

Tilted Disk Sendromunda Korneal Topografik Özelliklerin Değerlendirilmesi ve Sağlıklı Gözlerle Karşılaştırılması

Burçin KEPEZ YILDIZ^{*.a}, Yusuf YILDIRIM^{*.b}, Alper AĞCA^{*.c}, Nilay KANDEMİR BEŞEK^{*.d}, Korhan FAZIL^{*.e},
Ebru Demet AYGIT^{*.f}, Ahmet DEMİROK^{**g}

ÖZET

Amaç: Tilted optik disk olan gözlerin korneal topografik ve klinik özelliklerini değerlendirmek amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem: Ocak 2017-Haziran 2017 tarihleri arasında kliniğimizde miyop/miyop astigmatizm tanısı ile refraktif cerrahi isteği ile başvuran, tek taraflı veya iki taraflı tilted disk saptanan hastaların dosyaları retrospektif olarak tarandı. Tilted disk olan gözler grup 1, her iki gözünde de tilted disk saptanmayan benzer sferik ekivalana sahip hastalar ise grup 2 olarak tanımlandı. Tüm hastaların preoperatif korneal topografi incelemeleri, en iyi düzeltilmiş görme keskinlikleri, sferik ekivalan değerleri, aksiyel uzunlukları, korneal wavefront değerlendirmeleri ve pupillometri sonuçları karşılaştırıldı.

Bulgular: Grup 1'de 12 hastanın 17 gözü, grup 2'de 12 hastanın 12 gözü çalışmaya dahil edildi. Yaş ortalamaları ve cinsiyet dağılımları her 2 grupta benzerdi ($p:0,926$, $p: 0,292$). Sferik ekivalan değerleri grup 1'de $-6,4 \pm 3,2$ D, grup 2'de $-2,9 \pm 1,2$ D ($p:0,047$) idi. Silindirik güç ise grup 1'de daha yüksek bulundu ($p:0,013$). En iyi düzeltilmiş görme keskinliği grup 2'de daha yüksekti ($p>0,001$). Korneal topografik değerlendirmede iki grup arasında keratometri değerleri, santral kornea kalınlığı, korneal astigmatizma değeri, görülebilir horizontal iris çapı ve sagittal eğim haritasında 5 mm'lik alanda superior inferior kadran farkı (D) açısından 2 grup arasında fark saptanmadı. Pupillometri değerleri skotopik mezopik ve fotopik koşullarda her iki grupta benzer iken korneal wavefront değerlendirmesinde tilted diskli gözlerin yüksek sıralı aberasyonlarından karekök ortalama değerinin kontrol grubundan belirgin yüksek olduğu saptandı ($p:0,002$). Arka ve ön elevasyon değerleri ise yine tilted disk grubunda anlamlı derecede daha yüksek bulundu (sırasıyla $p:0,042$, $0,019$).

Sonuç: Tilted disk gelişiminde rol oynayan morfojenetik faktörler kornea gelişimini de etkiliyor olabilir.

Anahtar Kelimeler: Korneal astigmatizma, Tilted disk, Yüksek sıralı aberasyonlar

Evaluation of Corneal Topographic Characteristics in Tilted Disk Syndrome and Comparison with Healthy Eyes

ABSTRACT

Objective: To evaluate corneal topographic and clinical features of eyes with tilted disk.

Material and Method: The files of patients with myopia / myopic astigmatism and unilateral or bilateral tilted disc with the request of refractive surgery between January 2017 and June 2017 were retrospectively reviewed. Patients with a tilted disc were identified as group 1, and group 2 with a similar spherical component accompanying healthy optic disc appearance in both eyes. Preoperative corneal topograp, best corrected visual acuity, spherical equivalent values, axial length measurements, corneal wavefront assessments and pupillometry results were compared between groups.

Results: Seventeen eyes of 12 patients in Group 1 and 12 eyes of 12 patients in Group 2 were included in the study. The mean age and gender distribution were similar in both groups ($p:0.926$, $p:0.292$). Spherical equivalents were -6.4 ± 3.2 D in group 1 and -2.9 ± 1.2 D in group 2 ($p: 0.047$). Cylindrical power was higher in group 1 ($p:0.013$). BCVA was lower in group 1 ($p>0.001$). Corneal topographic evaluation revealed no difference between the 2 groups in terms of keratometry values, central corneal thickness, corneal astigmatism value, visible horizontal iris diameter, and superior inferior quadrant (D) in the 5 mm area in the sagittal curvature map. While pupillometry values were similar in both groups under scotopic, mesopic and photopic conditions, the corneal wavefront evaluation revealed that root mean square value was significantly higher in tilted disc eyes than healthy eyes ($p:0.002$). Anterior and posterior elevation values were again higher in group 1 ($p: 0.042$, 0.019 , respectively).

Conclusion: Morphogenetic factors that play a role in tilted disc development may also affect corneal development.

Keywords: Corneal astigmatism, Tilted disk, Higher order aberrations

*Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Beyoğlu Göz Eğitim ve Araştırma Hastanesi, İstanbul.

** Medeniyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Ana Bilim Dalı, İstanbul.

Yazışma Adresi: Burçin Kepez Yıldız, Açelya Sokak Darüşşafaka Mahallesi Yonca Sitesi B4 Blok Daire:18 İstinye Sarıyer, İstanbul.

e-posta: burcinkepez@hotmail.com

Geliş Tarihi: 10.12.2018 Kabul Tarihi: 19.12.2018

ORCID No: a:0000-0001-5977-2601 b:0000-0002-4161-0919 c:0000-0001-5435-075X d: 0000-0003-4878-0213 e: 0000-0002-5808-7634

f: 0000-0002-8483-3055 g: 0000-0001-8197-2458

Quick Response Kod:	Bu makaleye online erişim
	Website: http://www.medicalnetwork.com.tr • e-posta: oftalmoloji@medicalnetwork.com.tr
	<i>Bu çalışmanın kaynak olarak gösterimi: Kepez Yıldız B. Yıldırım Y. Ağca A. Kandemir Beşek N. Fazıl K. Aygüt ED. Demirok A. Tilted Disk Sendromunda Korneal Topografik Özelliklerin Değerlendirilmesi ve Sağlıklı Gözlerle Karşılaştırılması. MN Oftalmoloji 2019; 26(1):37-41</i>

Giriş

Tilted disk ailesel özellik taşımayan, kadın ve erkek popülasyonu eşit derecede etkileyen bir konjenital optik disk anomalisidir. Bu sendromda optik disk üst temporal bölümünde elevasyon, alt nazal kısmında ise depresyon mevcuttur ve bu durum diskin longitudinal aks üzerinde oblik oryantasyonu ile karşımıza çıkar. Tilted disk sendromu denildiğinde ise disk anomalisi yanı sıra retinal damarların oblik yönlenmesi olarak adlandırılan situs inversus, miyopik astigmatizma, peripapiller atrofi, inferonazal koroid ve retina pigment epitelinde inceltme klinik tabloya eşlik etmektedir.^{1,2} Prevalansı çeşitli etnik bölgelerden bildirilen çeşitli çalışmalarda %0,4-3,5 olarak bildirilmiştir.³⁻⁷

Miyopik astigmatizma tilted disk sendromunda az görmenin başlıca sebebi olarak gösterilmektedir.⁹ Ancak eskiden bu refraksiyon kusurunun ve eşlik eden görme alanı anomalilerinin sebebi olarak fundus anomalileri suçlanmakta idi.^{2,8} Son zamanlarda yapılan çalışmalar ise bu durumun ön segment yapılarında özellikle kornea ve lenste izlenen konkomitan anomalilere ikincil olabileceğine işaret etmiştir.⁹⁻¹¹

Günümüzde kullanımı yaygınlaşan Scheimpflug ve Placido temelli korneal tomografiler korneanın ön ve arka yüzü, kırıcılıkları ve elevasyonları, korneal yüksek sıra aberasyonlar, pakimetrik ölçümler hakkında detaylı bilgi vermektedir ve bu cihazlar sayesinde korneayı 3 boyutlu olarak değerlendirmek mümkün görünmektedir.¹²

Bu çalışmada tilted disk izlenen gözlerdeki refraksiyon değerlerinin ve detaylı korneal yapının Scheimpflug ve Placido temelli korneal tomografi aracılığı ile değerlendirilmesi, kontrol grubunun bulguları ile karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem

Ocak 2017 - Haziran 2017 tarihleri arasında eğitim araştırma hastanesi göz polikliniğine miyop/miyop astigmatizm tanısı ile refraktif cerrahi için başvuran hastaların dosyaları retrospektif olarak tarandı. Tek taraflı veya bilateral tilted disk saptanan 12 hastanın 17 gözü (5 hasta bilateral, 7 unilateral) ile her iki gözünde de herhangi bir disk anomalisi izlenmeyen ve benzer sferik ekivalana sahip olduğu öngörülen 12 hastanın 12 gözü çalışmaya dahil edildi. Tilted disk olan gözler grup 1, kontrol grubu hastalar ise grup 2 olarak tanımlandı. Herhangi bir oküler patolojisi olan veya 8 diyoptri ve üzeri miyopisi olan hastalar çalışma dışı bırakıldı. Hastaların yarıklı lamba biyomikroskopi muayenesi, fundus mua-

yenesi, en iyi düzeltilmiş ve düzeltilmemiş görme keskinlikleri, manifest refraksiyon değerlerini içeren detaylı oftalmolojik muayenesine ilaveten Sirius (Costruzione Strumenti Oftalmici, Floransa, Italya) Scheimpflug - Placido korneal topografi değerlendirmeleri yapıldı. Aksiyel aks ölçümleri Nidek AL-Scan biyometri (Nidek CO., Gamagori, Japonya) aracılığı ile yapıldı. Fotopik, mezopik ve skotopik ortam koşullarında pupil çapı ölçümü ve 6 mm optik zonda karanlık ortamda pupil dilate edilmeden total yüksek sıra aberasyon değeri olan kare kök alanı (RMS) değeri Sirius cihazından kaydedildi.

İstatistiksel Analiz

Olguların istatistiksel değerlendirmesi SPSS (for Windows version 20.0; SPSS Inc., Chicago, IL) programı kullanılarak yapıldı. Tanımlayıcı istatistik bilgilerin yanı sıra 2 grup arası karşılaştırmalar ki-kare testi ve Mann Whitney U testi kullanılarak yapıldı. Analizlerde $p < 0,05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Bulgular

Grup 1’de yer alan bilateral veya unilateral tilted diski olan 12 hastanın yaş ortalamaları $28,8 \pm 2,8$ (21-53) iken grup 2’de yer alan 12 hastanın yaş ortalaması $26,5 \pm 1,3$ (22-34) idi. Grup 1’de 5 kadın (%41), 7 erkek (%59); grup 2’de ise 7 kadın (%59), 5 erkek (%41) mevcuttu. Cinsiyet dağılımı ve yaş açısından iki grup arasında fark yoktu (sırasıyla p : 0,292, p : 0,926). Her iki grubun en iyi düzeltilmiş görme keskinlikleri grup 1’de $0,74 \pm 0,04$ iken, grup 2 de $0,98 \pm 0,01$ düzeyinde idi ($p < 0,001$). Manifest refraksiyon değerleri karşılaştırıldığında sferik değerler arasında fark saptanmazken, sferik ekivalan değerleri ve silindirik güç değerleri açısından 2 grup arasında fark olduğu izlendi (Tablo 1). Korneal topografik değerlendirme sonucuna göre k1, k2, kmax, santral kornea kalınlığı (SKK), korneal astigmatizma (KAstg) değerleri, görülebilir horizontal iris çapı (GHİÇ), 5 mm’de superior-inferior (S-I) diklik (diyoptri) değerleri farkı arasında fark saptanmazken; yüksek sıra aberasyon RMS, ön elevasyon (Kvf) ve arka elevasyon (Kvb) değerleri grup 1’de anlamlı derecede yüksek bulundu (sırasıyla p : 0,378, 0,817, 0,781, 0,853, 0,378, 0,711, 0,09; 0,002, 0,042, 0,019).

Aksiyel aks ölçümlerine bakıldığında grup 1’de $25,9 \pm 0,2$ mm ($24,1-27,9$) iken, grup 2’de $24,5 \pm 0,2$ mm ($23,49-26,2$) idi ($p < 0,001$). Fotopik, mezopik ve skotopik pupil çapları arasında 2 grup arasında fark saptanmadı (p : 0,330, p : 198, p : 0,259) (Tablo 2).

Tablo 1: Grup 1 ve 2'nin manifest refraksiyon değerleri ile en iyi düzeltilmiş görme keskinliğinin karşılaştırılması

	Sferik Ekvale (D)	Sferik Güç (D)	Silindirik Güç(D)	EİDGK (Snellen)
Grup 1	-6,4 ±3,2 (-11,5-/-0,7)	-5,5 ± 3,2 (-11,03-0,57)	-1,7±1,3 (-4,8-0,26)	0,74±0,1 (0,5-1,0)
Grup 2	-2,9 ±1,2 (-5- +1)	-2,5±1,9 (-4,75-1,9)	-0,6±0,6 (-2-0)	0,98±0,06 (0,8-1,0)
p (Mann Whitney U)	0,047	0,149	0,013	<0,001

D: Diyoptri, EİDGK: En iyi düzeltilmiş görme keskinliği, * istatistiksel olarak anlamlı

Tablo 2: Korneal topografik verilerin karşılaştırılması

	K1 (D)	K2 (D)	Kmax (D)	SKK (µm)	KAstg (D)	GHİÇ (mm)	Kvf (µm)	Kvb (µm)	S-I (D)	RMS
Grup 1	42,8±1,1	44,2±1	45,6±2,6	543,7±24,9	-1,3±0,8	12,1±0,3	4,6±1,9	10±2,2	0,8±0,5	1,02±1,1
Grup 2	43,1 ±1,1	44,1±1,1	44,9±1,5	545,2±18,3	-1±0,6	12±0,3	3,3±1,5	7,8±2,6	0,4±0,6	0,1±0,03
p değeri (Mann-whitney U)	0,378	0,817	0,781	0853	0,378	0,711	0,042*	0,019*	0,09	0,002*

D: Diyoptri, SKK: Santral kornea kalınlığı, KAstg: Korneal astigmatizma, GHİÇ: Görülebilir horizontal iris çapı, Kvf: Ön yüzey elevasyonu, Kvb: Arka yüzey elevasyonu, S-I: Superior-Inferior farkı, RMS: Kare kök alanı, * istatistiksel olarak anlamlı

Tartışma

Tilted disk sendromu embriyonik fissürün inkomplet kapanmasından kaynaklanmaktadır.¹³ Bu durumun sonucu olarak skleral açıklık D şeklindedir ve bu skleral kanal deformitesi koroid, nöral retina ve retina pigment epitelinde problemlerle karşımıza çıkmaktadır.¹⁴ Benzer şekilde optik sinir skleranın posterior penceresi iken kornea da anterior penceresi olarak tanımlanabilir ve anormal disk şekli olan hastaların korneal yapılarında da çeşitli anomaliler izlendiği bildirilmiştir.¹¹ Biz de çalışmamızda son zamanlarda korneal yapı hakkında daha detaylı bilgi edinmemizi sağlayan ve Scheimpflug / Placido komponentler içeren Sirius korneal tomografisi yardımı ile tilted disk sendromu olan hastaların korneal topografik ve klinik bulgularını sağlıklı gözlerle karşılaştırmayı amaçladık.

Tilted disk sendromu olan hastalar miyopi ve astigmatizma gibi kırma kusurlarına sahip oldukları için karşımıza sıkça refraktif cerrahi aday olarak çıkmaktadırlar. Bu sebeple bu çalışmada hasta ve kontrol grupları refraktif cerrahi için başvurmuş hastalardan oluşturulmuştur. Tilted disk görünümü miyopik disk görünümü ile sıkça karıştırılabildiğinden 8 diyoptri ve üzeri miyopisi olan hastalar çalışma dışı bırakılmıştır.

Tilted disk sendromunun miyopik astigmatizma ile ilişkili olduğu bilinmektedir. Ancak astigmatizmanın kaynağı konusunda farklı görüşler mevcuttur. Young ve ark.² tilted disk sendromu olan 12 hastada oblik astigmatizma tespit etmiş ancak bu hastaların sa-

dece 2'sinde astigmatizmanın kornea kaynaklı olduğunu bildirmişlerdir. Gündüz ve ark.¹⁰ tilted disk sendromu olan 32 hastanın 32 gözünü kontrol grubu ile karşılaştırdıklarında korneal astigmatizmalar arasında fark saptanmazken lentiküler astigmatizmanın tilted disk sendromu grubunda belirgin daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Jonas ve ark.¹¹ ise korneal astigmatizmanın tilted disk sendromunda daha belirgin olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda da literatürle uyumlu bir şekilde total astigmatizmanın tilted disk sendromu olan hastalarda daha yüksek olduğunu ancak korneal astigmatizmalar arasında fark olmadığını gördük ve bu durum astigmatizmanın lentiküler kaynaklı olabileceğini düşündürmüştür. Korneal astigmatizmanın paterni irdelendiğinde superior dikliğinin 1. grupta daha yüksek olduğu ancak bu farkın istatistiksel anlamlı olmadığı izlenmiştir. Literatürde TDS'de izlenen paternler hakkında farklı bilgiler mevcuttur. Ama genel bulgular asimetrik ve simetrik kum saati patern lehinedir.^{15,16}

Santral korneal kalınlığı değerlendirildiğinde tilted disk sendromunda sayısal değer olarak daha kalın olduğu ancak bunun istatistiksel önemi olmadığını savunan çalışmalar karşımıza çıkmaktadır.^{17,18} Çalışmamızda da sağlıklı grupla tilted disk grubunun SKK'ları arasında anlamlı bir fark tespit etmedik.

Günümüzde kullandığımız teknoloji korneanın hem ön hem arka yüzeyindeki elevasyonları değerlendirmemize olanak sağlamaktadır. Bu veriler bize hem keratokonusun tanısını erken dönemde koymamızda yardımcı olmakta hem de refraktif cerrahi için hastayı değerlendirirken önem kazanmaktadır. Gündüz ve ark.¹⁰

anterior yüzey elevasyonunun tilted disk sendromunda kontrol grubuna göre belirgin daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmamızda da hem ön yüzey hem arka yüzey elevasyonu tilted disk sendromunda istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek bulunmuştur ve bu bilginin refraktif cerrahi planlanan TDS hastaları için önemli olabileceği düşünülmüştür.

Tilted diski olan hastalar anizometriye sekonder ambliyopi açısından daha yüksek risk altındadır.¹⁹ Epidemiyolojik çalışmaların çoğunda görme keskinliği bildirilmemiş olsa da Blue Mountain çalışmasında tilted diski olan hastaların olmayanlara göre EİDGK'nın 1 logMAR sırası daha az (tilted disk grubunda 46 harf, Snellen eşdeğeri 20/30; tilted disk olmayanda 52 harf, Snellen eşdeğeri 20/25) olduğu belirtilmiştir.²⁰ Çalışmamızda da EİDGK ortalaması grup 1'de grup 2'ye göre anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur.

Aksiyel aksın uzunluğunun tilted disk ile ilişkisini irdeleyen çalışmalarda Chihara ve ark.²¹ ovallik indeksinin (uzun aksın kısa aksa oranı) ve aksiyel aksın tilted disk sendromlu hastalarda daha uzun olduğunu ve bu hastalardaki miyopinin asıl kaynağının bu durum olduğunu belirtmiş, Lim ve ark.²² da bu bulguları desteklemiştir. Ancak aksiyel aksın TDS hastaları ve kontrol grubunda benzer olduğunu bildiren çalışmalar da mevcuttur.¹⁷ Çalışmamızda da tilted disk grubunun aksiyel akslarının kontrol grubundan anlamlı olarak daha uzun olduğu tespit edilmiştir.

Koma, sferik aberasyonlar ve diğer yüksek sıralı aberasyonlar sağlıklı gözlerin görmesini retinal limitlerin altına indiren refraktif

çarpıtmalardır.²³ Normal gözlerde yüksek sıralı aberasyonlar ortalama wavefront kusurunun yaklaşık %15'ine karşılık gelmektedir.^{24,25} Oküler wavefront analizi yapmak daha anlamlı olsa da korneal aberasyonların da fikir verebileceği düşüncesi ile çalışmamızda korneal yüksek sıra aberasyonların RMS değerini karşılaştırılıp, tilted diskli olgularda anlamlı ölçüde daha yüksek olduğunu tespit edilmiştir. Bu durum bu hastalarda sadece görme keskinliğinin değil görme kalitesinin de düşük olduğunu düşündürmektedir. Ancak daha sonra yapılacak çalışmalarda oküler wavefront analizleri daha değerli bilgiler verecektir. Aberasyonlar pupil çapı ile ilişkili olabileceğinden pupil çaplarını da her türlü ortam koşulunda karşılaştırılmış ancak kontrol grubu ile tilted diskli gözlerde herhangi bir fark tespit edilmemiştir.

Sonuç

Çalışmamız tilted diski olan gözlerin optik diski normal olan kontrol grubuna göre çeşitli anatomik ve fonksiyonel farklılıkları olduğu konusunda literatür bilgisini destekler niteliktedir. Bu gözler korneal yüksek sıra aberasyonları daha yüksek, aksiyel aksları daha uzun, astigmatizmaları belirgin ve görme keskinlikleri daha düşük olarak karşımıza çıkmaktadır. Refraktif cerrahi adayı olarak karşımıza gelen hastalarda optik sinir bulgularının da değerlendirilmesi ve hastaya bu konuda bilgi verilmesi postoperatif beklentilerin daha gerçekçi olmasına katkı sağlayacaktır. Bu konuda yapılacak daha geniş popülasyonlu çalışmalar gelecek yaklaşımlar açısından yol gösterici olacaktır.

Kaynaklar

1. Apple DJ, Rabb MF, Walsh PM. Congenital anomalies of the optic disc. *Surv Ophthalmol* 1982;27(1):3-41.
2. Young SE, Walsh FB, Knox DL. The tilted disc syndrome. *Am J Ophthalmol* 1976;82(1):16-23.
3. Giuffrè G. Tilted discs and central retinal vein occlusion. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 1993;231(1):41-2
4. How AC, Tan GS, Chan YH, et al. Population prevalence of tilted and torped optic discs among an adult Chinese population in Singapore: the Tanjong Pagar Study. *Arch Ophthalmol* 2009;127(7):894-9
5. Riise D. The nasal fundus ectasia. *Acta Ophthalmol (Suppl)* 1975; 126:3-108
6. Szily von A. Über den Conus in heterotypischer Richtung. *Graefes Arch Klin Experiment Ophthalmol* 1922;110:183-291
7. Vongphanit J, Mitchell P, Wang JJ. Population prevalence of tilted optic discs and the relationship of this sign to refractive error. *Am J Ophthalmol* 2002;133(5):679-85
8. Braswell RA, Farris BK, Siatkowski RM. Visual field abnormalities. In: Parrish RK, ed. *Atlas of ophthalmology*. Woburn, MA: Butterworth and Heinemann; 1999:429-36.
9. Bozkurt B, Irkeç M, Gedik S, Orhan M, Erdener U. Topographical analysis of corneal astigmatism in patients with tilted disk syndrome. *Cornea* 2002;21(5):428-62.
10. Gunduz A, Evereklioglu C, Er H, et al. Lenticular astigmatism in tilted disc syndrome. *J Cataract Refract Surg* 2002;28(10):1836-40.
11. Jonas JB, Kling F, Grundler AE. Optic disc shape, corneal astigmatism, and amblyopia. *Ophthalmology* 1997;104(11):1934-7.
12. Bayhan HA, Aslan Bayhan S, Muhafiz E, Can I. Repeatability of aberometric measurements in normal and keratoconus eyes using a new Scheimpflug-Placido topographer. *J Cataract Refract Surg* 2014;40(2):269-75.
13. Apple DJ. New aspects of colobomas and optic nerve anomalies. *Int Ophthalmol Clin* 1984;24:109-21.
14. Jonas JB, Gusek GC, Naumann GOH. Optic disc, cup and neuroretinal rim size, configuration and correlations in normal eyes. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1988;29:475
15. Bogan SJ, Waring GO, Ibrahim O. Classification of normal corneal topography based on computer-assisted videokeratography. *Arch Ophthalmol* 1990;108:945-49.
16. Rabinowitz YS, Yang H, Brickman Y, et al. Videokeratography database of normal human corneas. *Br J Ophthalmol* 1996;80: 610-6.
17. Dehghani C, Nowroozadeh MH, Shankar S, Razeghinejad MR. Ocular refractive and biometric characteristics in patients with tilted disc syndrome. *Optometry* 2010;81(12):688-94.

18. Ornek K, Ozdemir M. Central corneal thickness in tilted disc syndrome. *Optom Vis Sci* 2008;85(5):E350-2.
 19. Witmer MT, Margo C, Drucker M. Tilted Optic Disks. *Surv Ophthalmol* 2010;55:403-28
 20. Vongphanit J, Mitchell P, Wang JJ. Population prevalence of tilted optic disks and the relationship of this sign to refractive error. *Am J Ophthalmol* 2002;133(5):679-85
 21. Chihara E, Chihara K. Covariation of optic disc measurements and ocular parameters in the healthy eye. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 1994;232(5):265-71.
 22. Lim L, Gazzard G, Chan YH, et al. Corneal biomechanics, thickness and optic disc morphology in children with optic disc tilt. *Br J Ophthalmol* 2008;92(11):1461-6.
 23. Polat N, Aydın Esra Y, Tuncer İ. Optik Aberasyonlar ve Wavefront. *Turk J Ophthalmol* 2014; 44:306-11
 24. Azar DT. Wavefront Analysis. In Gatinel D, Hoang-Xuan T eds. *Refractive Surgery. Second Edition*. Philadelphia: Mosby, 2007;117-46.
 25. Rabinowitz YS. The genetics of keratoconus. *Ophthalmol Clin North Am* 2003;16:607-20
-