korneal morfolojik değişiklik meydana gelmektedir.¹⁹ Radaie-Moghadam ve ark.²⁰, ilk defa torik YKL kullanan hastalarda korneal histerezis, korneal direnç faktörü, merkezi kornea kalınlığı ve keratometri sonuçlarını değerlendirmiş ve kornea histerezis ile korneal direnç faktörü değerlerinin 1. ayda azaldığını ve 3. ayda temel değerine döndüğünü, merkezi kornea kalınlığı ve kornea eğriliği değerlerinde ise anlamlı bir değişiklik meydana gelmediğini bildirmiştir.

Çalışmamızda Acuvue Oasys, Acuvue Oasys for Astigmatism, Air Optix Aqua ve Air Optix Aqua for Astigmatism olası korneal değişiklikleri değerlendirmek için seçilmiştir. Bu YKL'ler kliniğimizde yazılan YKL reçetelerinin çoğunluğunu oluşturmaktadır. Ortalama MKK, başlangıçta 553,64±23,22 idi ve kornea parametrelerinden hiçbirinde 12 ay süre ile SiH kontak lens kullanımı sonrası anlamlı bir değişim görülmedi. Farklı çalışmalarda elde edilen çelişen sonuçlar büyük olasılıkla kontak lens materyali, oksijen geçirgenliği, su içeriği ve sertliğindeki farklılıklardan kaynaklanmaktadır. Çalışmamızın

sonuçları, yumuşak, oksijen geçirgenliği yüksek lenslerin, YKL kullanımıyla ilişkili kornea değişikliklerini önleyebileceğini göstermektedir. YKL kullanımına bağlı ilk birkaç ayda gelişen erken korneal biyomekanik ve topografik değişiklikleri, kornea-kontak lens adaptasyon sürecinden sonra uzun dönemde gerilemektedir.

Bu çalışmada ayrıca YKL kullanımı ile ön kamara hacmi, derinliği ve açısındaki değişiklikler değerlendirilmiştir. Beklendiği gibi, ön kamara parametrelerinde anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir.

Çalışmanın Kısıtlılıkları

Bu çalışmanın bazı kısıtlılıkları bulunmaktadır. İlk olarak, örneklem sayımız nispeten küçüktü ve bu nedenle hastalar lens materyallerinin sertliğine göre alt gruplara ayıramadı.

Çalışmamızın kısıtlı olduğu diğer bir nokta, torik YKL grubunda izlenen görme keskinliğindeki artışı açıklamaya yardımcı olacak aberrometri ölçümlerinin olmamasıdır.

Sonuç

Sonuç olarak, bu çalışmanın sonuçları, daha önce bildirilen YKL ile ilişkili kısa dönem korneal değişikliklerin uzun dönem izlemde muhtemel azaldığını ortaya koymuştur. Yüksek oksijen geçirgenliği ve göreceli olarak düşük sertliğe sahip SiH YKL'lerin uzun süreli kullanılması, kornea veya ön kamara morfolojisi ve volumetrik parametrelerde değişikliğe neden olmamaktadır. Ayrıca, torik SiH YKL'ler gözlüklere göre görme keskinliği açısından daha iyi performans sağlayabilir. Bu sonuçların doğrulanması için daha büyük örneklem ile yapılacak daha ileri longitudinal çalışmalara gerek vardır.

Etik

Etik Kurul Onayı: Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Ankara Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi Etik Kurul Komitesinden alınmıştır, onay numarası: 15-520.

Hasta Onayı: Tüm hastalardan araştırmanın amacı ve kapsamı konusunda bilgi verilmiştir. Çalışmaya katıldıklarına dair bilgilendirilmiş onamları alınmıştır.

Hakem Değerlendirmesi: Editörler kurulu dışında olan kişiler tarafından değerlendirilmiştir.

Yazarlık Katkıları

Cerrahi ve Medikal Uygulama: Cemal Çavdarlı, **Konsept:** Cemal Çavdarlı, **Dizayn:** Cemal Çavdarlı, **Veri Toplama veya İşleme:** Cemal Çavdarlı, Pınar Topçu-Yılmaz, **Analiz veya Yorumlama:** Cemal Çavdarlı, Pınar Topçu-Yılmaz, **Literatür Arama:** Cemal Çavdarlı, Pınar Topçu-Yılmaz, **Yazan:** Cemal Çavdarlı, Pınar Topçu-Yılmaz.

Çıkar Çatışması: Yazarlar tarafından çıkar çatışması bildirilmemiştir.

Finansal Destek: Yazarlar tarafından finansal destek almadıkları bildirilmiştir.

Kaynaklar

1. Stapleton F, Stretton S, Papas E, Skotnitsky C, Sweeney DE Silicone hydrogel contact lenses and the ocular surface. Ocul Surf. 2006;4:24-43.

2. Alba-Bueno F, Beltran-Masgoret A, Sanjuan C, Biarnes M, Marin J. Corneal shape changes induced by first and second generation silicone hydrogel contact lenses in daily wear. *Cont Lens Anterior Eye*. 2009;32:88-92.
3. Arranz I, Gonzalez-Garcia MJ, Galarreta DJ, Cisneros AB, Calonge M, Herreras JM. Low water content hydrogel contact lenses (HCL) induce corneal irregularity. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2003;44:3701.
4. Alipour F, Letafatnejad M, Beheshtnejad AH, Mohammadi SF, Ghaffary SR, Hassanpoor N, Yaseri M. Corneal Biomechanical Findings in Contact Lens Induced Corneal Warpage. *J Ophthalmol*. 2016;2016:5603763.
5. Ruiz-Montenegro J, Mafra CH, Wilson SE, Jumper JM, Klyce SD, Mendelson EN. Corneal topographic alterations in normal contact lens wearers. *Ophthalmology*. 1993;100:128-134.
6. Lu F, Mao X, Qu J, Xu D, He JC. Monochromatic Wavefront Aberrations in the Human Eye with Contact Lenses. *Optom Vis Sci*. 2003;80:135-141.
7. Sankaridurg P, Lazon de la Jara P, Holden B. The future of silicone hydrogels. *Eye Contact Lens*. 2013;39:125-129.
8. Sweeney DE. Have silicone hydrogel lenses eliminated hypoxia? *Eye Contact Lens*. 2013;39:53-60.
9. Tyagi G, Collins M, Read S, Davis B. Regional changes in corneal thickness and shape with soft contact lenses. *Optom Vis Sci*. 2010;87:567-575.
10. Ren DH, Yamamoto K, Ladage PM, Molai BSM, Li L, Petroll WM, Jester JV, Cavanagh HD. Adaptive effects of 30-night wear of hyper-O₂ transmissible contact lenses on bacterial binding and corneal epithelium: a 1-year clinical trial. *Ophthalmology*. 2002;109:27-39.
11. Ichijima H, Imayasu M, Tanaka H, Ren DH, Cavanagh HD. Effects of RGP lens extended wear on glucose-lactate metabolism and stromal swelling in the rabbit cornea. *CLAO J* 2000;26:30-36.
12. Chen D, Lam AK. Reliability and repeatability of the pentacam on corneal curvatures. *Clin Exp Optom*. 2009;92:110-118.
13. O'Donnell C, Maldonado-Codina C. Agreement and repeatability of central thickness measurement in normal corneas using Ultrasound pachymetry and the Oculus Pentacam. *Cornea*. 2005;24:920-924.
14. Demir M, Kurna SA, Sengor T, Atakan TG, Sahin T. Assessment of aberrations and visual quality differences between myopic and astigmatic eyes before and after contact lens application. *North Clin Istanbul*. 2015;2:1-6.
15. Richdale K, Berntsen DA, Mack CJ, Merchea MM, Barr JT. Visual acuity with spherical and toric soft contact lenses in low- to moderate-astigmatic eyes. *Optom Vis Sci*. 2007;84:969-975.
16. Liu Z, Pflugfelder SC. The effects of long-term contact lens wear on corneal thickness, curvature, and surface regularity. *Ophthalmology*. 2000;107:105-111.
17. Yenid B, Yiğit B, İşsever H, Közer Bilgin L. Effects of contact lenses on corneal thickness and corneal curvature during usage. *Eye Contact Lens*. 2003;29:223-229.
18. González-Méijome JM, González-Pérez J, Cerviño A, Yebra-Pimentel E, Parafita MA. Changes in corneal structure with continuous wear of high-Dk soft contact lenses: a pilot study. *Optom Vis Sci*. 2003;80:440-446.
19. Del Águila-Carrasco AJ, Domínguez-Vicent A, Pérez-Vives C, Ferrer-Blasco T, Montés-Micó R. Assessment of corneal morphological changes induced by the use of daily disposable contact lenses. *Cont Lens Anterior Eye*. 2015;38:28-33.
20. Radaie-Moghadam S, Hashemi H, Jafarzadehpur E, Yekta AA, Khabazkhoob M. Corneal Biomechanical Changes Following Toric Soft Contact Lens Wear. *J Ophthalmic Vis Res*. 2016;11:131-135.