

# Miyop hastalarda sikloplejinin korneal keratometrik ölçümlere etkisi

*Effect of cycloplegia on corneal keratometric measurements in myopic patients*

## Öz

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı oftalmolojik muayenede sikloplejik-midriyatik olarak kullanılan %1 siklopentolat hidroklorür damlanın korneal keratometrik değerlere etkisini araştırmak, siklopleji-midriazis sonrası ölçülen keratometrik değerlerin refraktif cerrahi ve biyometrik hesaplamalarda kullanılıp kullanılmayacağını ortaya koymaktır.

**Yöntemler:** Kesitsel prospektif planlanan çalışmaya, Ocak 2022-Nisan 2023 tarihleri arasında rutin göz muayenesi için polikliniğe başvuran sağlıklı erişkin 110 hastanın sağ gözü dâhil edildi. Standart otorefraktometreyle (Topcon KR 8100) ölçülen korneal keratometrik veriler (K1, K1mm, K1 aks, K2, K2mm, K2 aks, K ortalama, korneal astigmatik değer) %1 siklopentolat hidroklorür 3 defa damlatıldıktan 45 dakika sonra elde edilen siklopleji sonrasındaki keratometrik ölçümlerle karşılaştırıldı.

**Bulgular:** Olguların medyan yaşı 25 (minimum 18-maksimum 40 yıl) idi. Cinsiyet dağılımı eşitti. Olguların siklopleji öncesi ölçülen K1, K1mm, K1 aks, K2, K2mm, K2 aks, K ortalama, korneal astigmatik değerlerinde siklopleji-midriazis sonrasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ( $p>0,05$ ).

**Sonuç:** Sağlıklı erişkin bireylerde korneal keratometrik değerler %1 siklopentolat ile oluşturulan siklopleji-midriyazisten etkilenmemektedir.

**Anahtar Sözcükler:** Astigmatizm, kornea, midriyaz, siklopentolat, siklopleji

## Abstract

**Aim:** The purpose of this study was to investigate the effect of 1% cyclopentolate hydrochloride drops used as cycloplegic-mydratic in ophthalmologic examination on corneal keratometric values and to determine whether keratometric values measured after cycloplegia-mydrasis can be used in refractive surgery and biometric calculations.

**Methods:** The cross-sectional prospective study included the right eye of 110 healthy adult patients who presented to the outpatient clinic for routine ophthalmologic examination between January 2022 and April 2023. Corneal keratometric data (K1, K1mm, K1 axis, K2, K2mm, K2 axis, K mean, corneal astigmatic value) measured with a standard autorefractometer (Topcon KR 8100) were compared with keratometric measurements after cycloplegia obtained 45 minutes after 3 instillations of 1% cyclopentolate hydrochloride.

**Results:** The median age of the patients was 25 years (minimum 18-maximum 40 years). Gender distribution was equal. There were no statistically significant differences in corneal keratometric values (K1, K1mm, K1 axis, K2, K2mm, K2 axis, K mean, corneal astigmatic value) before and after induction of cycloplegia ( $p>0,05$ ).

**Conclusion:** Corneal keratometric values are not affected by cycloplegia-mydrasis induced by 1% cyclopentolate in healthy adult subjects.

**Keywords:** Astigmatism, cyclopentolate, cycloplegia, cornea, mydrasis

## Konuralp Yakar<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Atılım Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları AD

Medicana International Samsun Hastanesi Göz Hastalıkları Kliniği

Geliş/Received : 20.12.2023

Kabul/Accepted: 29.03.2024

DOI: 10.21673/adoluklin.1407238

Yazışma yazarı/Corresponding author

Konuralp Yakar

Medicana International Samsun Hastanesi Göz Hastalıkları Kliniği, Yenimahalle, Şht. Mesut Birinci Cd. No:85, 55080 Canik/ Samsun, Türkiye  
E-posta: alpyakar@yahoo.com

ORCID

Konuralp Yakar: 0000-0002-3839-5699

## GİRİŞ

Sikloplejik ajanlar günümüz oftalmoloji pratiğinde; akomodasyonun engellenmek istendiği refraksiyon muayenelerinde, intraoküler inflamasyonlarda (üveit, endoftalmi) iris sifinkterinin gevşetilerek (midriyazis) posterior sineşilerin önlenmesinde, kornea ülserlerinde siliyer spazma bağlı ağrının giderilmesinde ve kuvvetli pupil dilatasyonunun istendiği intraoküler cerrahiler öncesinde sıklıkla kullanılırlar. Muskarinik asetil kolin reseptörlerine bağlanarak parasempatolitik etkiyle sifinkter pupilla kasını ve siliyer adaleyi felç ederek etki gösterirler. Refraksiyon muayenesi esnasında kullanıldığında latent kırma kusurlarının manifest hale geçmesini sağlarlar. Bu sebepten ötürü refraktif kusurların saptanmasında akomodasyon spazmının engellenmesi için sikloplejik ajanların kullanılması kritik öneme sahiptir (1-3). Günümüzde sikloplejik-midriyatik etki elde etmek için topikal olarak kullanılan antimuskarinik (antikolinerjik) beş adet ajan bulunmaktadır. Bunlar; homatropin hidrobromid, skopolamin hidrobromid, atropin sülfat, siklopentolat hidroklorid ve tropikamidir. Atropin, sikloplejik ajan olarak her ne kadar altın standart olarak kabul edilse de etkisinin yavaş başlaması, uzun sürmesi, sistemik ve lokal yan etkilerinin daha sık olması nedeniyle yerini tropikamid ve siklopentolata bırakmıştır (4). Siklopentolat ise tropikamide göre daha kuvvetli ve uzun süreli siklopleji ve midriyazis sağlar (5).

Sentetik antikolinerjik bir ajan olan siklopentolat hidroklorür 1950'li yılların başında kullanıma sunulmuştur (6,7). Lokal ve sistemik yan etkilerinin atropine göre daha az olması, etkisinin hızlı başlaması sebebiyle oküler parasempatolitik etki arzu edilen durumlarda atropine alternatif olmuş ve günümüzde göz polikliniklerinde kullanılan temel sikloplejik ajan haline gelmiştir (8). Dünyada %0,5-1-2'lik dozları mevcutken ülkemizde yalnızca %1'lik ticari preparatı (Sikloplejin®, Abdi İbrahim İlaç San, İstanbul) bulunur. Sikloplejik etkisi damlatıldıktan 25-75 dk sonra başlar ve etkisi 6-24 saat içinde son bulur (9). Sikloplejik refraksiyon muayenesinde standart protokol olarak bir ya da iki damla %0,5 veya %1'lik solüsyonu damlatıldıktan 30 ile 60 dk sonra ölçüm yapılması önerilmektedir (10). Siklopentolatın oküler yan etkileri iritasyon, sulanma, alerjik blefarokonjonktivit, konjonktival hipe-

remi, artmış göz içi basıncı iken, sistemik yan etkileri ise uyusukluk, ataksi, oryantasyon bozukluğu, tutarsız konuşma, huzursuzluk ve görsel halüsinasyonlardır. Prematüre bebeklerde karında distansiyon ve nekrotizan enterokolit de bildirilmiştir (11-13).

Keratometri kornea kurvatürünün ölçülmesidir. Kornea sağlığının göstergelerinden biri olarak kabul edilir. En doğru ve kesin keratometrik ölçümler keratokonus gibi ektazik hastalıkların saptanmasında, refraktif cerrahi uygulamalarında, kontakt lens pratiğinde ve katarakt cerrahisi öncesinde göz içi merceğinin gücünün hesaplanmasında vazgeçilmez değere sahiptir. Astigmatizmanın korneal ya da lentiküler kaynaklı olup olmadığının ortaya konulmasında, korneanın en dik ve en düz aksının belirlenmesinde korneal keratometrik ölçümler mutlaka yapılmalıdır. Meridyenler arası anormal keratometrik farklılık korneal astigmatizmaya yol açarak ciddi ametropi yaratıp erken yaşlardan itibaren ambliyopinin bir sebebi olabilir (14-17). Keratometri ölçümünde altın standart yöntem manuel yöntem olan Javal keratometresi olarak kabul edilmekle birlikte günümüzde daha çok dijital cihazlar; otorefraktokeratometre, korneal topografi/tomografi cihazları ve biyometri cihazları kullanılmaktadır. Bu çeşitli cihazların Javal keratometrisiyle benzer sonuçlar verdiği gösterilmiştir (18).

Bu çalışmanın amacı %1 siklopentolat kullanılarak yapılan siklopleji sonrası elde edilen keratometrik değerlerin siklopleji öncesi yapılan ölçümlerle karşılaştırmak ve böylece siklopleji sonrasında ölçülen korneal keratometrik verilerin refraktif cerrahi ve biyometrik hesaplamalarda kullanılıp kullanılmayacağını ortaya koymaktır.

## GEREÇ VE YÖNTEMLER

Ocak 2022-Nisan 2023 tarihleri arasında rutin göz muayenesi veya gözlük talebiyle polikliniğimize başvuran, sikloplejik muayenesi yapılmış, 18-40 yaş arası 110 hastanın (55 erkek, 55 kadın) sağ gözünün tıbbi kayıtları çalışmaya dâhil edildi. Çalışma için Helsinki Deklarasyonu çerçevesinde Ondokuz Mayıs Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan izin alındı (tarih 11.05.2023, karar no:2023/159). Daha önce herhangi bir göz cerrahisi (katarakt, refraktif, pterijum, glokom, vitrektomi vb) geçirenler, herhangi bir

Tablo 1. Olguların siklopleji öncesi ve sonrası keratometrik verileri ve p değerleri

Keratometrik değer	Siklopleji öncesi	Siklopleji sonrası	p
	Medyan (min-maks)	Medyan (min-maks)	
K1 (D)	43,12 (40,25-46,50)	43,25 (40,25-46)	0,679*
K1 (mm)	7,83 (7,26-8,38)	7,82 (7,32-8,38)	0,984*
K1 (aks)	160 (5-180)	160 (5-180)	0,359*
K2 (D)	44,24 (41,25-47)	44,25 (41,25-46,75)	0,733*
K2 (mm)	7,64 (7,18-8,17)	7,62 (7,22-8,17)	0,247*
K2 (aks)	85 (5-180)	85 (5-180)	0,888*
K (ort)-D	43,75 (41,13-46,75)	43,87 (40,75-46,38)	0,925*
Astig K-D	0,75 (0-4,75)	0,75 (0-4,75)	0,751*

D: Diyoptri, mm: Milimetre, min: Minimum, maks: Maksimum, K1: Düz keratometri, K2: Dik keratometri, Astig K: Korneal astigmatizma, \*Wilcoxon testi, ort: ortalama

edinsel ya da kalıtsal korneal patolojiye sahip olanlar, siklopentolat alerjisi öyküsü olanlar, aktif keratit ya da konjonktivit olanlar, korneal skar, nistagmus ya da albinizmi olanlar, hipermetrop olanlar, ölçümleri etkileyebilecek her türlü korneal, lentiküler, vitreus ya da retinal patolojisi olanların tıbbi kayıtları çalışmadan dışlandı. Snellen eşeliyle ölçülen görme keskinliği 1,0 tam olan, miyop ve/veya astigmat kırma kusuruna sahip gözler çalışmaya dâhil edildi.

Tüm hastalara öncelikle refraksiyon muayenesi daha sonrasında ön segment ve fundus muayenesini içeren tam bir oftalmolojik muayene yapıldı. Sikloplejik muayene için olgulara 5 dk ara ile 3 kez %1 siklopentolat (Sikloplejin®, Abdi İbrahim İlaç Sanayi ve Ticaret AŞ, Türkiye) damlatıldı. 45 dk sonra keratometrik ölçümler aynı hekim tarafından tekrarlandı. Topcon KR 8100 (Tokyo, Japonya) otorefraktometre ile ölçülen keratometrik değerler (en düz-K1 ve en dik-K2 korneal kırıcılık diyoptrisi, korneal eğrilik yarıçapları, korneal eğrilik aksları, ortalama keratometri, korneal astigmatizm) siklopleji öncesi ve sonrası birbirleriyle karşılaştırıldı. Ortalama keratometrik değer (K ort) ve korneal astigmatizma (Astig K) hesaplamasında aşağıdaki formüller kullanıldı.

$$\text{Ortalama Keratometrik Değer} = (K1+K2)/2$$

$$\text{Korneal Astigmatizma} = K2-K1$$

Siklopleji sonrası ölçülen keratometrik değerlerden siklopleji öncesi değerlerin çıkartılmasıyla elde edilen delta ( $\Delta$ ) değerlerinin sferik ekuvalanla korelasyonu da değerlendirildi.

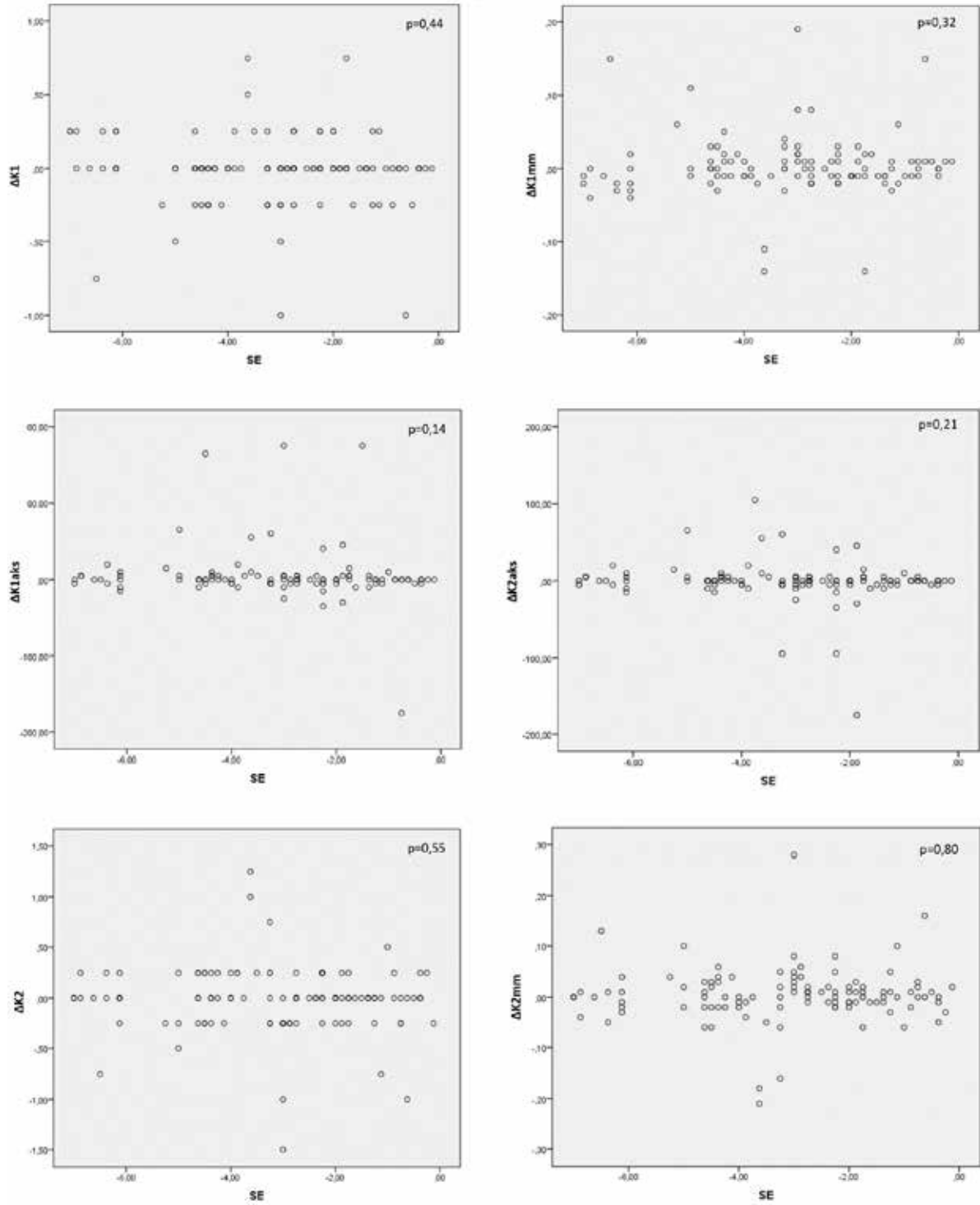
### İstatistiksel analiz

Verilerin istatistiksel değerlendirmesinde SPSS (Statistical Package for the Social Sciences software for Windows, version 22.0, IBM, Chicago, IL, USA) bilgisayar paket programı kullanılmıştır. Öncelikle verilerin normal dağılım gösterip göstermediği Kolmogorov-Smirnov testi ile analiz edildi. Normal dağılım gösteren sürekli değişkenler ortalama  $\pm$  standard sapma, göstermeyenler medyan (minimum-maksimum) olarak, kategorik veriler sayı ve yüzde olarak ifade edildi. Siklopleji öncesi ve sonrası ölçülen verilerin eşit dağılmadığının görülmesi üzerine data Wilcoxon testi ile analiz edildi. Değişkenler arasında korelasyon olup olmadığına Spearman korelasyon analizi ile bakıldı. Tüm analizlerde  $p < 0,05$  değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

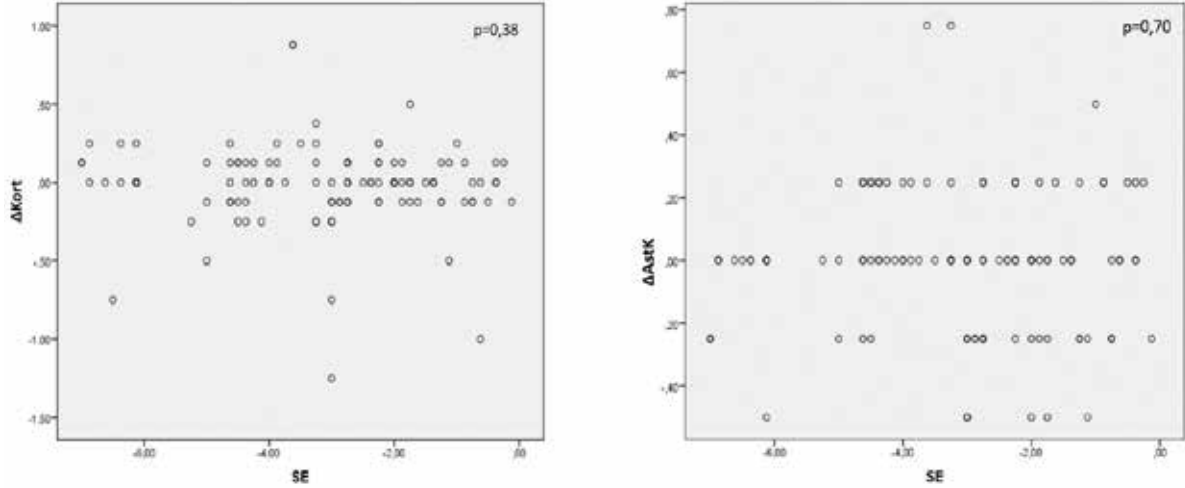
### BULGULAR

Çalışmaya dâhil edilen 110 olgunun medyan yaşı 25 yıl idi. Cinsiyet dağılımı eşitti. Olguların kırma kusurlarının sferik ekuvalanı medyan -2,93 diyoptri (D) (min -7,00 maks -0,12 D) idi. Siklopleji öncesi medyan K1 değerleri 43,12 (D), 7,83 mm, aks 160 derece; medyan K2 değerleri ise 44,24 D, 7,64 mm, aks 90 derece, medyan ortalama keratometrik değer K(ort) 43,75 D, medyan korneal astigmatizma (Astig K) 0,75 D olarak saptandı.

Siklopleji sonrası medyan K1 değerleri 43,25 D, 7,82 mm, aks 160 derece; medyan K2 değerleri 44,25 D, 7,62 mm, aks 85 derece, medyan ortalama kerato-



Resim 1. Siklopleji öncesi ve sonrası ölçülen keratometrik verilerin farkının sferik ekuvalanla korelasyonu



Resim 2. Siklopleji öncesi ve sonrası ölçülen keratometrik verilerin farkının sferik ekuvalanla korelasyonu

metrik değer K (ort) 43,87 D, medyan korneal astigmatizma (Astig K) 0,75 D olarak ölçüldü. Siklopleji öncesi ve sonrası tüm keratometrik değerler Tablo 1'de özetlendi.

Siklopleji öncesi ve sonrası ölçülen keratometrik değerlerde; K1(D), K1 (mm), K1 (aks), K2 (D), K2 (mm), K2 (aks), K (ort), Astig K istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı. Tüm p değerleri Tablo 1'de özetlendi.

Siklopleji sonrası elde edilen keratometrik değerlerden, siklopleji öncesi değerlerin çıkartılmasıyla elde edilen delta ( $\Delta$ ) değerlerle ( $\Delta K1$ ,  $\Delta K1mm$ ,  $\Delta K1aks$ ,  $\Delta K2$ ,  $\Delta K2mm$ ,  $\Delta K2aks$ ,  $\Delta Kort$ ,  $\Delta Astig K$ ) sferik ekuvalan arasında herhangi bir korelasyon olmadığı saptandı. Tüm p değerleri Resim 1 ve 2'deki grafiklerde gösterildi.

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Gözün toplam kırıcılık gücünün üçte ikisi kornea tarafından sağlanmaktadır. Korneanın kırıcılık gücünün ve kurvatürünün ölçülmesine ise keratometri denilmektedir. Korneal keratometrik verilerin en doğru şekilde ölçülmesi, korneal astigmatizmanın değerlendirilmesinde, korneal ektazik hastalıkların tanısında, refraktif cerrahi planlamasında, kontakt lens uygulamalarında ve katarakt cerrahisi öncesi göz içi merceğin gücünün hesaplanmasında vazgeçilmez öneme sahiptir.

Bu çalışmada, sağlıklı erişkin olgu popülasyonunda 110 olgunun 110 sağ gözünde standart otorefrakto-

keratometreyle ölçülen korneal keratometrik değerlerin, %1 siklopentolat hidroklorür damlayla oluşturulan siklopleji-midriyazis sonrasında istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermediği saptandı.

Saitoh ve ark. 28 hastanın 28 gözünde (yaş ortalaması  $31,1 \pm 5,6$  yıl) Orbscan topografi cihazıyla, midriyazis ve miyozisin korneanın ön ve arka yüzüne etkilerini araştırmışlardır (19). Tropikamid-fenilefrin kombinasyonu ile elde ettikleri siklopleji-midriyazis sonrasında, korneanın ön ve arka yüzünün düzleştiğini, pilokarpin kullanarak oluşturdukları miyozis sonrasında ise kornea ön ve arka yüzünün dikleştiğini saptamışlardır. Ortalama aksiyel keratometrik gücün ise midriyazisten etkilenmediğini bildirmişlerdir (19). Mevcut çalışmada korneal eğrilik yarıçapının midriyazisten etkilenmemesi Saitoh ve ark.'ın çalışmasıyla karşıtlık oluştururken ortalama aksiyel keratometrik gücün değişmemesi ise benzerlik göstermektedir. Bu karşıtlık, Saitoh ve ark.'ın standart otorefraktometre yerine topografi cihazı tercih etmiş olmalarından, farklı midriyatikler kullanmalarından ve çalışmalarındaki olgu sayısının düşük olmasından kaynaklanmış olabilir. Cheng ve ark. ise çalışmalarında yaş ortalaması  $9,1 \pm 2,8$  yıl olan 114 pediatrik hastanın 114 sağ gözünde, parsiyel optik koherent interferometre (IOL Master, Carl Zeiss, Jena Almanya) cihazıyla tropikamid ile elde edilen sikloplejinin refraktif ölçümlere ve biyometrik değerlere olan etkisini araştırmışlardır (20). Tropikamid kullanımıyla sağlanan siklopleji-midriyazis sonrasında ortalama, minimum ve maksimum

keratometrik değerlerde anlamlı düşüş saptamışlar, korneanın siklopleji sonrası siliyer kasların gevşemesiyle daha düz bir hal aldığını belirtmişlerdir. Maksimum keratometrik değerden minimum keratometrik değeri çıkartarak hesapladıkları korneal astigmatizma değerinin ise sikloplejiden etkilenmediğinin altını çizmişlerdir. Maksimum ve minimum keratometrik değerlerde düşüş bulmaları mevcut çalışmanın sonuçlarıyla karşıtık oluşturmaktadır. Bu farklılık Cheng ve ark.'ın olgu popülasyonunun pediatrik yaş grubundan seçilmesinden, siklopentolat yerine tropikamid tercih edilmesinden ve bu yaş grubunda sklera ve korneanın daha elastik bir yapısının olmasından kaynaklandığını düşündürmektedir. Bir diğer sebep ise mevcut çalışmada kullanılan standart otorefraktometre yerine IOL Master biyometri cihazı kullanmalarından olabilir. Pediatrik olgu popülasyonundaki bir diğer çalışmada (8,5±2,1 yıl) Ho ve ark. %0,125 atropin ile oluşturulan sikloplejinin oküler parametrelere olan etkisini irdelemiş standart otorefraktometre kullanarak (Topcon KR-8800, Tokyo, Japonya) ölçülen ortalama keratometrik değerlerin sikloplejiden etkilenmediğini rapor etmişlerdir. Pediatrik popülasyonda atropin ile standart otorefraktometre kullanılarak yapılan bu çalışma, erişkinlerde %1 siklopentolat ve standart otorefraktometreyle yapılan mevcut çalışmayla benzer sonuçlar bildirirken, Cheng ve ark.'ın yine benzer yaş grubunda tropikamid ve IOL Master kullanarak yaptıkları çalışmanın sonuçlarıyla ters düşmektedir. Benzer pediatrik yaş grubunda (9,20±1,65 yıl), Hashemi ve ark. %1 siklopentolat ve Allegro Biograph (WaveLight AG, Erlangen, Almanya) biyometri cihazıyla yaptıkları çalışmada ise ortalama korneal keratometrik değerlerin sikloplejiden etkilenmediğini belirtmişlerdir (22). Erişkinlerde optik düşük koherent reflektometre biyometri cihazıyla (Lenstar LS 900, Haag-Streit AG, Koeniz, İsviçre) farklı iki sikloplejik-midriyatik ajanın (%1 siklopentolat - %0,5 tropikamid) ön segment parametrelerine ve göz içi mercekle hesaplamalarına olan etkilerini araştırdıkları çalışmalarında Taşçı ve ark. her iki midriyatik-sikloplejik ajanın maksimum ve minimum keratometrik değerleri etkilemediği sonucuna ulaşmışlardır (23). Erişkinlerde ikili Scheimpflug kamera sistemi içeren Galilei cihazıyla (Ziemer, Zurich, İsviçre) %1 siklopentolat kullanarak yaptıkları çalışmada Bagheri ve ark. da Taşçı ve ark.'ın paralelinde,

korneal astigmatizmanın sikloplejiden etkilenmediğini rapor etmişlerdir (24). Megwas ve ark. erişkin popülasyonda, Javal keratometrisiyle elde ettikleri korneal ortalama eğrilik yarıçapının %1 siklopentolat kullanımı sonrası 30-60 ve 90. dakikada etkilenmediğini göstermişlerdir (25).

Literatürdeki çalışmaların birbirleriyle farklı ya da benzer sonuçlar bildirmesi, kullanılan sikloplejik ajanların ve keratometri cihazlarının farklı olmasından, çalışma popülasyonlarının yaş aralıklarının değişmesinden kaynaklanmış olabilir.

Sonuç olarak bu çalışmada göz hastalıkları polikliniklerinde en yaygın kullanılan midriyatik-sikloplejilerden biri olan %1 siklopentolat hidroklorürün, yine refraktif muayenede ve keratometrik ölçümlerde en sık kullandığımız cihazlardan biri olan standart otorefraktometrenin korneal keratometrik verilerini sağlıklı erişkinlerde etkilemediği saptandı. Mevcut çalışmanın farklı yaş grupları ve daha geniş serilerle teyit edilmesi literatüre daha fazla katkı sağlayacaktır.

### Çıkar çatışması ve finansman bildirimi

Yazar bildirecek bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder. Yazar bu çalışma için hiçbir finansal destek almadığını da beyan eder.

### KAYNAKLAR

1. Fotedar R, Rochtchina E, Morgan I, Wang JJ, Mitchell P, Rose KA. Necessity of cycloplegia for assessing refractive error in 12-year-old children: a population-based study. *Am J Ophthalmol.* 2007;144(2):307-9.
2. Hopkins S, Sampson GP, Hendicott P, Lacherez P, Wood JM. Refraction in children: a comparison of two methods of accommodation control. *Optom Vis Sci.* 2012;89(12):1734-9.
3. Zhao J, Mao J, Luo R, Li F, Pokharel GP, Ellwein LB. Accuracy of noncycloplegic autorefraction in school-age children in China. *Optom Vis Sci.* 2004;81(1):49-55.
4. Yolton DP, Kandel JS, Yolton RL. Diagnostic pharmaceutical agents: side effects encountered in a study of 15,000 applications. *J Am Optom Assoc.* 1980;51(2):113-55.
5. Yazdani N, Sadeghi R, Momeni-Moghaddam H, Zarif-mahmoudi L, Ehsaei A. Comparison of cyclopentolate versus tropicamide cycloplegia: A systematic review and meta-analysis. *J Optom.* 2018;11(3):135-43.
6. Kiess RD, Fralick FB. A preliminary report on a new

- cycloplegic and mydriatic drug. *Am J Ophthalmol.* 1951;34(11):1593-5.
7. Gordon DM, Ehrenberg MH. Cyclopentolate hydrochloride: A new mydriatic and cycloplegic agent; a pharmacologic and clinical evaluation. *Am J Ophthalmol.* 1954;38(6):831-8
  8. Milder B, Riffenburgh RS. An evaluation of cyclogyl (compound 75 GT). *Am J Ophthalmol.* 1953;36(12):1724-26.
  9. Bartlett JD. Administration of and adverse reactions to cycloplegic agents. *Am J Optom Physiol Optics.* 1978;55(4):227-33.
  10. Egashira SM, Kish LL, Twelker JD, Mutti DO, Zadnik K, Adams AJ. Comparison of cyclopentolate versus tropicamide cycloplegia in children. *Optom Vis Sci.* 1993;70(12):1019-26.
  11. Contreras-Salinas H, Orozco-Ceja V, Romero-López MS, Barajas-Virgen MY, Baiza-Durán LM, Rodríguez-Herrera LY. Ocular Cyclopentolate: A Mini Review Concerning Its Benefits and Risks. *Clin Ophthalmol.* 2022;16:3753-62.
  12. Imai T, Hasebe S, Furuse T, et al. Adverse reactions to 1% cyclopentolate eye drops in children: an analysis using logistic regression models. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2021;41(2):424-30.
  13. Awan KJ. Adverse systemic reactions of topical cyclopentolate hydrochloride. *Ann Ophthalmol.* 1976;8(6):695-8.
  14. Hoshikawa R, Kamiya K, Fujimura F, Shoji N. Comparison of Conventional Keratometry and Total Keratometry in Normal Eyes. *Biomed Res Int.* 2020;2020:8075924.
  15. Liu Y, Wang Y, Wang Z, Zuo T. Effects of error in radius of curvature on the corneal power measurement before and after laser refractive surgery for myopia. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2012;32(4):355-61.
  16. Wong HB, Machin D, Tan SB, Wong TY, Saw SM. Ocular component growth curves among Singaporean children with different refractive error status. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2010;51(3):1341-7.
  17. Zeng J, Cui Y, Li J, et al. Correlation of axial length and corneal curvature with diopter in eyes of adults with anisometropia. *Int J Clin Exp Med.* 2015;8(8):13639-43.
  18. Mehravaran S, Asgari S, Bigdeli S, Shahnazi A, Hashemi H. Keratometry with five different techniques: a study of device repeatability and inter-device agreement. *Int Ophthalmol.* 2014;34(4):869-75.
  19. Saitoh K, Yoshida K, Hamatsu Y, Tazawa Y. Changes in the shape of the anterior and posterior corneal surfaces caused by mydriasis and miosis: detailed analysis. *J Cataract Refract Surg.* 2004;30(5):1024-30.
  20. Cheng HC, Hsieh YT. Short-term refractive change and ocular parameter changes after cycloplegia. *Optom Vis Sci.* 2014;91(9):1113-7.
  21. Ho MC, Hsieh YT, Shen EP, Hsu WC, Cheng HC. Short-term refractive and ocular parameter changes after topical atropine. *Taiwan J Ophthalmol.* 2019;10(2):111-5.
  22. Hashemi H, Asharlous A, Khabazkhoob M, et al. The Effect of Cyclopentolate on Ocular Biometric Components. *Optom Vis Sci.* 2020;97(6):440-7.
  23. Tasci YY, Yesilirmak N, Yuzbasioglu S, Ozdas D, Temel B. Comparison of effects of mydriatic drops (1% cyclopentolate and 0.5% tropicamide) on anterior segment parameters. *Indian J Ophthalmol.* 2021;69(7):1802-7.
  24. Bagheri A, Feizi M, Shafii A, Faramarzi A, Tavakoli M, Yazdani S. Effect of cycloplegia on corneal biometrics and refractive state. *J Ophthalmic Vis Res.* 2018;13(2):101-9.
  25. Megwas AU, Ogbuagu FU, Azuamah YC, Nwakamma GI, Nwawume IC, Ugwoke GI. Effect of cyclopentolate hydrochloride 1% on the corneal curvature of different refractive status. *Int J Res Rev.* 2020;7(6):471-75.