T.C.

ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

ESKİŞEHİR İLİNDEKİ İLKOKUL ÇAĞI ÇOCUKLARINDA BİYOMETRİK VE DEMOGRAFİK ÖZELLİKLERİN KIRILMA KUSURLARI İLE İLİŞKİSİNİN ÜÇ YILLIK DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Feride TUNCER

Göz Hastalıkları Anabilim Dalı

TIPTA UZMANLIK TEZİ

ESKİŞEHİR

2019

T.C.

ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

ESKİŞEHİR İLİNDEKİ İLKOKUL ÇAĞI ÇOCUKLARINDA BİYOMETRİK VE DEMOGRAFİK ÖZELLİKLERİN KIRILMA KUSURLARI İLE İLİŞKİSİNİN ÜÇ YILLIK DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Feride TUNCER

Göz Hastalıkları Anabilim Dalı

TIPTA UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI

Doç. Dr. Haluk Hüseyin GÜRSOY

ESKİŞEHİR

2019

TEZ KABUL VE ONAY SAYFASI

T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞINA

Dr. Feride TUNCER'e ait ''Eskişehir İlindeki İlkokul Çağı Çocuklarında Biyometrik ve Demografik Özelliklerin Kırılma Kusurları ile İlişkisinin Üç Yıllık Değerlendirilmesi' adlı çalışma jürimiz tarafından Göz Hastalıkları Anabilim Dalı'nda Tıpta Uzmanlık Tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Tarih:

Jüri Başkanı Doç. Dr. Haluk Hüseyin GÜRSOY
Göz Hastalıkları Anabilim Dalı

Üye Prof. Dr. Ahmet ÖZER
Göz Hastalıkları Anabilim Dalı

Üye Doç. Dr. Meral YILDIZ
Bursa Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi
Göz Hastalıkları Anabilim Dalı

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Fakülte Kurulu'nun...../...../..... tarih ve ...../..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Ali ARSLANTAŞ
Dekan

TEŞEKKÜR

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı'ndaki uzmanlık eğitimim süresi içerisinde, Göz Hastalıkları Uzmanı olmamda büyük emeği olan, bilgi, fikir ve tecrübeleriyle bana ışık tutan, birlikte çalışmaktan onur duyduğum ve tezimin planlaması, yürütülmesi ve sonuçlanmasında büyük katkıları olan başta tez danışmanım Doç. Dr. Haluk Hüseyin GÜRSOY olmak üzere, Anabilim Dalı Başkanımız Prof. Dr. Nazmiye EROL'a, değerli hocalarım Prof. Dr. Nilgün YILDIRIM'a, Prof. Dr. Hüsnü Hikmet BAŞMAK'a, Prof. Dr. Ahmet ÖZER'e, Prof. Dr. Tülay ŞİMŞEK'e, Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Değer BİLGEÇ'e, Dr. Öğr. Üyesi Eray ATALAY'a istatistik aşamasında emekleri olan Biyoistatistik Anabilim Dalı Doç. Dr. Ertuğrul ÇOLAK'a ve Arş. Gör. Muzaffer BİLGİN'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Tuncer, F. Eskişehir İlindeki İlkokul Çağı Çocuklarında Biyometrik ve Demografik Özelliklerin Kırılma Kusurları ile İlişkisinin Üç Yıllık Değerlendirilmesi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı Tıpta Uzmanlık Tezi, Eskişehir, 2019. Çalışmamızda 2013-2015 yılları arasında Eskişehir Osmangazi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları polikliniğine başvuran ilkokul çağı çocukların demografik ve biyometrik özelliklerin kırılma kusurları ile ilişkisini değerlendirilmeyi amaçladık. 2013 yılında 7-12 yaş aralığında olup üç yıl boyunca yılda en az bir kez muayene edilmiş olan, sikloplejinli Topcon RM-A7000B (Topcon Corporation, Tokyo, Japonya) ve Lenstar LS900 (Haag-Streit AG, Koeniz, İsviçre) cihazı ile üçer ölçümü olan 197 çocuğun verileri retrospektif olarak değerlendirildi. Sferik ekivalan (SE) olarak -0,50 ile +0,50 diyoptri aralığındaki çocuklar emetropi, -0,50 ve daha negatif değerler miyopi ve +0,75 ve daha pozitif değerler hipermetropi olarak sınıflandırıldı. Yaş, cinsiyet, boy, kilo, başlangıç SE, aksiyel uzunluk (AU), ön kamara derinliği (ÖKD), merkezi kornea kalınlığı (MKK), keratometri değerler (K) ve lens kalınlığının sonuç SE'a etkisi analiz edildi. 2013 yılında elde edilen değerler başlangıç, 2015 yılındakiler sonuç değerler olarak alındı. Doğrusal ve "COX" regresyon analizleri uygulandı. Başlangıç ortalama SE 0,194±0,562, 3 yıl sonra 0,078±0,804 D idi. Miyopi sayısı 3 yılda, 23'den 41'e çıktı. Doğrusal regresyon formülünde, ortalama başlangıç SE, AU, ÖKD ve K değerlerinin, istatistiksel olarak anlamlı düzeyde üç yıl sonundaki ortalama SE değerlerine etki ettiğini gösterdik. Başlangıç yaşı sonuç SE'ı 1,37 kat azaltırken, AL 4,5 kat ve K değeri 2 kat arttırdı. Sonuç olarak başlangıç SE, AU, ÖKD ve K değerleri kullanılarak bir çocuğun üç yıl sonraki tahmini kırılma kusurunu yüksek güvenilirlikle hesaplayabileceğimizi gösterdik.

Anahtar Kelimeler: Kırılma kusuru, miyopi, biyometri, aksiyel uzunluk, ön kamara derinliği

ABSTRACT

Tuncer, F. The three-year evaluation of the demographic and biometric features with refractive error relationship at primary school children in Eskişehir city. The evaluation of Eskişehir Osmangazi University Faculty of Medicine, Department of Ophthalmology, Specialization Thesis in Medicine, Eskişehir, 2019. We aimed to evaluate of the demographic and biometric features with refractive error relationship at primary school children referred to Eskişehir Osmangazi Medical Faculty Department of Ophthalmology between 2013-2015 in our study. In 2013, the data of 197 children aged 7-12 years who were examined at least once a year for three years with Topcon RM-A7000B (Topcon Corporation, Tokyo, Japan) with cycloplegin and Lenstar LS900 (Haag-Streit AG, Koeniz, Switzerland) with three measurements,were evaluated retrospectively. The spherical equivalent (SE) was classified as emetropia in the range of -0,50 to +0,50 diopters, myopia -0,50 and more negative values, and +0,75 and more positive values in hyperopia. Age, gender, height, weight, initial SE, axial length (AU), anterior chamber depth (ACD), central corneal thickness (CCT), keratometry values (K) and the effect of lens thickness were analyzed. The values obtained in 2013 were taken as the initial values, whereas data from 2015 as the result values. Linear and COX ”regression analyzes were performed. The initial mean SE was 0.1194 ± 0.562, after 3 years it was 0.078 ± 0.804 D. The number of myopia increased from 23 to 41 in 3 years.In the linear regression formula, we have shown that the mean initial SE, AU, ACD and C values affect the mean SE values at the end of three years were statistically significant. While the age of onset decreased the SE by 1.37 times, the AL increased 4.5 times and the K value increased 2 times. As a result, we have shown that the predicted refractive error of a child after three years can be calculated with high reliability by using starting SE, AU, ACD and K values.

Keywords: Refractive error, myopia, biometry, axial length, anterior chamber depth

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEZ KABUL VE ONAY SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
TABLOLAR DİZİNİ	xi
1.GİRİŞ	1
2.1.Gözün Optik Özellikleri	2
2.2.Gözün Refraktif Durumları	4
2.3. Hipermetropi	6
2.3.1.Basit Hipermetropi	7
2.3.2.Patolojik Hipermetropi	8
2.4. Astigmatizma	8
2.5.Miyopi	12
2.5.1.Miyopi Nedenleri	12
2.5.2.Miyopi Tipleri	13
2.6.Emetropizasyon	14
2.7.Gözün Gelişimi ve Yaşa Bağlı Refraktif Değişiklikler	16
2.8.Ototrefraktometre	18
2.8.1.Otorefraktometre Çalışma Prensipleri	19
2.8.2.Otorefraktometre Çeşitleri	20
2.8.3.Otorefraktometre Kullanımı	21
2.9.Optik Biyometri	21
3.GEREÇ VE YÖNTEM	23
3.1.İstatistiksel Analiz	24
4.BULGULAR	26

Sayfa

5.TARTIŞMA 45

6.SONUÇ VE ÖNERİLER 56

KAYNAKLAR 58

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AU	Aksiyel Uzunluk
BSE	Başlangıç Sferik Ekivalan
D	Dioptri
EİDGK	En İyi Düzeltilmiş Görme Keskinliği
GA	Güven Aralığı
GİL	Göz İçi Lens
Kort	Keratometrik Değerlerinin Ortalaması
LK	Lens Kalınlığı
Maks	En Büyük Değer
Min	En Küçük Değer
mm	Milimetre
N	Nodal Nokta
OR	Otorefraktometre
ÖKD	Ön Kamara Derinliği
SE	Sferik Ekivalan
SKK	Santral Kornea Kalınlığı
SS	Standart Sapma
VKİ	Vücut Kitle İndeksi
µm	Mikrometre

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
2.1. İndirgenmiş Şematik Göz	3
2.2. Gözün refraktif durumları A. Emetropi B. Ametropi	5
2.3. Eksen ametropisi örnekleri A. Miyopi. B. Hipermetropi	5
2.4. Kırıcılık ametropisi örnekleri. A. Miyopi. B. Hipermetropi	6
2.5. Sturm Konoidi	9
2.6. Astigmatizma eksenleri	10
2.7. Düzenli astigmatizmaya örnekler	11
2.8. Yenidoğan ve 6 yaş çocuklarında refraksiyon dağılımı	15
2.9. Aksiyel uzunluğun yaşa bağlı değişimi	17
2.10. Yaşa bağlı keratometrik değerdeki değişim	17
2.11 . Schneider prensibi	19
4.1. Yıllara göre SE dağılımları	40

TABLOLAR DİZİNİ

Sayfa

2.1: Gözün Kırıcı Ortamlarının Eğrilik Yarıçapları 2

2.2: Gözün Refrakif İndeksleri (Gullstrand Verileri) 3

4.1: Kırma kusurlarının başlangıç yılına ait prevalansları 26

4.2: Başlangıç yılına ait demografik verilerin kırma kusurları ile karşılaştırılması 27

4.3: Miyopinin yaş ve cinsiyete göre prevalans dağılımı 29

4.4: Emetropinin yaş ve cinsiyete göre prevalans dağılımı 30

4.5: Hipermetropinin yaş ve cinsiyete göre prevalans dağılımı 31

4.6: Başlangıç yılına ait biyometrik parametrelerin yaş ve cinsiyete göre analizi 32

4.7: Başlangıç yılındaki biyometrik parametrelerinin refraksiyon kusuruna göre karşılaştırılması 34

4.8: 2015 yılına ait biyometrik parametrelerin yaşa ve cinsiyete göre analizleri 35

4.9: 2015 yılında biyometrik parametrelerinin refraksiyon kusuruna göre karşılaştırılması 36

4.10: Biyometrik parametrelerin 3 yıllık değişim değerlerinin yaşa ve cinsiyete göre analizi 37

4.11: Biyometrik parametrelerin üç yıllık değişim değerlerinin refraksiyon kusuruna göre göre analizi 38

4.12: Yıllara göre kırma kusurlarına ait prevalans ve SE değişimleri 39

4.13: Yıllara göre miyopi insidansları 41

Sayfa

4.14: 2015 yılındaki miyop olguların sonuç SE değerlerine etki eden risk faktörlerin analizi 42

4.15: Üç yıllık takip sonunda ortalama SE değerlerine etki eden faktörlerin doğrusal regresyon analizi 43

5.1: Daha önce yapılan çalışmalarda DSÖ belirlediği bölgelere göre sınıflandırılmış kırma kusurları prevelans yüzdeleri 54

5.2: Daha önce yapılan çalışmalarda DSÖ belirlediği bölgelere göre sınıflandırılmış kırma kusurları prevelans yüzdeleri 55

1.GİRİŞ

Dünyada görme azlığına neden olan rahatsızlıkların başında bir kırma kusuru olan miyopi gelmektedir. Normal bireylerde görüntü retinada üzerinde odaklanırken miyopide, görüntü retinanın önünde odaklanmaktadır. Bu durum kişilerin net görememesi sonucu yaşam kalitesini azaltmakta ve ülke ekonomisini de olumsuz yönde etkileyen iş gücü kaybına yol açmaktadır. Bu nedenle tüm dünyada önemli bir halk sağlığı sorunu haline gelmiştir.

Yapılan epidemiyolojik çalışmalarda son on yılda miyopi prevelansında önemli bir artış olduğu gösterilmiştir. Meta-analiz raporlarına göre 2020 yılında 2,5 milyar, 2050 yılında ise 5 milyar insanın miyop olacağı tahmin edilmektedir.

Miyopi prevalansındaki artıştan bazı genetik ve çevresel faktörler sorumlu tutulsa da halen kesin risk faktörleri belirlenememiştir.

Yetişkin yaş gruplarında miyopi prevelans ve progresyonu ile ilgili çok sayıda epidemiyolojik çalışma yapılmış olup miyopinin başlangıç yaşı olan çocukluk yaş grubundaki çalışma sayısı nispeten daha azdır. Genç nüfusun yaygın olduğu ülkemizde ise miyopi epidemiyolojisi ile ilgili henüz yeterli veri mevut değildir. Miyopi prevalans ve insidansını belirlemek, uzun süreli takiplerde alınan biyometrik ölçümler ile biyometrik ve refraktif parametrelerdeki değişimleri belirlemek önemli bir halk sağlık sorunu olan miyopi risk faktörlerinin aydınlatılmasına fayda sağlayacaktır.

Çalışmamızın amacı, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı polikliniğine başvuran miyopi insidansının en yüksek olduğu ve miyopi başlangıç yaşı olarak da kabul edilen 7-12 yaş arası ilkokul çağı çocuklarının biyometrik ve demografik özelliklerinin kırılma kusurları ile olan ilişkisini ve 3 yıllık progresyonunu retrospektif olarak analiz etmektir.

2.GENEL BİLGİLER

2.1. Gözün Optik Özellikleri

Saydam bir ortamda ilerleyen ışınların, kırma indeksi farklı başka bir saydam ortamdan geçerken yön değiştirmesine kırılma (refraksiyon) denir (1,2). Gözün temel görevi, göze gelen ışığı kırma indeksleri birbirinden farklı kırıcı (refraktif) ortamlarında kırılmaya uğratarak retina üzerine odaklamak ve bu görüntünün algılanması için santral görme merkezlerine iletmektir. Göz, temel refraktif kısımları kornea ve lens olan, ön kamara derinliği (ÖKD) ve gözün aksiyel uzunluğunun (AU) da kırıcılık durumu üzerine etkili olduğu bir mercekler sistemidir. Bir merceğin ışınları kırma gücü dioptri (D) birimi ile ifade edilir. Merceğin odak uzaklığının metre cinsinden tersi, merceğin diyoptrik gücünü verir (3).

Gözün, ışınları kırma fiziğinin daha kolay anlaşılabilmesi ve matematiksel hesaplamaların yapılabilmesi için teorik olarak şematik göz modelleri oluşturulmuştur. Bunlardan biri günümüzde hala sık kullanılan Gullstrand şematik göz modelidir. Gullstrand, hesaplamalarında kırıcı yüzeylerin eğrilik yarıçaplarını, yerleşimlerini ve ortamların refraktif indekslerini kullanmıştır (Tablo 2.1-2.2) (4,5).

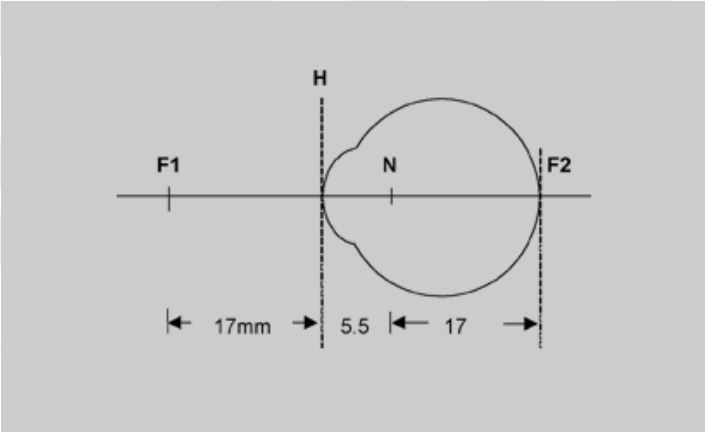
Tablo 2.1: Gözün Kırıcı Ortamlarının Eğrilik Yarıçapları (6)

Kırıcı ortam	Eğrilik yarıçapı (mm)
Kornea ön yüzü	7,70
Kornea arka yüzü	6,80
Lens korteksi ön yüzü	10,00
Lens çekirdeği ön yüzü	7,91
Lens çekirdeği arka yüzü	-5,76
Lens korteksi arka yüzü	-6,00

Tablo 2.2: Gözün Refraktif İndeksleri (Gullstrand Verileri) (6)

Kornea	1.376
Humor aköz	1.336
Lens korteksi	1.386
Lens nukleusu*	1.406
Vitreus	1.336

Listing ise bu şematik göz modelini basitleştirerek, tek bir kırıcı merceğe indirgediği yeni bir model geliştirmiş ve indirgenmiş şematik göz modeli olarak adlandırmıştır (Şekil 2.1) (5,7).



Şekil 2.1: İndirgenmiş Şematik Göz

Şematik gözün toplam kırma indeksi 1,33, kurvatürü 5,75 milimetre(mm), kırıcılığı +60 D ve ön arka uzunluğu 22 mm olarak kabul edilir. Nodal nokta (N) ışık ışınlarının sapmadan ilerlediği noktadır ve korneanın 5,5 mm arkasındadır.

Kornea gözün toplam kırıcılığının 2/3'ünden sorumludur. Kornea ön yüzünün eğrilik yarıçapı 7,8 mm ve kırıcılığı +48,8 D, arka yüzünün eğrilik yarıçapı 6,5 mm ve kırıcılığı -5,8 D olup toplamda +43 D kırma gücü olan gözün en yüksek kırıcılığa sahip merceğidir. Korneanın kırma gücünü belirleyen en önemli faktör eğrilik yarıçapıdır. Eğrilik yarıçapı azalıp kornea dik hale geldikçe kırma gücü artarken; eğrilik yarıçapı artıp kornea düz hale

geldikçe korneanın kırıcılığı azalır. Korneanın santral 3 mm'lik optik alanının küresel olan şekli bozulursa; yani dikey eksen ile yatay eksen eğrilikleri farklı olursa, korneal astigmatizma ortaya çıkar (8,9).

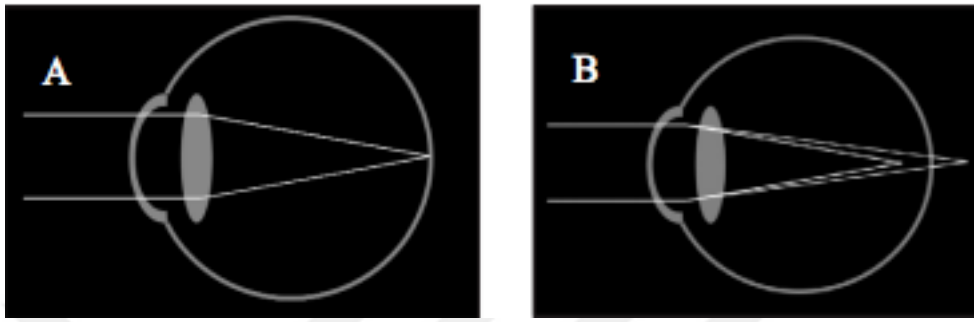
Gözün toplam kırıcılığının 1/3'ünü lens sağlar (10). Lensin konveks (dış bükey) yapıdaki ön, arka yüzünün, merkez ve çevresel kısımlarının ışığı kırma güçleri farklıdır. Akomodasyon (uyum) yapmayan gözde lensin kırma gücü yaklaşık +19 - 20 D olarak kabul edilir. Yaşla birlikte akomodasyon yeteneğinin azaldığı bilinmekle birlikte, akomodasyon ile lensin kırma gücü +30 D'ye kadar artabilir (11). Gözün refraksiyonunu, kornea ve lensin toplam kırma gücü ile gözün ön-arka uzunluğu arasındaki uyum belirler (12). Uyumsuzluk olması durumunda kırma kusurları ortaya çıkmaktadır. Kırma kusurları tüm dünyada yetişkin nüfusun yaklaşık 1/3'ünde görme keskinliğinde anlamlı olarak azalmaya neden olur (13).

2.2. Gözün Refraktif Durumları

Uyum yapmadan uzağa bakan gözde retina üzerinde net görüntü oluşturan ışınların köken aldığı noktaya uzak nokta (punktum remotum) adı verilir. Uzak noktadan gelen ışınlar gözün kırıcı ortamlarından geçtikten sonra retina üzerinde odaklanırlar. Bu noktaların oluşturduğu düzleme uzak nokta düzlemi denilir. Uzak noktadan göze doğru yaklaşıldıkça akomodasyonla gözün kırıcılığı arttırılarak odak retina üzerinde tutulmaya ve net görüntü oluşturulmaya çalışılır. Maksimum akomodasyon yapılarak net görülebilen en yakın mesafe ise yakın nokta (punktum proksimum) olarak adlandırılır (1,8).

Gözün refraktif durumu uzak noktanın yerleşimine göre değerlendirilir. Emetropi hiçbir kırma kusuru olmayan gözün refraktif durumudur. Emetrop bir gözde uzak nokta düzlemi sonsuzdadır. Göze paralel gelen ışınlar akomodasyona gerek kalmadan gözün kırıcı ortamlarında kırılarak retina üzerinde odaklanırlar. Göze paralel gelen ışınların retina üzerinde odaklanamadığı dolayısıyla görüntünün net oluşmadığı durum ise ametropi

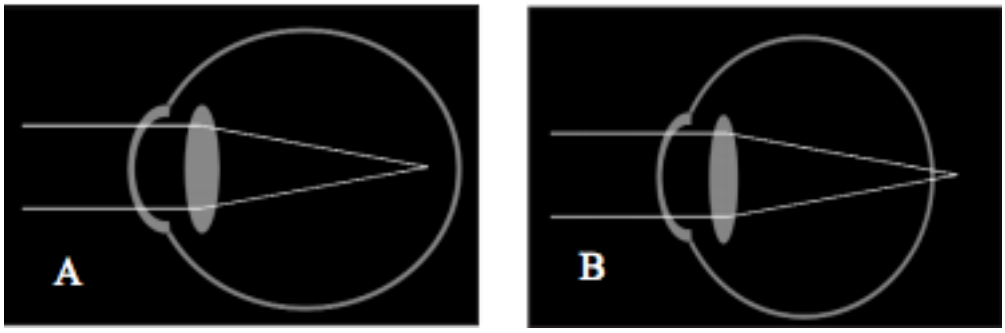
olarak adlandırılır. Bu durumda uzak nokta sonsuz ile göz arasında ya da göz arkasında yer alır (Şekil 2.2) . Kırma kusurunun miktarı punktum remotum mesafesinin dioptrik eşdeğeridir (8,14).



Şekil 2.2: Gözün refraktif durumları A. Emetropi B. Ametropi

Ametropi, oluşum mekanizması açısından eksen ve kırıcılık ametropisi olmak üzere ikiye ayrılır.

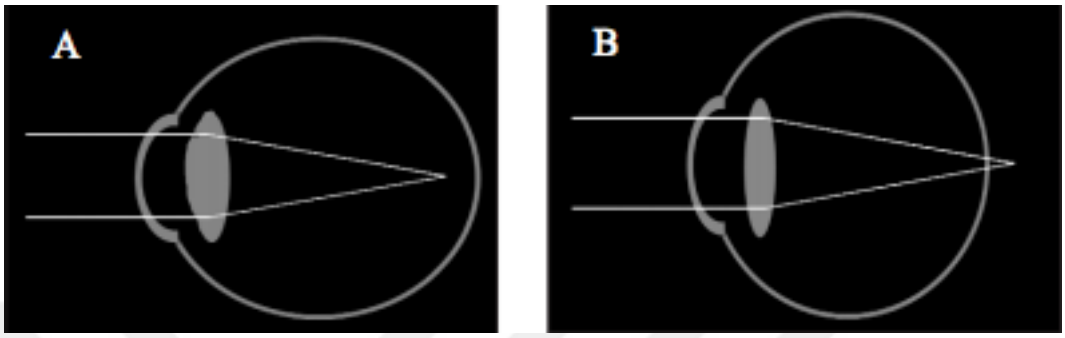
Eksen ametropisi: Görme ekseninin normalden daha uzun olması miyopiye, daha kısa olması hipermetropiye yol açar (Şekil 2.3). Gözün ön-arka eksenindeki 1 mm'lik değişik 3 diyoptrilik ametropi oluşturur.



Şekil 2.3: Eksen ametropisi örnekleri A. Miyopi. B. Hipermetropi

Kırıcılık ametropisi: Gözün aksiyel uzunluğu normal olmasına rağmen, gözün toplam kırma gücü emetrop gözlere göre daha fazla ise miyopi, daha az ise hipermetropi oluşur. Gözün kırma gücünü lens ve korneanın eğrilik farklılıkları, lensin pozisyonu ve lensin kırma indeksindeki

değişiklikler belirler. Örneğin lensin öne yerleşmesi yani ön kamara derinliğinin azalması , korneanın daha dik olması, skleroze olmuş lens nükleusu toplam kırma gücünü arttırarak miyopiye yol açar (Şekil 2.4) (15-17).



Şekil 2.4: Kırıcılık ametropisi örnekleri: A. Miyopi. B. Hipermetropi

Göze paralel gelen ışınların oluşturduğu odak noktasının retina düzlemine olan konumuna göre ametropi hipermetropi, miyopi ve astigmatizma olmak üzere üçe ayrılır ve bunlar kırma kusuru olarak adlandırılır.

2.3. Hipermetropi

Akomodasyon yapmayan bir gözde sonsuzdan gelen paralel ışınların retinanın arkasında odaklanması durumu hipermetropi olarak adlandırılır.. Gözün kırma gücü ile eksen uzunluğu arasındaki uyumsuzluk, ışınların retinanın arkasında odaklanmasına ve net olmayan bir görüntü oluşmasına neden olur. Bu kırma kusuru, gözün kırma gücü normal iken gözün AU'nun kısa olmasından kaynaklanırsa buna eksen ya da aksiyel hipermetropi, normal göz boyutlarına sahip iken gözde kırma gücü yetersizliğinden kaynaklanırsa buna refraktif hipermetropi adı verilmektedir.

Yaşlılık, diyabet gibi nedenlere bağlı lensteki refraktif indekste meydana gelen değişikliklere bağlı gelişen hipermetropi ise indeks hipermetropisi olarak adlandırılır. Kan glukoz düzeyi düşen diyabetli

hastaların miyopilerinin azalması veya hipermetropilerinin artması bu duruma örnek olarak gösterilebilir.

Hipermetropi basit ve patolojik hipermetropi olmak üzere klinik olarak da sınıflandırılabilir.

2.3.1.Basit Hipermetropi

Akomodasyon rezervi yüksek olan hipermetrop kişilerde, retinanın arkasına düşen ışınlar nedeni ile görüntü bulanık olduğu için akomodasyon ile lensin kalınlığı ve kırıcılığı arttırılarak görüntü retinal düzleme getirilmeye çalışılır. Bu nedenle hipermetrop kişiler uzağa bakarken de akomodasyon yapmak zorunda kalırlar. Yakındaki objeler için ise gözün yakın için yapması gerekenden hipermetropisi kadar daha fazla akomodasyon yapmak zorundadırlar. Eğer kişinin akomodasyon gücü buna yetmez ise, yakındaki objeleri bulanık görünür.

Akomodasyonun kullanılma derecesine bağlı olarak basit hipermetropi latent ve manifest hipermetropi olarak ikiye ayrılır.

Latent hipermetropi: Siliyer kasın tonusuna bağlı akomodasyon gücü ile istemsiz olarak düzeltilen hipermetropi miktarıdır. Sikloplejik refraksiyon ile ölçülen toplam hipermetropiden, manifest hipermetropinin çıkarılması ile bulunur.

Manifest hipermetropi: Siliyer kas tonusuyla düzeltilemeyen hipermetropi miktarıdır. Bu durumda görüntüyü netleştirebilmek için ek olarak aşırı akomodasyon yapılması gerekir.

Total Hipermetropi: Latent ve manifest hipermetropinin toplamı olup siklopleji ile belirlenen refraksiyondur (8).

Akomodasyon rezervi yeterli olan genç hipermetroplar genellikle asemptomatiktir. Hastanın yaşına, yakın çalışma ihtiyacına, mevcut akomodasyon rezervine bağlı olarak akomodatif astenopi olarak isimlendiren semptomlar ortaya çıkabilir. Yakına bakışta artan bulanık görme,

odaklanamama, göz çevresinde ağrı, yorgunluk hissi, sulanma, sık göz kırpma ihtiyacı, kızarıklık gibi şikayetler oluşabilir. Çocuklarda artmış akomodasyon nedeniyle refleks konverjansın aşırı uyarılmasına bağlı ezotropya ve özellikle tek taraflı olursa ambliyopi gelişebilir. Konveks mercekler ile ışınlar retina üzerine odaklanarak bulanık görme, astenopik belirtiler ve aşırı konverjnsa bağlı ezotropya ortadan kaldırılabilir (1).

Kırma kusuru az, görme keskinliği normal, binoküler görme mevcut, astenopik şikayetler ve şaşılık yoksa tedavi gerekmez. Hangi yaş grubunda olursa olsun görme keskinliğinde azalmaya yol açıyorsa düzeltilmelidir (18). Hipermetropide tam düzeltme yerine kişinin uyum rezervini kullanabileceği ve şikâyet oluşturmayacak gözlük derecesi verilmesi tercih edilmelidir.

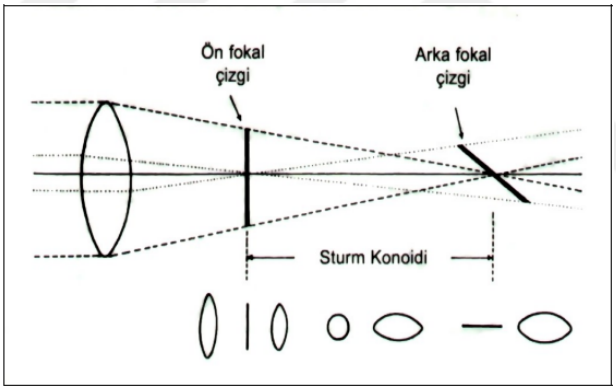
2.3.2. Patolojik Hipermetropi

Ek oküler anomalilere bağlı hipermetropi oluşmasıdır. Görme eksenini kısaltan mikroftalmi, arka kutba bası yapan orbita tümörleri, retina dekolmanı, retinayı kaldıran eden göz içi tümörleri, kornea plana ve lensin travmatik dislokasyonu gibi göz patolojileri örnek olarak verilebilir (8).

2.4. Astigmatizma

Gözde kırılan ışınların retina üzerindeki tek bir noktaya yada noktalar topluluğuna odaklanmasına ‘’stigmatism’’ denir. Miyop ve hipermetropi, stigmatik kırma kusurudur. Bu durumda gözün kırıcı ortamlarının tüm meridyenlerde kırma derecesi aynıdır. Işınlar üç boyutlu konik bir ışın demeti şeklinde retinanın önüne ya da arkasına odaklanırlar. Sferik mercekler ile odak retina üzerine taşınarak net bir görüntü elde edilir.

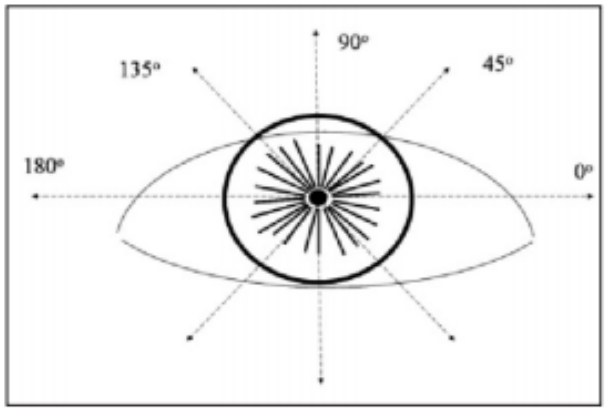
Kırılan ışınların bir noktada odaklanmayıp retina üzerinde farklı iki odak hattı oluşturmasına ‘’astigmatism’’ denir. Astigmatizmada gözün farklı meridyenlerinde kırma gücü farklı olduğu için, ışınlar retinaya ‘’Sturm Konoidi’’ olarak adlandırılan tam simetrik olmayan üç boyutlu konoid şekilde iki fokal çizgide odaklanırlar (Şekil 2.5). Konoidin ön ve arka fokal çizgileri arasındaki mesafe astigmatizma derecesiyle ilişkilidir. Astigmatizma derecesi ne kadar büyükse fokal çizgiler arasındaki mesafe o kadar fazladır. Astigmatizma düzeltilirken silindirik camlarla bu iki fokal çizgin birbiri üzerine getirilerek tek bir odak noktası oluşması sağlanır. Sferik camlar yardımıyla da oluşan fokal noktanın retina üzerine getirilmesi sağlanır (19).



Şekil 2.5: Sturm Konoidi

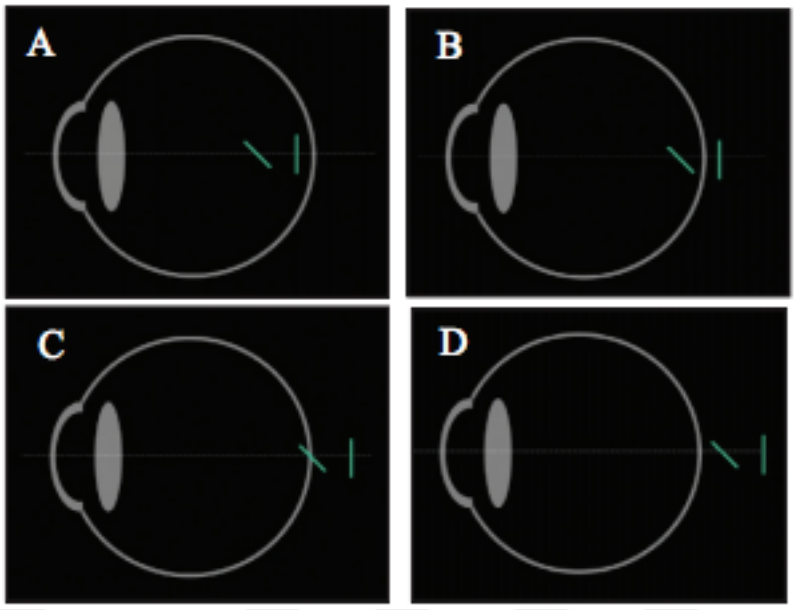
Sturm Konoidinin iki fokal çizgisi arasında ardısıra vertikal kesitler alındığında, eliptoid olan kesitlerin iki fokal çizginin tam ortasında horizontal ve vertikal çaplarının eşitlenmesiyle halka şeklini aldığı görülür. Bu halkaya minimal konfüzyon halkası adı verilir (8,19). Minimal konfüzyon halkası iki fokal çizginin ortalaması dioptrik değerdeki sferik camla yapılacak düzeltme sonucunda retina üzerinde elde edilecek görüntüyü temsil etmektedir. Bu ortalama değer sferik eşdeğer ya da sferik ekivalan (SE) olarak adlandırılır. Sferik ve silindirik değerlerin D cinsinden toplanıp yarıya bölünmesi ile hesaplanır [Sferik Ekivalan = (Sferik D + Silindirik D) / 2] (20).

Göz küresi astigmatizma eksenlerinin gösterilebilmesi ve düzeltilebilmesi için 0 ile 180 derece arasında 5 derecelik eşit açılar ile meridyenlere bölünmüştür (Şekil 2.6). Eğer astigmatizmada kırma gücü her bir temel meridyen boyunca aynı değerde ise ve kırma gücü farklı meridyenler arasında 90 derecelik açı var ise **düzenli astigmatizma** (regüler) olarak adlandırılır.



Şekil 2.6: Astigmatizma eksenleri

Düzenli astigmatizma sturm konoidinin ön ve arka odak noktalarının retinaya konumlarına göre üçe ayrılır. Odak noktalarından biri retina üzerindeyken diğeri retinanın önünde ya da arkasında yer alması durumunda **basit astigmatizma**, her ikisi de retinanın önünde veya arkasında ise **bileşik (kompoze) astigmatizma**, biri retina önündeyken diğeri arkasında ise **karışık (miks) tip astigmatizma** adı verilir (8).



Şekil 2.7: Düzenli astigmatizmaya örnekler A. Bileşik miyopik astigmatizma B. Karışık astigmatizma C. Basit hipermetropik astigmatizma D. Bileşik hipermetropik astigmatizma (1)

Düzenli astigmatizmalar meridyenler arasındaki dioptrik güç farklılığı dağılımlarına göre üçe ayrılırlar (Şekil 2.7) (8).

Kurala Uygun Astigmatizma: Dikey eksen yani 90º ve bunun 30º çevresindeki meridyenlerde kırma gücü yatay eksene göre daha kırıcıdır. En sık görülen tiptir

Kurala Aykırı Astigmatizma: Yatay eksen yani 180º meridyeni ve 30º çevresindeki meridyenler daha kırıcıdır.

Oblik (Eğik) Astigmatizma: Yüksek kırıcılığı olan meridyenler 70-110° ile 160-20° sınırlarının dışında yer alır (8,21).

Düzensiz astigmatizma ise, bir meridyen boyunca kırma gücünün aynı olmaması ve temel eksenler arasında 90 dereceden farklı açının olması olarak tanımlanır.

Astigmatizmada en önemli rolü kornea ön yüzeyi oynar. Kornea

eğriliğinin değişik meridyenlerde farklı olmasıyla oluşan astigmatizmalara korneal astigmatizma denir. Lens yüzey eğriliğinin düzensizliği, lensin pozisyonu ve lens içine farklı kırma indeksi olan alanlara bağlı astigmatizmalara lentiküler astigmatizma denir. Yapısal olarak kornea ön yüzünde yatay meridyenin eğrilik yarıçapının (7,8 mm), dikeye (7,7 mm) göre daha fazla oluşu dikey meridyenin kırıcılığının (42,50 D) yataya (42,00 D) göre daha fazla olmasına yol açar. Kornea ön yüzünden kaynaklanan 0,50-0,75 D'lik kurala uygun astigmatizma, kornea arka yüzü ve lense bağlı gelişen 0,25-0,50 D'lik kurala aykırı astigmatizma tarafından nötralize edilir (8,21).

2.5. Miyopi

Miyopi terimi eski Yunanca'daki myein (kapalı) ve ops (göz) kelimelerinin birleştirilmesi ile türetilmiş bir sözcüktür. Miyop kişinin göz kapaklarını daraltıp pinhol etkisinden yararlanarak daha net görmeye çalışmasından esinlenerek isimlendirilmiştir (22). Gözün kırıcılığının yüksek veya göz küresinin büyük olması nedeniyle, cisimlerden göze paralel gelen ışınların retina önünde odaklanmasına miyopi denir (Bkz. Şekil 2.3 - 2.4) (22-24). Uzak nokta sonsuzla göz arasındadır. Miyopinin derecesi uzak nokta yerinin dioptrik eşdeğeridir (23).

2.5.1. Miyopi Nedenleri

Aksiyel Miyopi: Kornea ve lens eğriliklerinin ve anatomik pozisyonlarının normal olmasına rağmen gözün aksiyel uzunluğu 24 mm'den daha fazladır (25).

Eğrilik Miyopisi: Gözün ön-arka uzunluğu normaldir. Korneanın keratokonustaki gibi dik olduğu , lensin sferofakideki gibi yuvarlak veya lentikonustaki gibi ön-arka çapının arttığı olgularda görülür (25).

İndeks miyopisi: Lensin içeriğindeki yapısal değişikliklere bağlı olarak kırıcılık indeksi değişir. Nükleer skleroz ve katarakttaki miyopi bu tip miyopiye örnektir (8).

İatrojenik Miyopi: Açlık kan şekerinin yükselmesi, suni göz yaşı kullanımı veya bazı ilaçların kronik kullanılması (kortizon, pilokarpin, aspirin) ile ortaya çıkan geçici miyopidir (22,26).

2.5.2.Miyopi Tipleri

Miyopi derecesine göre düşük (3,00 D'nin altında), orta (3,00 – 6,00 D) ve yüksek (6,00 D üzerinde) dereceli miyopi olarak sınıflandırılabilir. Ayrıca başlangıç zamanına göre konjenital, erken, juvenil veya geç başlangıçlı okul çağı, ergenlik çağı miyopisi gibi sınıflandırmada bulunmaktadır (27).

Basit miyopi sadece kırma kusuru varlığını tarif eder. Doğumda nadiren görülür. Sıklıkla çocuk büyüdükçe ortaya çıkmaya başlar. Genellikle ilkokul çağı yaşlarında okul taramalarında fark edilir ve büyüme yıllarında artış gösterir. Yetişkin dönemde genelde sabit kalır. Aynı zamanda fizyolojik miyopi, okul çağı miyopisi, benign miyopi olarak da adlandırılabilir. Göz 26 mm'den kısadır. Asya kökenlilerde 4 – 5 yaş gibi erken dönemlerde, beyaz ırkta ise 7 yaşından sonra ortaya çıkar. Miyopi derecesi 1 D'yi geçince ve kişi bulanık gördüğünü fark edinceye kadar asemptomatiktir. (1).

Dejeneratif (patolojik) miyopi, gözün arka segment patolojileri ile birlikte olan miyopiyi tarif etmektedir. Çoğunlukla otozomal resesif geçiş görülür. Bu yüzden akraba evliliklerinde görülme şansı daha fazladır. Genellikle bilateral olup, kadınlarda daha sık görülür. Özellikle Doğu Asya ülkelerinde sosyal körlüğün başlıca nedenlerindendir.

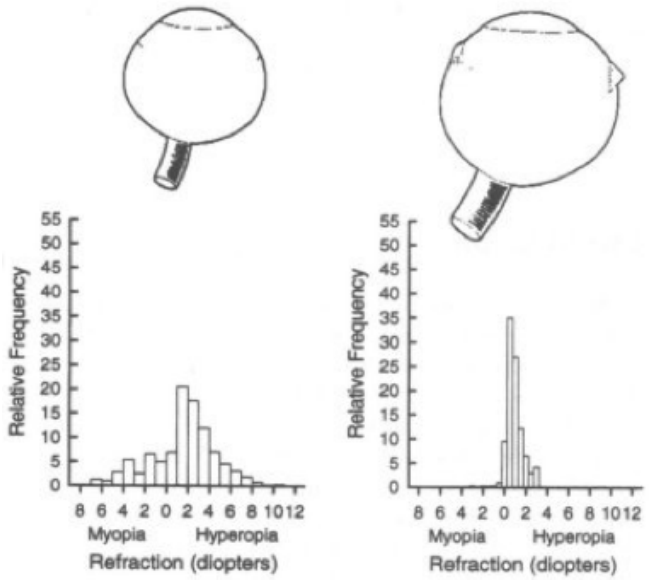
Gözün ön arka aksının anormal derecede eksenel uzamasına bağlı olarak Bruch's membranı ve retina pigment epitelindeki defektler, Lacquer cracks adı verilen çatlaklar, subretinal neovaskülarizasyon, arka kutupta sklera incelmesine bağlı arka stafilom, vitreus çözülmesi (likefaksiyonu) ve arka vitreus dekolmanı, peripapiller atrofi ile birlikte optik sinir değişiklikleri,

perifer retina ve makulada dejeneratif değişiklikler, periferik retina yırtıklarına bağlı retina dekolmanı gibi komplikasyonlar gözlenebilir (27). Dejeneratif miyopide retinoskizis, katarakt, glokom riski artarken, yaşa bağlı makula dejenerasyonu riski azalmıştır (28,29). Kırma kusuru tam olarak düzeltilmesine rağmen görme keskinliği tam olmaz. Yüksek dioptrili tahsihlere bağlı olarak magnifikasyon, distorsiyon gibi aberasyonlar sık görülür.

2.6. Emetropizasyon

Doğumdan itibaren büyüme ile birlikte göz anatomisinde oluşacak farklılıklar nedeniyle refraksiyon sürekli olarak değişir. Emetropizasyon, büyüme sırasında refraktif elemanları koordine ederek kırma kusuru oluşmamasını sağlayan aktif bir biyolojik işlemdir. Emetropizasyonun en aktif olduğu dönem doğumdan itibaren ilk iki yıldır. İlerleyen yaşla birlikte azalarak devam eder (30).

Yeni doğanlarda kırma kusurları dağılımı en sık 2 D hipermetrop olacak şekilde +8,0 D ile -7,0 D arasında geniş bir aralığa yayılmıştır. Ancak 6 yaş civarında bu dağılımın +3,50 D ile -0,50 D arasında, tepesi 0,5 D hipermetropide, dar bir aralıkta toplandığı ve çocukların, çoğunlukla emetrop veya hafif hipermetrop oldukları gözlemlenmiştir (Şekil 2.8). Bebeklikten erişkinliğe geçerken, kırma kusurlarının emetropa yakın dar bir aralıkta toplanması kısmen gözün büyümesiyle oluşan ‘pasif emetropizasyon’ ile açıklanabilir (31).



Şekil 2.8: Yenidoğan ve 6 yaş çocuklarında refraksiyon dağılımı

Emetrop gözlerin hepsi aynı ortalama AU'da olmayıp, aralarında hem kısa, hem de uzun AU'ya sahip gözler bulunur. Kornea kırıcılık gücü ile AU arasında yüksek bir ilişki vardır. Emetrop gözlerde dik kornea var ise bunu kompanse edecek kısa AU, düz kornea var ise bunu telafi edecek uzun AU gelişir. Bebeklerde başlangıçta ne kadar büyük bir kırma kusuru varsa emetropiyi sağlamak üzere o kadar fazla refraktif değişiklik olur (32). Tüm bunlar emetropinin, gözün basit bir büyümesiyle açıklanamayacağını düşündürmüştür. Gözün gelişimi esnasında görsel uyaranlardan gelen geri bildirimler ile refraktif öğelerin koordine edilip aktif emetropizasyon ile dengelendiği düşünülmüştür (33,34). Birçok hayvan türünde yapılan çalışmalarda görme deneyiminin emetropizasyonda rolü olduğu gösterilmiştir (35-37).Görsel deprivasyon ya da mercekler ile optik defokus uygulanan hayvan deneylerinde emetropizasyon kesintiye uğramış ve aşırı bir aksiyel uzama ile miyopi geliştiği gözlemlenmiştir (38-41). Negatif diyoptirili lens yerleştirilen hayvanın gözünde kompansatuar olarak artmış aks uzaması ve diğer göze göre yüksek aks değerleri, pozitif diyoptrili lensler yerleştirildiğinde ise gözün büyümesinde yavaşlama ve diğer göze göre rölatif bir hipermetropi sıklıkla tespit edilmiştir (42,43). Erken çocukluk döneminde görmesi azalmış

olan gözler takip edildiğinde yine deprivasyonun neden olduğu aksiyel miyopi gelişimi insanlarda da gösterilmiştir (44-46).

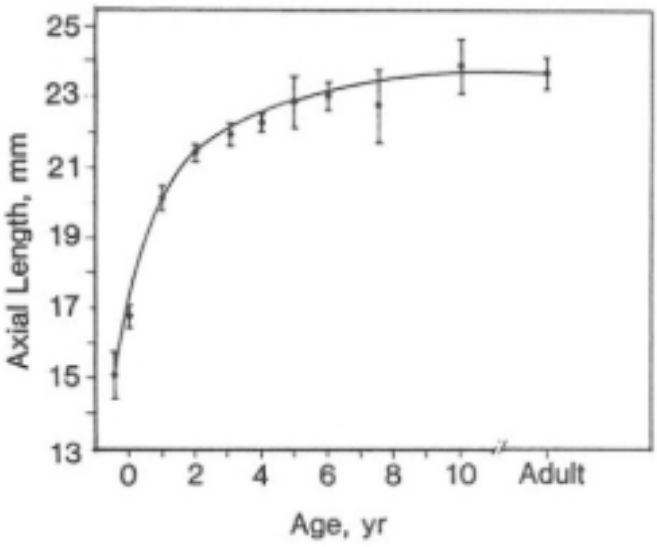
2.7. Gözün Gelişimi ve Yaşa Bağlı Refraktif Değişiklikler

Göz büyümesinin en hızlı, emetropizasyonun en aktif olduğu dönem olan doğumdan itibaren ilk 2-3 yıldır. Gözün gelişimi ilk üç yaş hızlı juvenil faz, 3 ve 14 yaş arası yavaş juvenil faz olmak üzere iki evrede incelenir (47).

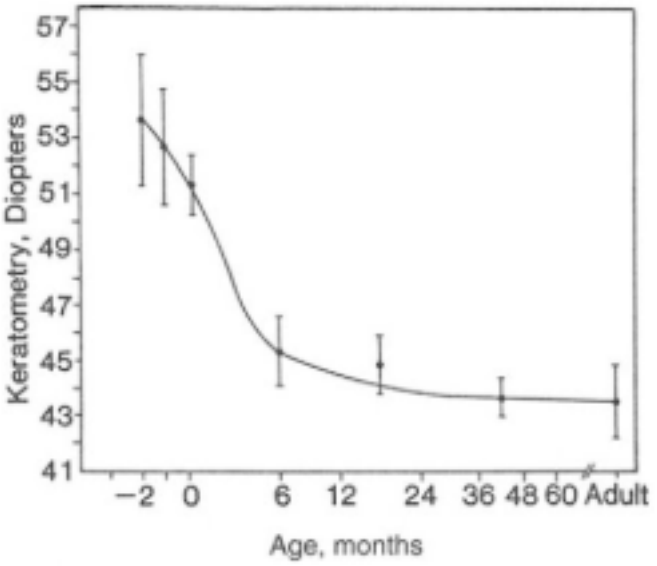
Hızlı juvenil faz döneminde AU toplamda ortalama 5-6 mm artış gösterir. Doğumda gözün AU'su yaklaşık 16-18 mm iken 1 yaşında 20 mm, 3 yaşında 22 mm' ye ulaşır.

Yavaş juvenil faz döneminde ise uzunluk yılda ortalama 0,1 mm olmak üzere, 10 yılda toplamda 1mm artarak 13 yaşında 23 mm AU'ya ulaşır (Şekil 2.9) (16,48-50).

Doğumda yetişkin değerleri ile karşılaştırıldığında kornea ve lensin eğrilik miktarları daha fazladır. Bu nedenle odak düzlemi korneaya yakındır. Doğum sonrası gözün gelişimi ile birlikte kornea ve lens olgunlaşarak odak düzleminin korneadan uzaklaşmasına neden olur (34). Korneanın ortalama keratometrik gücü doğumda yaklaşık 51,2 D iken 6. ay da 45,2, yetişkin dönemde 43,5 D'ye düşer (Şekil 2.10).



Şekil 2.9: Aksiyel uzunluğun yaşa bağlı değişimi



Şekil 2.10: Yaşa bağlı keratometrik değerdeki değişim

Lensin kırma gücü doğumda 34,4 D iken yetişkin dönemde 18,8 D'ye düşer. Ön kamara derinliği ise doğumda 2,4 mm iken 3 yaşında 3,5 mm'ye çıkar. AU'da 1mm artış 3 D miyopiye neden olmaktadır. AU'daki artışa bağlı oluşacak aşırı miyopi korneanın kırıcılık gücünde yaklaşık 6-8 D ve lensin kırıcılık gücünde yaklaşık 12-15 D azalma ile büyük oranda kompanze edilir.

Bu sayede 5-6 yaş gurubu çocuklar miyop yerine çoğunlukla emetrop olurlar (13,49-51).

İlkokul çağı çocuklarında, yaş artışı ile birlikte refraktif dağılım sıklıkla miyopik aralıktadır. Korneal kurvatür, 6 yaş sonrası stabildir ve juvenil ve erişkin çağlarda başlayan miyopinin gelişiminde önemli bir rol oynamaz (52). Miyopi çoğunlukla yaşın büyümesi ile meydana gelen AU artışının sonucudur (16,53). Miyopi insidansı yaşla birlikte artmaya başlar ve 9-12 yaş civarında zirveye ulaşır (54,55). Miyopi insidansı etnik, coğrafik ve çevresel farklılıkların etkisi ile değişkenlik gösterir. Genç erişkinlikte okuler refraktif değişimler azalır ve miyopi prevalansı stabilize olur. Orta yaş aralığında miyopi prevalansı azalmaya başlar ve sıklıkla kırma kusurları hipermetropik aralıkta tespit edilir (56,57).

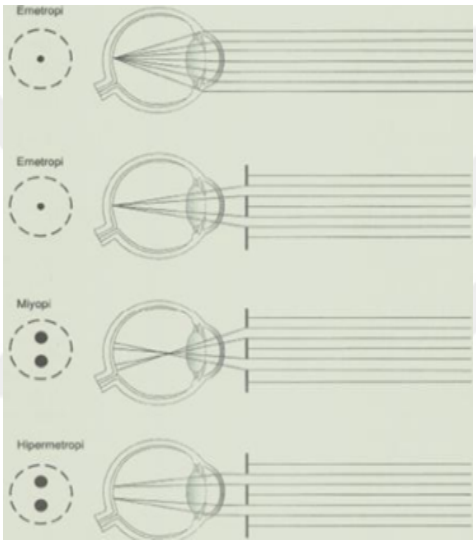
2.8. Ototrefraktometre

Günümüzde çocuklarda refraksiyon kusuru ölçümünde altın standart olarak kabul edilen yöntem sikloplejili retinoskopidir (58). Ancak retinoskopi ile muayenenin hekim deneyimi gerektirmesi, hasta uyum zorluğu ve test için geçen süre düşünüldüğünde refraksiyon kusurlarının taranmasında çeşitli refraksiyon ölçüm cihazları gündeme gelmiştir. Bunların başlıcaları arasında klasik ve taşınabilir otorefraktometreler (OR) ile videoretinoskopi yöntemleri sayılabilir (59).

Otorefraktometreler objektif refraksiyon muayenesinin otomatik olarak yapılması amacıyla geliştirilmiş cihazlardır. Güncel kullanılan cihazlar ile -30 D/+25 D arasında sferik ve ±12D'lik astigmat ölçümü mümkündür. Bu cihazlarla sağlıklı ölçüm yapılabilmesi için pupilla çapı en az 2 mm olmalıdır. Güvenilir bir değer almak için gerekli bakış süresi en az 0,3 saniyedir.

2.8.1. Otorefraktometre Çalışma Prensipleri

Otorefraktometreler genellikle optometre, Scheiner, görüntüleme ve skiyaskopik faz farkı prensiplerine göre çalışırlar. Optometre prensibi ilk cihazlarda kullanılmış olup, uyum sorunu nedeniyle bırakılmıştır. Scheiner prensibinde pupilla kenarına pinhole açıklığını simüle eder tarzda iki ışık kaynağından gönderilen ışınlarla ölçüm yapılır. Bu nedenle optik ortam kesafetlerinde ve kornea topografisinin değiştiği refraktif cerrahi olgularında hassas ölçümler alınamaz (Şekil 2.11).



Şekil 2.11 : Schneider prensibi

Görüntüleme ve skiyaskopik faz farkı prensiplerine göre çalışan otorefraktometreler daha güncel cihazlar olup subjektif refraksiyona çok yakın değerler verirler. Görüntüleme yönteminde pupilla merkezindeki 2 mm'lik alan tarandığı için ölçüm 'Scheiner' prensibine göre daha hassastır. Bu çalışma prensibinde göze gönderilen kızılötesi (infrared) ışık kaynağının gözden yansıyan görüntüsüne göre refraksiyon değerleri verilir. Skiyaskopik faz farkı ile çalışan cihazlarda ise aslında retinoskopi prensipleri hekim yerine otomatik cihazlarda kullanılmaktadır. İki türü mevcuttur. Bunların 'statik faz farkı' kullananlarında skiaskopik değerler optik ortamın iki veya üç meridyeninde ölçülür. 'Dinamik faz farkı' ile çalışanlarda ise hareketli bir

sistemle optik ortam 1°'lik aralıklarla 180° boyunca ölçülür, dolayısıyla bu cihazların ölçümü daha hassastır (60,61).

2.8.2.Otorefraktometre Çeşitleri

Günümüzde kullanılan otorefraktometreler iki gruba ayrılabilir. Bunlardan biri masaüstü sabit ve yakından ölçüm yapan konvansiyonel OR'ler, diğeri ise taşınabilir ve belirli mesafeden ölçüm yapan OR'lerdir (62).

Sabit OR'ler kendi içlerinde alt bölümlere ayrılabilir:

1.Manuel objektif OR

2.Otomatik retinoskop olarak tanımlanan otomatik objektif OR

3.Görme keskinliği ölçebilen otomatik objektif OR

4.Otomatik subjektif OR

5.Uzaktan kumandalı konvansiyanel objektif OR

OR'lerin çoğunda görme keskinliği ölçüm özellikleri yoktur, sadece objektif ölçüm yaparlar. Bazı OR'lerde ise ek olarak subjektif ölçüm özelliği bulunur. Uyumu yüksek hastalarda kırma kusuru ve tashih işleminin bir parçası olan subjektif ölçümü de yapabilir.

Belirli mesafeden ölçüm yapan taşınabilir OR'ler ise kendi içlerinde üç gruba ayrılmaktadır

1.Sabit OR deki sisteme benzer kızılötesi ışınların gönderilmesi ve geri yansıyan ışınların değerlendirilmesi ile çalışan Retinomax

2.Aberasyon ölçümünü değerlendiren Suresight

3. Fotorestinoskopi tekniğini kullanan Plusoptix ve Powerreflektör

Bu cihazlar kullanıcının cihaz ve hasta mesafesini ayarlaması ve cihazın optimal mesafeye geldiğinde kilitlenerek ölçüm ışınlarını otomatik olarak göndermesi şeklinde çalışmaktadır (62).

2.8.3.Otorefraktometre Kullanımı

Cihazlardan yüksek verim alınabilmesi için teknik kullanım koşullarına uyumlu davranmak gereklidir. Bunun için öncelikle kullanım kılavuzları ayrıntılı olarak okunmalıdır. Ayrıca kullanım sıklığı dikkate alınarak ayarlama aygıtları ile belirli aralıklarla ince ayarları yapılmalıdır. Ölçüm yapan kişi bu cihazların ölçüm ekranlarındaki görüntü üzerinde, modeline göre çizgi veya nokta şekillerini odaklayıp net görülmesi durumunda ölçüm yapmalıdır. Bazı modeller bu odaklamayı otomatik olarak yapmaktadırlar. Otorefraktometrelerde hastaların fikse etmesi için her ne kadar "uyum çözücü" hedefler kullanılıyor olsa da, yakına bakıldığı için uyum yapma olasılığı yüksektir. Hastanın hedefteki resmi net görmek için yaptığı uyum hastanın daha fazla miyop veya daha az hipermetrop olmasına ve "cihaz miyopisi" denilen durumun oluşmasına yol açabilir. Bu etkinin azaltılması için hastalara hedefteki resmi net görmeye çalışmamaları, yalnızca dalarak bakmaları istenir. Uyum yapanlarda sikloplejı ile muayene önerilebilir (63). Birçok çalışmada sikloplejisiz otorefraktometre ölçümlerinin, özellikle çocuklarda akomodasyonu engelleyemediği ve bunun yol açtığı miyopinin üzerinde durulmuştur (59,64,65).

2.9. Optik Biyometri

Oküler parametrelerin hassas ve doğru ölçümü, göz içi lens (GİL) implantasyonu sonrasında istenen refraktif sonuçların elde edilmesi açısından büyük önem taşımaktadır (66). GİL gücünün hesaplanmasında, ultrasonik AU ölçümü ve manuel keratometrik ölçümlerden yararlanılırken 2001 yılında IOL Master (Carl Zeiss AG, Germany) ve 2009 yılında da Lenstar LS 900'ün (Haag Streit AG, Switzerland) kullanıma girmesiyle 3 ve 4. Nesil GİL hesaplama formüller geliştirilmiş ve altın standart yöntem olarak kullanılmaya başlanmıştır (67).

Miyopi gelişimi ve ilerlemesi ile ilgili yapılan klinik çalışmalarda biyometrik parametreler ve kırılma kusurlarının değişimlerini ölçmek için oküler biyometrilerden yararlanılır (68-70). İnterferometri ve ultrason, oküler

biyometri için kullanılan tekniklerdir. İnterferometrenin ultrasondan daha hassas ve daha güvenilir ölçümler aldığı gösterilmiştir (70). Interferometri, IOLMaster (Carl Zeiss AG, Jena, Almanya) , LenStar LS 900 (Haag Streit AG, Koeniz, İsviçre) ve Visante AS-OCT (Carl Zeiss Meditec, Dublin California, ABD) cihazında kullanılır (71).

IOLMaster 780 mikrometre (μm) dalga boyunda ışık kullanarak parsiyel koherens interferometri tekniği ile AU ölçümü yapan ilk optik biyometri cihazıdır. Cihaz retina pigment epitelinden geriye yansıyan lazer ışığı yardımıyla ölçüm yapar. IOLMaster ÖKD ölçümü yapmak için 0,7 mm genişliğinde slit ışığı görsel aksın 38° temporalinden ön segmente yansıtır. Cihaz yazılımı ve kamerası sayesinde kornea ön yüzü ile kristalin lens ön yüzü arasındaki mesafeyi hesaplar. Lens kalınlığını (LK) , santral kornea kalınlığını (SKK) ve retina kalınlığını ölçemez. IOLMaster için bildirilen çözünürlük 10 μm'dir (72-75).

Lenstar LS 900, düşük koherens reflektometre prensibiyle çalışan bir başka optik biyometri yöntemidir. Gauss şeklinde spektrumlu 820 nm süperluminesan diyot kullanmaktadır. Ölçüm yapılan kişi cihazda iç fiksasyon ışığına bakar. Bu sayede ölçümler görme ekseninde alınır. Lenstar bilgisayar ekranında gözün görüntüsünü kullanarak işaretleme ve odaklama yapar. Hastanın ölçüm esnasındaki göz kırpmaları ve fiksasyon kaybı algılanarak güvenilirliği düşük ölçümler analiz edilmez. Cihaz her ölçümde 16 ardışık tarama yaparak yaklaşık 20 saniyede 9 parametre ölçer. Her göz için 5 ölçüm alınması tavsiye edilir. Cihaz yazılımı sayesinde alınan 5 ölçümün ortalamasını otomatik hesaplar. Ölçümler korneal verteks mesafesi ile retina pigment epiteli arasından alınır. Ölçülen 9 parametre kornea kalınlığı (300-800 mikron), ön kamara derinliği (1,5-5,5 mm), lens kalınlığı (0,5-6,5 mm), AU (14-32 mm), keratometri, pupilla çapı (2-13 mm), limbustan limbusa iris çapı, görme ekseni eksantrisitesi ve fovea retina kalınlığını içerir (67,76). Cihaz, kornea epitel ile endotel arası mesafeyi ölçerek kornea kalınlığını, endotelden kristalin lensin ön yüzü arasındaki uzaklığı ölçerek ön kamara derinliğini ölçer. Keratometrik ölçümleri içte 1,65 mm ve dışta 1,3 mm optik zonda 2 konsantrik halka içerisinde 32 referans noktası ile ölçer.

3.GEREÇ VE YÖNTEM

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi (ESOGÜ) Etik Kurulu' nun 27.02.2018 tarih ve 45 sayılı kararı ile başladığımız çalışma ESOGÜ Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Kliniği'nde yürütülmüştür.

Çalışmada 2013 ve 2015 yılları arasında standart göz muayenesi olmak için polikliniğimize başvuran ve takipleri olan 197 çocuğa ait kayıtlar geriye dönük incelendi. Çalışmaya 2013 yılında 7-12 yaş aralığında olup üç yıl boyunca yılda en az bir kez muayeneye gelmiş olan ve her iki gözünden Lenstar LS900 (Haag-Streit AG, Koeniz, İsviçre) ve Topcon RM-A7000B (Topcon Corporation, Tokyo, Japonya) cihazı ile üçer ölçümü olan 197 çocuğun verileri dahil edildi.

Şaşılık nedeniyle ya da herhangi bir nedenle göz içi cerrahisi geçiren veya muayenede verileri değiştirebileceğini düşündüğümüz göz enfeksiyonu olan çocuklar kapsam dışı bırakıldı. Görme azlığı veya koopere olamadığı için fiksasyon zorluğu yaşayan olguların verileri analiz edilmedi. Çalışmada olguların sağ gözlerine ait veriler analiz edildi.

Çocukların en iyi düzeltilmiş görme keskinlikleri (EİDGK) Snellen eşeline göre 6 metre mesafeden değerlendirilip, istatistik hesaplamalarında kullanılmak üzere logMAR değerlerine çevrildi. Beş dakika ara ile iki damla % 1 tropikamid damlatıldıktan 30 dakika sonra Doç. Dr. Haluk Hüseyin Gürsoy tarafından Topcon RM-A7000B (Topcon Corporation, Tokyo, Japonya) ve Lenstar LS900 (Haag-Streit AG, Koeniz, İsviçre) cihazları kullanılarak her iki gözden üçer ölçüm olacak şekilde sikloplejik refraksiyonları ve oküler biyometrik ölçümleri alınmış olan veriler kaydedildi. Ön segment ve fundus muyuayeneleri kayıtlardan incelendi.

Lenstar LS900 cihazı kullanılarak ölçülen AU, keratometri ölçümlerinin ortalaması (Kort), SKK, LK, ÖKD değerleri kaydedildi. Lenstar ölçümü yaparken, hastalardan cihazdaki kırmızı ışığa bakmaları ve optik olarak düzgün bir gözyaşı filmi elde etmek için her ölçüm öncesi göz kırpmaları istendi. Gözün monitördeki görüntüsü kullanılarak odaklama yapıldı. Hastanın göz kırpması ve fiksasyon kaybı izlendi. Analiz için sadece güvenilirliği yüksek ölçümler kullanıldı.

Sağ ve sol göz için Topcon RM-A7000B ile alınan üç ölçümün ortalamaları hesaplanarak sferik ve silindirik değerleri kaydedildi. SE değerleri sferik ve silindirik değerin toplamının yarısı olarak hesaplandı. Sikloplejik otorefraksiyonu sferik ekivalan olarak -0,50 ile +0,50 diyoptri aralığındaki çocuklar emetropi , -0,50 ve daha negatif değerler miyopi ve +0,75 ve daha pozitif değerler hipermetropi olarak sınıflandırıldı. Silindirik değeri -0,75 D ve daha negatif olanlar astigmatizma olarak kabul edildi. Silindirik değer aksı 120 ile 150 ile 30 ve 60 arasında ise oblik (eğik) astigmatizma olarak tanımlandı.

Hastaların 2013 yılındaki değerleri başlangıç, 2015 yılındaki değerleri sonuç değerleri olarak kabul edildi. Çocukların her başvurularında ailelerine sorularak not edilen el dominansı (sağ veya sol), boy (cm), kilo (kg) ve vücut kitle indeksi (VKİ) değerleri analiz edildi.

Stereopsis varlığı titmus testi ile var veya yok olrak değerlendirilen hastaların kayıtları değerlendirildi. Titmus testinde polarize gözlük takılarak 40 cm mesafeden test kitapçığındaki sinek resmi gösterildi. Sineğin stereoskopik görülme değeri 3000 ark/saniyedir. Sinek kanadını tutabilen çocuklar stereopsis var olarak kabul edildi.

3.1. İstatistiksel Analiz

Veriler IBM SPSS Statistics 21.0 programından yararlanılarak analiz edildi (IBM Corp. Released 2012. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 21.0. Armonk, NY: IBM Corp.). Sürekli veriler Ortalama ± Standart Sapma (SS) olarak verilmiştir. En küçük (Min) ve en büyük değerler (Maks) belirtilmiştir. Kategorik veriler ise yüzde (%) olarak verilmiştir. Verilerin normal dağılıma uygunluğunun araştırılmasında Shapiro Wilk's testinden yararlanılmıştır. Normal dağılım gösteren grupların karşılaştırılmasında, grup sayısı iki olan durumlar için bağımsız örnek t testi analizi, grup sayısı üç ve üzerinde olan durumlar için Tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) kullanılmıştır. Normal dağılıma uygunluk göstermeyen grupların karşılaştırılmasında, grup sayısı iki olan durumlar için Mann-Whitney U testi, grup sayısı üç ve üzerinde olan durumlar için Kruskal-Wallis H testi kullanılmıştır. Risk faktörlerin belirlenmesinde Lojistik Regresyon analizi ve

Cox Regresyon analizi kullanıldı. Analizlerin uygulanmasında IBM SPSS Statistics 21.0 (IBM Corp. Released 2012. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 21.0. Armonk, NY: IBM Corp.) paket programından yararlanılmıştır.

Değerlendirmelerde p değerinin 0,05 den küçük olması istatistiksel anlamlı fark olarak kabul edildi.

4.BULGULAR

Çalışmaya alınan çocukların 2013 yılına ait verileri başlangıç, 2015 yılına ait verileri sonuç değerleri olarak kabul edildi.

4.1.Başlangıç Yılına Ait Demografik Özelliklerin Kırma Kusurları ile İlişkisinin Değerlendirilmesi

Çalışmaya 7 ve 12 yaş arasında olan 96 (%48,7) kız, 101 (%51,3) erkek olmak üzere 197 çocuk dahil edildi. Başlangıçta emetrop olan 146 (%74,1) çocuk vardı. Kırma kusuru bulunan 89 çocuktan 23'ü (%11,6) miyop, 28'i (%14,2) hipermetroptu. Astigmatizması olan çocuk sayısı 27 (%13,7) idi. 2013 yılına ait emetropi, hipermetropi, miyopi ve astigmatizma prevalansı Tablo 4.1'de gösterildi.

Tablo 4.1: Kırma kusurlarının başlangıç yılına ait prevalansları

	Sayı	**Prevalans (%)**	**%95 GA**
Miyop	23	11,6	0,08-0,17
Emetrop	146	74,1	0,67-0,80
Hipermetrop	28	14,2	0,10-0,20
Astigmatizma	27	13,7	0,09-0,19

Başlangıç yaş ortalaması 9,58±1,56, ortalama kiloları 26,75±6,94 (16-50) kg, ortalama boyları 127,37±10,92 (92-156) cm, ortalama VKİ'leri 16,30±2,79 (11,71-38,00) idi. Stereopsis 174 (%88,32) çocukta var iken 15 erkek, 8 kız olmak üzere toplamda 23 (%11,67) çocukta yoktu. Sağ elini baskın olarak kullanan 182 (%92,38), sol elini baskın olarak kullanan çocuk sayısı 28 (%14,21) idi. Miyop, emetrop ve hipermetrop çocukların demografik verileri karşılaştırıldığında gruplar arasında istatistiksel anlamlı fark yoktu (Tablo 4.2).

Tablo 4.2: Başlangıç yılına ait demografik verilerin kırma kusurları ile karşılaştırılması

		Ortalama ± Standart Sapma (Min – Maks)				
		Toplam	**Miyop (1)**	**Emetrop (2)**	**Hipermetrop (3)**	**p**
n		197	23	146	28	
Yaş		9,58 ± 1,56 7-12	10,09 ± 1,65 7-12	9,51 ± 1,55 7-12	9,57 ± 1,6 7-12	0,286
Boy		127,37±10,92 92-156	128,87 ± 11,33 108-155	127,11 ± 11,28 92-156	127,54 ± 8,71 118-151	0,817
Kilo		26,75±6,94 16-50	27,09 ± 7,08 17-40	26,95 ± 7,17 16-50	25,46 ± 5,61 18-42	0,598
VKİ		16,30±2,79 11,71-38,00	16,07 ± 2,25 12,62-21,95	16,49 ± 3 11,71-38	15,5 ± 1,74 12,4-20,83	0,327
Cinsiyet	**Kız** **Erkek**	96 (%48,7) 101(%51,3)	12 (%52,2) 11 (%47,8)	70 (%47,9) 76 (%52,1)	14 (%50,0) 14 (%50,0)	0,922
Stereopsis	**Var** **Yok**	174 (%88,32) 23 (%11,67)	22 (%95,7) 1 (%4,3)	125 (%85,6) 21 (%14,4)	27 (%96,4) 1 (%3,6)	0.149
El Dominansı	**Sağ** **Sol**	182 (%92,38) 28 (%14,21)	23 (%100,0) 0 (%0,0)	129 (%88,4) 17 (%11,6)	24 (%85,7) 4 (%14,3)	0,233

Başlangıç yılında toplam ortalama SE 0,194±0,562 (-1,75-1,75), miyoplarda -0,81 ± 0,35 (-1,75-(-0,50), hipermetroplarda 1,06±0,28 (0,75-1,75) idi. Miyop, hipermetrop ve emetropların cinsiyet ve yaş gruplarına göre prevalans oranları değerlendirildi (Tablo 4.3 - 4.5). Yapılan analizlerde gruplar arası anlamlı istatistiksel fark bulunamadı. Miyopi prevelansı 10 ve 12 yaşındaki çocuklarda diğer yaş gruplarına göre daha yüksek bulunmasına rağmen diğer yaşlar ile kıyaslandığında istatistiksel anlamlı fark yoktu.

Tablo 4.3: Miyopinin yaş ve cinsiyete göre prevalans dağılımı

		Miyop				
		Sayı	**Prevalans (%)**	**Odds Oranı**	**%95 GA**	**p**
Cinsiyet	**Erkek**	11	47,8	**Referans**	**Referans**	**Referans**
	Kız	12	52,2	0,86	0,36-2,04	0,725
Yaş	**7**	2	8,7	**Referans**	**Referans**	**Referans**
	8	2	8,7	1,04	0,14-8,04	0,967
	9	4	17,4	1,41	0,24-8,34	0,704
	10	6	26,1	1,50	0,28-8,00	0,635
	11	2	8,7	1,09	0,14-8,42	0,933
	12	7	30,4	3,65	0,69-19,45	0,129

Tablo 4.4: Emetropinin yaş ve cinsiyete göre prevalans dağılımı

		Emetrop				
		Sayı	**Prevalans (%)**	**Odds Oranı**	**%95 GA**	**p**
Cinsiyet	**Erkek**	76	52,1	**Referans**	**Referans**	**Referans**
	Kız	70	47,9	1,129	0,597-2,137	2,137
Yaş	**7**	21	14,4	**Referans**	**Referans**	**Referans**
	8	18	12,3	0,612	0,17-2,27	0,463
	9	29	19,9	0,767	0,22-2,62	0,673
	10	40	27,4	0,680	0,22-2,15	0,511
	11	20	13,7	1,190	0,28-5,08	0,814
	12	18	12,3	0,357	0,11-1,21	0,098

Tablo 4.5: Hipermetropinin yaş ve cinsiyete göre prevalans dağılımı

		Hipermetrop				
		Sayı	**Prevalans (%)**	**Odds Oranı**	**%95 GA**	**p**
Cinsiyet	**Erkek**	14	50,0	**Referans**	**Referans**	**Referans**
	Kız	14	50,0	0,943	0,424-2,097	0,885
Yaş	**7**	3	10,7	**Referans**	**Referans**	**Referans**
	8	5	17,9	1,917	0,41-9,05	0,411
	9	5	17,9	1,162	0,25-5,35	0,848
	10	8	28,6	1,333	0,32-5,51	0,691
	11	2	7,1	0,697	0,11-4,58	0,707
	12	5	17,9	1,533	0,33-7,15	0,586

4.2.Başlangıç Yılına Ait Biyometrik Parametrelerin Demografik Özelliklere ve Kırma Kusurlarına Göre Değerlendirilmesi

Tablo 4.6: Başlangıç yılına ait biyometrik parametrelerin yaş ve cinsiyete göre analizi

		n	Ortalama ± Standart Sapma (Min – Maks)					
			AU(mm)	**ÖKD(mm)**	**LK(mm)**	**SKK(mm)**	**Kort(mm)**	**SE(D)**
Toplam		197	23,08±0,86 20,82-26,10	3,11±0,27 2,27-388	3,39±0,22 3,00-4,92	546,98±33,66 466,00-646,00	43,47±1,55 39,73-46,69	0,19 ± 0,56 -1,75-1,75
Yaş	**7**	26	22,82 ± 0,86 21,07-24,22	3,04 ± 0,22 2,63-3,55	3,47 ± 0,20 3,10-3,83	531,12 ± 26,04 480,00-589,00	43,68 ± 1,94 40,03-46,62	0,24 ± 0,39 -0,75-1,00
	8	25	22,87 ± 0,88 20,82-24,25	2,96 ± 0,30 2,27-3,49	3,50 ± 0,21 3,15-3,82	555,04 ± 39,21 486,00-646,00	43,56 ± 1,59 40,28-46,69	0,16 ± 0,50 -0,75-1,00
	9	38	23,00 ± 0,75 21,51-24,63	3,11 ± 0,18 2,80-3,43	3,36 ± 0,16 3,10-3,75	552,95 ± 30,9 479,00-612,00	43,57 ± 1,77 39,73-46,60	0,26 ± 0,59 -1,38-1,38
	10	54	23,09 ± 0,89 21,34-26,10	3,13 ± 0,29 2,29-3,79	3,37 ± 0,23 3,00-3,99	542,22 ± 37,8 466,00-645,00	43,45 ± 1,40 40,2-46,17	0,25 ± 0,63 -1,75-1,75
	11	24	23,41 ± 0,97 21,50-25,58	3,28 ± 0,30 2,66-3,88	3,37 ± 0,38 3,01-4,92	552,5 ± 26,18 488,00-609,00	43,53 ± 1,30 41,62-46,43	0,04 ± 0,66 -1,25-1,25
	12	30	23,33 ± 0,76 21,19-25,30	3,18 ± 0,29 2,58-3,66	3,36 ± 0,16 3,03-3,72	550,63 ± 31,96 491,00-636,00	43,09 ± 1,37 40,66-46,17	0,11 ± 0,49 -1,38-1,25
p			0,092	***0,002***	***0,011***	***0,044***	0,786	0,574
Çoklu Karşılaştırma			-	***7-11:*** *0,019* ***8-11:*** *0,001* ***8-12:*** *0,026*	***7-9:*** *0,046* ***8-9:*** *0,012* ***8-10:*** *0,015*	***7-8:*** *0,011* ***7-9:*** *0,010* ***7-11:*** *0,024* ***7-12:*** *0,029*	-	-
Cinsiyet	**Kız**	96	22,98 ± 0,86 20,82-25,58	3,07±0,31 2,27-3,88	3,42±0,25 3,01-4,92	548,60±32,29 479,00-646,00	43,46±1,59 40,20-46,62	0,29 ± 0,55 -1,00-1,75
	Erkek	101	23,17±0,84 21,19-26,10	3,15±0,23 2,63-3,78	3,37±0,19 3,00-3,90	545,44±35,01 466,00-636,00	43,47±1,52 39,73-46,69	0,10 ± 0,56 -1,75-1,50
p			0,086	0,052	0,294	0,588	0,846	**0,015**

Çalışmaya alınan çocukların yaş ve cinsiyete göre başlangıç biyometrik verilerinin analizleri Tablo 4.6'da verildi. Başlangıç SE değerleri arasında yaşa göre istatistiksel anlamlı fark bulunmadı. Erkeklerde başlangıç ortalama SE değerleri 0,10 ± 0,56 (-1,75-1,5), kızlarda 0,29± 0,55 (-1-1,75) idi. **Cinsiyetler arası bu fark istatistiksel olarak anlamlıydı (p=0,015).**

Başlangıç biyometrik parametreler karşılaştırıldığında ise cinsiyete göre istatistiksel anlamlı fark bulunmadı. **Başlangıç ÖKD, LK ve SKK değerleri yaşa göre analiz edildiğinde gruplar arasında istatistiksel anlamlı fark vardı (p=0,002, p=0,011, p=0,044).** Gruplar arasında yapılan çoklu karşılaştırmalara ait istatistiksel olarak anlamlı çıkan p değerleri tabloda verildi. Buna göre 7 ve 8 yaşındaki çocukların 11, 8 yaşındaki çocukların 12 yaşındaki çocuklara göre daha sığ ÖKD vardı. 7 ve 8 yaşındaki çocukların 9 yaşındaki çocuklara göre ve 8 yaşındaki çocukların 10 yaşındaki çocuklara göre daha kalın LK vardı. 7 yaşındaki çocukların 8,9,11 ve 12 yaş gruplarına göre daha ince SKK'ları vardı. Başlangıç AU ve Kort değerleri yaşa göre analiz edildiğinde gruplar arasında istatistiksel anlamlı fark bulunmadı.

Tablo 4.7: Başlangıç yılındaki biyometrik parametrelerinin refraksiyon kusuruna göre karşılaştırılması

2013	Ortalama ± Standart Sapma (Min – Maks)		p
	Miyop	**Miyop olmayan**	
SE	-0,81 ± 0,35 (-1,75 - -0,50)	0,33 ± 0,44 (-0,38 - 1,75)	
AU	23,93 ± 0,97 (22,21 - 26,10)	22,97 ± 0,78 (20,82 - 24,83)	***<0,001***
ÖKD	3,30 ± 0,26 (2,68 - 3,78)	3,09 ± 0,27 (2,27 - 3,88)	***0,001***
LK	3,29 ± 0,17 (3,00 - 3,66)	3,41 ± 0,23 (3,02 - 4,92)	***0,021***
SKK	546,48 ± 36,05 (467,00 - 617,00)	547,05 ± 33,45 (466,00 - 646,00)	0,939
Kort	43,90 ± 1,40 (41,00 - 46,60)	43,42 ± 1,57 (39,73 - 46,69)	0,165

Tablo 4.7'de miyop ve miyop olmayan (hipermetrop ve emetrop) çocukların başlangıç biyometrik parametreleri karşılaştırıldı. Miyopik gözlerde ortalama AU 23,93 ± 0,97, ortalama ÖKD 22,97 ± 0,78 ve ortalama LK 3,30 ± 0,2, 3,09 ± 0,27 idi. Miyop olmayan gözlerde ise ortalama AU 22,97 ± 0,78, ortalama ÖKD 3,09 ± 0,27, ortalama LK 3,41 ± 0,23 idi. **Başlangıç yılında miyop olan gözlerde miyopik olmayan gözlere göre ortalama AU daha uzun, ortalama ÖKD daha derin, ortalama LK daha ince bulundu ve bu fark istatistiksel olarak anlamlı idi (p<0,001, p=0,001, p=0,021).** Miyop ve miyop olmayan gözlerin SKK ve Kort değerleri karşılaştırıldığından istatistiksel anlamlı fark yoktu.

4.4.Üç Yıllık Takip Sonunda Ölçülen Biyometrik Parametrelerin Analizi

Tablo 4.8: 2015 yılına ait biyometrik parametrelerin yaşa ve cinsiyete göre analizleri

		n	Ortalama±StandartSapma (Min–Maks)					
			AU(mm)	ÖKD(mm)	LK(mm)	SKK(mm)	Kort(mm)	SE(D)
Toplam		197	23,38±0,90	3,22±0,26	3,35±0,25	546,37±35,35	43,46±1,54	0,08±0,80
			(21,22-26,31)	(2,53-3,99)	(2,86-5,43)	(456,00-650,00)	(39,73-46,86)	-3,00-1,88
Yaş	**9**	26	23,2±0,89	3,20±0,18	3,37±0,17	532,42±28,62	43,64±1,88	0,13±0,68
			21,63-24,57	2,79-3,48	2,98-3,58	480,00-587,00	40,18-46,86	-2,00-1,25
	10	25	23,20±0,91	3,15±0,27	3,37±0,18	556,44±40,06	43,56±1,62	0,15±0,78
			21,22-25,04	2,53-3,58	2,94-3,64	482,00-645,00	40,29-46,8	-2,63-1,13
	11	38	23,34±0,83	3,21±0,19	3,32±0,16	552,89±32,45	43,58±1,77	0,11±0,85
			21,73-25,10	2,87-3,53	3,03-3,72	477,00-615,00	39,73-46,63	-3,00-1,25
	12	54	23,41±0,96	3,24±0,30	3,31±0,21	540,85±40,98	43,42±1,38	0,11±0,84
			21,46-26,31	2,54-3,90	2,86-3,61	456,00-650,00	40,21-46,10	-2,13-1,88
	13	24	23,65±1,01	3,30±0,31	3,35±0,21	549,79±27,31	43,63±1,34	-0,22±0,98
			21,84-26,14	2,70-3,99	3,01-3,81	486,00-604,00	41,58-46,67	-2,25-1,38
	14	30	23,46±0,80	3,25±0,31	3,48±0,47	549,03±31,94	43,06±1,36	0,11±0,65
			21,26-25,57	2,62-3,81	2,97-5,43	494,00-637,00	40,42-45,95	-2,13-1,00
p			0,587	0,469	0,571	0,085	0,749	0,645
Cinsiyet	**Kız**	96	23,25±0,88	3,19±0,29	3,37±0,29	548,62±33,71	43,47±1,60	0,19±0,76
			21,22-26,14	2,53-3,99	2,86-5,43	477,00-650,00	40,21-46,86	-2,13-1,88
	Erkek	101	25,50±0,91	3,25±0,23	3,34±0,19	544,23±36,88	43,45±1,50	-0,03±0,83
			21,26-26,31	2,67-3,83	2,93-3,81	456,00-637,00	39,73-46,80	-3,00-1,25
p			0,070	0,117	0,951	0,520	0,947	0,093

Çalışmaya alınan çocukların 2015 yılına ait biyometrik verilerinin yaş ve cinsiyete göre analizleri tablo 4.8'de verildi. Biyometrik parametreler yaş ve cinsiyet gruplarına göre karşılaştırıldığında istatistiksel anlamlı fark bulunmamıştır.

Tablo 4.9: 2015 yılında biyometrik parametrelerinin refraksiyon kusuruna göre karşılaştırılması

2015	Ortalama ± Standart Sapma (Min – Maks)		p
	Miyop	Non-Miyop	
SE	-1,19 ± 0,63 -3,00--0,50	0,41 ± 0,42 -0,38-1,88	
AU	24,07 ± 0,86 22,87-26,31	23,20 ± 0,83 21,22-25,48	***<0,001***
ÖKD	3,34 ± 0,24 2,82-3,83	3,20± 0,26 2,53-3,99	***0,003***
LK	3,30 ± 0,18 2,93-3,81	3,37 ± 0,27 2,86-5,43	0,099
SKK	543,63 ± 29,89 456,00-619,00	547,10 ± 36,71 456,00-650,00	0,578
Kort	43,89 ± 1,47 40,21-46,80	43,36 ± 1,55 39,73-46,86	0,051

Tablo 4.9'da 2015 yılında miyop ve miyop olmayan (hipermetrop ve emetrop) çocukların biyometrik parametreleri karşılaştırıldı. Miyopik gözlerde ortalama AU 23,20±0,83, ortalama ÖKD 3,20±0,26 idi. Miyop olmayan gözlerde ise ortalama AU 23,20 ±0,83, ortalama ÖKD 3,09±0,27, ortalama LK 3,41±0,23 idi. **2015 yılında miyop olan gözlerde, miyop olmayan gözlere göre ortalama AU daha uzun, ortalama ÖKD daha derin bulundu ve bu fark istatistiksel olarak anlamlı idi (p<0,001, p=0,003).** Miyop ve miyop olmayan gözlerin LK, SKK ve Kort değerleri karşılaştırıldığından istatistiksel anlamlı fark yoktu.

Biyometrik parametrelerin 3 yıllık değişim değerlerinin yaş ve cinsiyete göre analizi Tablo 4.10'da verildi. Bu veriler cinsiyete göre karşılaştırıldığında istatistiksel anlamlı fark bulunmamıştır.

Tablo 4.10: Biyometrik parametrelerin 3 yıllık değişim değerlerinin yaşa ve cinsiyete göre analizi

		n	Ortalama±StandartSapma (Min–Maks)					
			AU(mm)	**ÖKD(mm)**	**LK(mm)**	**SKK(mm)**	**Kort(mm)**	**SE(D)**
Toplam		197	0,29±0,33 -0,09-3,85	0,11±0,12 -0,09-0,95	-0,04±0,28 -1,43-2,36	-0,60±7,85 -73,00-43,00	-0,01±0,22 -2,03-0,46	-0,12±0,44 -1,88-0,88
Başlangıç Yaş	**7**	26	0,38±0,29 0,06-1,28	0,18±0,14 0,01-0,50	-0,13±0,24 -0,85-0,35	1,31±10,54 -13,00-43,00	-0,04±0,28 -1,20-0,35	-0,1±0,48 -1,25-0,88
	8	25	0,34±0,22 0,05-0,85	0,20±0,13 0,05-0,57	-0,13±0,10 -0,31-0,01	1,40±4,39 -11,00-14,00	0,00±0,11 -0,27-0,15	-0,01±0,54 -1,88-0,88
	9	38	0,35±0,23 0,05-1,01	0,10±0,06 -0,02-0,24	-0,04±0,10 -0,22-0,31	-0,05±4,76 -11,00-10,00	0,00±0,15 -0,27-0,46	-0,15±0,48 -1,63-0,88
	10	54	0,33±0,52 -0,05-3,85	0,12±0,15 -0,08-0,95	-0,08±0,24 -1,13-0,44	-1,37±10,92 -73,00-10,00	-0,03±0,30 -2,03-0,27	-0,15±0,40 -1,25-0,50
	11	24	0,24±0,19 0,00-0,75	0,05±0,06 -0,06-0,17	-0,02±0,34 -1,43-0,58	-2,71±5,44 -17,00-6,00	0,10±0,16 -0,20-0,45	-0,26±0,42 -1,13-0,38
	12	30	0,13±0,10 -0,09-0,38	0,07±0,06 -0,09-0,21	0,11±0,51 -0,51-2,36	-1,60±4,73 -10,00-5,00	-0,04±0,15 -0,26-0,45	0,00±0,32 -0,75-0,50
p			***0,045***	***<0,001***	***0,026***	0,301	0,206	0,109
Çoklu Karşılaştırma			***7-12:****0,006* ***8-12:****0,021* ***9-12:****0,008* ***10-12:****0,009*	***7-9:****0,005* ***7-10:****0,015* ***7-11:****<0,001* ***7-12:****<0,001* ***8-9:****0,005* ***8-10:****0,004* ***8-11:****<0,001* ***8-12:****<0,001* ***10-11:****0,016*	***7-12:****0,003* ***8-12:****0,003* ***9-12:****0,033* ***10-12:****0,005*	-	-	-
Cinsiyet	**Kız**	96	0,27±0,19 -0,09-0,97	0,12±0,12 -0,09-0,57	-0,04±0,36 -1,43-2,36	0,02±7,02 -17,00-43,00	0,01±0,19 -1,20-0,45	-0,10±0,43 -1,25-0,88
	Erkek	101	0,32±0,42 -0,05-3,85	0,10-0,11 -0,06-0,95	-0,48±0,16 -0,97-0,44	-1,20±8,56 -73,00-14,00	-0,02±0,24 -2,03-0,46	-0,13±0,45 -1,88-0,88
p			0,986	0,633	0,864	0,450	0,451	0,423

Üç yılda AU, ÖKD ve LK değerlerindeki değişim miktarları yaşa göre analiz edildiğinde gruplar arasında istatistiksel anlamlı fark vardı (p=0,045, p<0,001, P=0,026). Çoklu karşılaştırmalara ait istatistiksel olarak anlamlı çıkan p değerleri Tablo 4.10'da verildi. Başlangıçta 7-10 yaş arası

çocukların, başlangıçta 12 yaşında olan çocuklara göre 3 yıllık takip sonrasında ölçülen AU değerlerinde daha fazla uzama ve LK'larında daha fazla incelme olduğu görüldü. 7 ve 8 yaş çocuklarında 9-12 yaş arası çocuklara göre ve 10 yaşındaki çocukların 11 yaşındakilere göre ÖKD'de daha fazla artış saptandı.

Tablo 4.11: Biyometrik parametrelerin üç yıllık değişim değerlerinin refraksiyon kusuruna göre göre analizi

2013-2015	**Ortalama ± Standart Sapma (Min – Maks)**		**p**
	Miyop	**Non-Miyop**	
SE	-0,69 ± 0,41 -1,88-0,25	0,04 ± 0,3 -0,75-0,88	***<0,001***
AU	0,49 ± 0,29 0,06-1,28	0,25 ± 0,33 -0,09-3,85	***<0,001***
ÖKD	0,12 ± 0,11 -0,01-0,5	0,12 ± 0,13 -0,09-0,95	0,694
LK	-0,04 ± 0,14 -0,39-0,35	-0,05 ± 0,32 -1,43-2,36	0,910
SKK	-1,49 ± 5,11 -17-10	-0,38 ± 8,43 -73-43	0,422
Kort	0,05 ± 0,15 -0,2-0,45	-0,02 ± 0,23 -2,03-0,46	0,083

Biyometrik parametrelerin üç yıllık değişim miktarlarının miyop ve miyop olmayan çocuklarda karşılaştırılması tablo 4.11'de verildi. Miyop

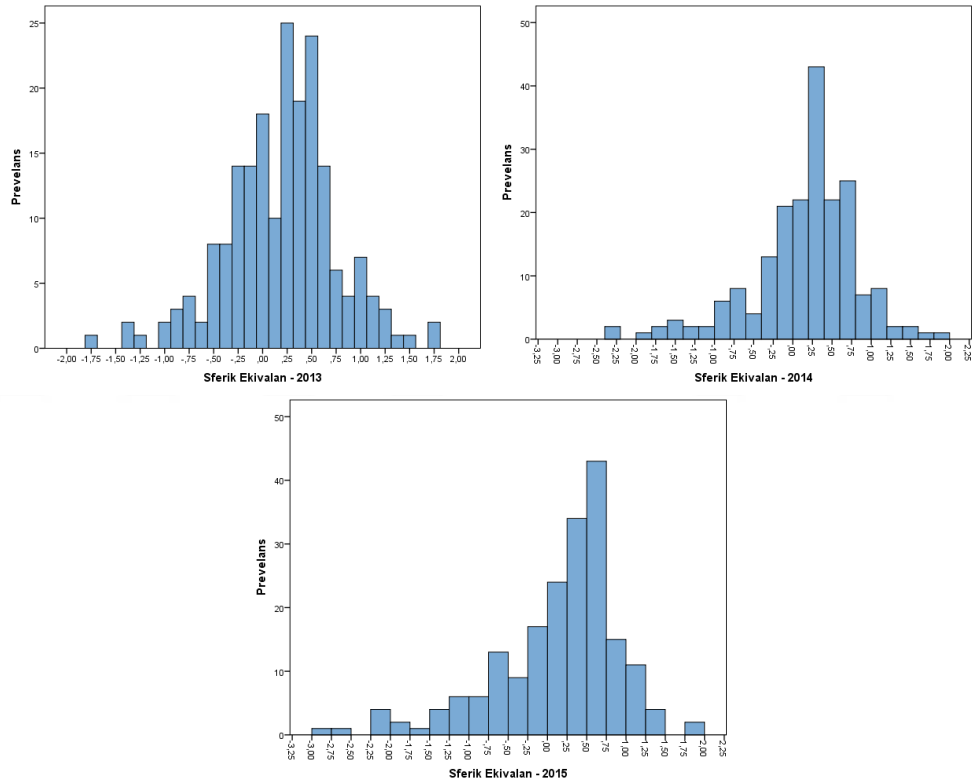
hastalarda 3 yıl içinde SE değeri ortalama 0,69 ± 0,41 D azalırken , ortalama AU 0,49 ± 0,29 mm arttı. Miyop olmayan hastalarda 3 yıl içinde SE değeri ortalama 0,04 ± 0,3 D ve ortalama AU 0,25 ± 0,33mm arttı. **Üç yıllık AU ve SE değerlerindeki değişim miyop ve miyop olmayan çocuklar ile karşılaştırıldığında istatistiksel anlamlı fark bulundu (p<0,001, p <0,001).**

Tablo 4.12: Yıllara göre kırma kusurlarına ait prevalans ve SE değişimleri

	n (Prevalans)(%) Ortalama ± Standart Sapma (Min – Maks)			
	Toplam	**Miyop**	**Emetrop**	**Hipermetrop**
SE 2013 (1)	197 0,19±0,56 -1,75-1,75	23 (11,7) -0,81 ± 0,35 -1,75-(-0,5)	146 (74,1) 0,19 ± 0,3 -0,38-0,63	28 (14,2) 1,06 ± 0,28 0,75-1,75
SE 2014 (2)	197 0,13±0,68 -2,38-1,88	30 (15,2) -1,08 ± 0,52 -2,38-(-0,5)	135 (68,5) 0,2 ± 0,29 -0,38-0,63	32 (16,2) 0,99 ± 0,29 0,75-1,88
SE 2015 (3)	197 0,07±0,80 -3,00-1,88	41 (20,8) -1,19 ± 0,63 -3-(-0,5)	124 (62,9) 0,25 ± 0,3 -0,38-0,63	32 (16,2) 1,01 ± 0,28 0,75-1,88
p	0,223	***0,029***	0,218	0,623
Çoklu Karşılaştırma	-	***1-3: 0,017***	-	-

Çalışmaya dahil edilen 197 çocuğun SE değerlerinin yıllara göre değişimleri Tablo 4.12'de ve şekil 4.1'de gösterildi. Bu çocukların 2013 yılında %11,7, 2014 yılında %15,2, 2015 yılında %20,8'i miyoptur. **2013 ve**

2015 yılları karşılaştırıldığında miyopi prevalansındaki artış istatistiksel olarak anlamlıdır (p=0,017). Hipermetropi prevalansı yıllara göre sırasıyla %14,2, %16,2, %16,2 olarak bulundu. Yıllara göre hipermetropi prevalansları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi. Emetropi prevalansı yıllara göre sırasıyla %74,1, %68,5, %62,9 olarak bulundu. Yıllar ilerledikçe emetrop çocuk prevalansı azalsa da bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildi. Çalışmanın başlangıç yılında en sık bulunan kırma kusuru hipermetropi(%14,2) iken 2015 yılında en sık miyopi (%20,8) bulunmuştur.



Şekil 4.1: Yıllara göre SE dağılımları

Tablo 4.13: Yıllara göre miyopi insidansları

SE	n (İnsidans)(%) Ortalama ± Standart Sapma (Min – Maks)		
	Toplam	**Miyop**	**%95 GA**
2014 (1)	-0,06 ± 0,37 -1,5-0,88	7 (3,55) -0,38 ± 0,42 -1,5-0,5	0,01-0,07
2015 (2)	-0,06 ± 0,33 -0,88-1,13	11 (5,58) -0,32 ± 0,23 -0,63-0,25	0,03-0,09
2013-2015 (3)	-0,12 ± 0,44 -1,88-0,88	18 (9,13) -0,7 ± 0,48 -1,88-0,25	0,05-0,14
p	0,200	**0,043**	
Çoklu Karşılaştırma	-	***1-3:*** *0,025* ***2-3:*** *0,017*	

Miyop hasta sayısı 2013 yılında 23, 2014 yılında 30, 2015 yılında 41 bulunmuştur. 2014 yılında miyopi insidansı % 3,55 (%95 GA: 0,001-0,007), 2015 yılında %5,58 (%95 GA: 0,03-0,09) idi. Üç yıllık kümülatif miyopi insidansı ise %9,13 (%95 GA: 0,05-0,14) bulundu. Miyopi prevalansında yıllar içindeki bu artış istatistiksel olarak anlamlı idi. (p=0,043) (Tablo 4.13).

4.5.Üç Yıllık Miyopi Progresyonu ile İlişkili Faktörlerin Analizi

Tablo 4.14: 2015 yılındaki miyop olguların sonuç SE değerlerine etki eden risk faktörlerin analizi

	p	B	Hazard oranı	%95 GA Odds Oranı	
				Alt	Üst
Cinsiyet	0,25	-0,43	0,65	0,32	1,36
Yaş	0,02	-0,41	0,67	0,47	0,95
AU	0,00	4,36	78,28	3,36	182,32
ÖKD	0,17	-1,26	0,29	0,05	1,71
LK	0,39	-0,85	0,43	0,06	3,08
SKK	0,11	-0,11	0,90	0,79	1,03
Boy	0,14	-0,04	0,96	0,91	1,01
Kilo	0,06	0,07	1,07	1,00	1,16
Kort	<0,001	0,80	2,22	1,63	3,02
Yaş	***0,009***	**-0,32**	0,73	0,57	0,92
AU	***<0,001***	**1,52**	4,55	2,87	7,24
Kort	***<0,001***	**0,71**	2,04	1,55	2,67

Üç yıl boyunca takip edilen ve 2015 yılında miyop 41 kişinin sonuç SE değerlerine etki eden faktörler COX regresyon analizi ile değerlendirildi (Tablo 4.14). Değerlendirmeye başlangıç biyometrik parametreleri ve başlangıç demografik özellikleri dahil edildi. Bunlar arasından başlangıç yaş, AU ve Kort değerleri istatistiksel olarak anlamlı bulundu (p=0,009, p<0,001, p<0,001). **Başlangıç yaşı sonuç SE'si 1,37 (%95 GA 1,09-1,75) kat azaltırken, AU 4,5 (%95 GA 2,87-7,24) kat ve Kort (%95 GA 1,55-2,67) 2 kat arttırıyordu.**

Tablo 4.15: Üç yıllık takip sonunda ortalama SE değerlerine etki eden faktörlerin doğrusal regresyon analizi

	p	**Standardize olmayan Coefficients**		**Standardize Coefficients**
		B	**SE**	**Beta**
Sabit	<0,001	21,83	6,40	-
BSE	<0,001	0,82	0,08	0,57
AU	0,031	-0,51	0,23	-0,55
ÖKD	0,017	0,37	0,16	0,13
LK	0,170	-0,21	0,15	-0,06
SKK	0,803	0,00	0,01	-0,10
BOY	0,050	0,01	0,01	0,13
KİLO	0,061	-0,01	0,01	-0,11
Kort	<0,001	-0,20	0,04	-0,40
Cinsiyet	0,029	0,14	0,06	0,09
Yaş	0,786	0,01	0,03	0,02
Sabit	**<0,001**	**16,46**	3,18	-
bbSE	**<0,001**	**0,916**	0,08	0,64
AU	**<0,001**	**-0,451**	0,09	-0,48
ÖKD	**0,005**	**0,430**	0,15	0,15
Kort	**<0,001**	**-0,172**	0,04	-0,33

Üç yıl sonundaki ortama SE düzeyine etki eden faktörler doğrusal regresyon analizi ile değerlendirildi . Analize başlangıç biyometrik ve başlangıç demografik özellikler konuldu (Tablo 4.15). Ortalama başlangıç SE (beta=0,916), başlangıç AU (beta=-0,451), başlangıç ÖKD (beta=0,430) ve başlangıç Kort (beta=-0,172) değerlerinin, istatistiksel olarak anlamlı düzeyde ($p<0,05$), üç yıl sonundaki ortalama SE değerlerine etki ettiği bulundu. Bu dört anlamlı değişken için düzeltilmiş R2 değeri 0,761 idi. Bu analiz sonucunda üç yıl sonraki ortama SE değerini veren bir denklem elde edildi ($\boldsymbol{SE = 16,46 + 0,916 \times (BSE) - 0,451 \times (AU) + 0,430 \times (\text{Ö}KD) - 0,172 \times (Kort)}$).

5.TARTIŞMA

Kırma kusurları, tüm dünyada en sık görülen göz hastalıklarıdır (77,78). Son yıllarda yapılan çok sayıda çalışmada gösterilen miyopi prevelansındaki artış miyopinin dünya çapında önemli bir halk sağlığı sorunu haline gelmesine neden olmuştur (79-83). Miyopi prevelansı 1993'te %10,4 iken 2016'da %34,2'ye yükselmiştir (78). Dünya genelinde 2020 yılında 2,5 milyar, 2050 yılında ise 5 milyar insanın miyop olacağı tahmin edilmektedir. Diğer bir deyişle dünya nüfusunun yaklaşık yarısına yakını 2050 yılında miyop olacaktır (84-85).

Epidemiyolojik verilerden elde edilen bilgilere göre doğum sonrası kırma kusurları farklı dağılım göstermekle birlikte genellikle hipermetropi sık görülür (12,43,86). Bu hipermetropik değerler erken çocukluk dönemindeki hızlı aksiyel uzamaya bağlı devreye giren emetropizasyon mekanizması sayesinde azalır ve 5 yaşına gelindiğinde çocukların çoğu fonksiyonel olarak emetroptur (13,16,47,49,51,87,88). Bu dönemden sonra meydana gelen refraktif değişiklikler çevresel ve genetik faktörlerden etkilenmekle beraber sıklıkla miyopi gelişimi ile sonuçlanır (89). Özellikle ilkokul çağı olarak görülen 5-15 yaş aralığı pek çok epidemiyolojik çalışmada miyopi başlangıç dönemi olarak değerlendirilmiştir (54,55,90-92).

Yetişkin yaş gruplarında miyopi prevelans ve progresyonu ile ilgili çok sayıda epidemiyolojik çalışma yapılmış olup miyopinin başlangıç yaşı olan çocukluk yaş grubundaki çalışma sayısı nispeten daha azdır.

Çalışmamıza Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Göz Hastalıkları polikliniğine muayene olmak için başvuran, 3 yılllık takipleri olan 96 kız, 101 erkek 197 çocuk dahil ettik. Çocukların başlangıç yaşları miyopi başlangıç dönemini içerecek şekilde ortalama 9,58 ± 1,56 (7-12) idi. Her üç yılda da çocuklar en sık emetroptu. Başlangıç yılında en sık kırma kusuru %14,21 ile hipermetropi, ikinci sıklıkla %13,7 ile astigmatizma tespit ettik. Miyopi prevelansımız ise %11,7 idi.

Literatürdeki çalışmaları kırma kusurlarının kritik değerlerinde standardizasyon olmaması, sikloplejik refraksiyon, farklı ölçüm alma

teknikleri, katılımcıların etnik ve yaş gruplarındaki farklılıklar nedeni ile tam bir kıyaslama yapmak zordur.

Okul çağı çocukları ve genç erişkinlerin akomodasyon cevabı refraksiyon ölçümlerinde SE değerlerini etkileyebilmektedir. Sikloplejı yapılmadan alınan refraksiyonlar sikloplejik refraksiyona göre daha fazla miyopik ve daha az hipermetropik ölçüm alınmasına neden olmaktadır. Bu nedenle epidemiyolojik çalışmalarda sikloplejik refraksiyon çocuklar ve adölesanlarda altın standart yöntem olarak kabul edilmektedir (95-101). Miyopik çocuklarda %1 tropikamidin etkili bir sikloplejı sağladığı konusunda literatürde yayınlar mevcuttur(102,103).

Literatür taranarak, bizim çalışmamızın metadolojisine benzer şekilde ilkokul çağı çocuklarında sikloplejik refraksiyon ölçümleri alınarak yapılan prevelans çalışmaları bulundu. Bu çalışmaların sonuç verileri DSÖ'nün belirlediği bölgelere göre sınıflandırılarak tablo oluşturuldu (Tablo 5.1 - 2). Buna göre Türkiye'ye sınır komşusu olan İran'da pek çok prevelans çalışması yapılmış ve miyopi prevelansı yüzde 5'in altında bulunmuştur. Bu bizim çalışmamızdaki oranlara kıyasla oldukça düşüktür. Türkiye'de Diyarbakır ilinde Caca ve ark. (104) yaptığı çalışmada 6-14 yaş arası çocuklarda miyopi prevelansı İran'a benzer şekilde %3,2 bulunmuştur. Diyarbakır ana geçim kaynağı çiftçilik olan ve okuldaki eğitim saati yarım gün olan kırsal bir şehrimizdir. Literatürde toplum tabanlı çalışmalarda, sosyoekonomik durum, açık havada geçirilen zaman ve eğitim süresi ile miyopi prevelansı arasında belirgin bir ilişki olduğundan bahsedilmektedir (105,106). Mutti ve ark. (107) miyopik çocukların miyopik olmayan yaşıtlarına göre daha uzun süre yakın okuma yaptıklarını ve spor aktivitelerine daha kısa zaman ayırdıklarını rapor etmişlerdir. Saw ve ark. (108,109) yaptıkları çalışmada Çin'de miyopik çocukların miyop olmayan akranlarına göre daha fazla okuma yaptıklarını ve okunan kitap sayısının, yüksek miyopi açısından daha iyi bir gösterge olduğunu rapor etmişlerdir. Ip ve ark. (110) Avusturalya'da 12 yaşındaki okul çocuklarında yaptıkları çalışmada ev ödevlerini tamamlama ve bilgisayar oynamanın miyopi için risk faktörü olmadığını ancak 30 cm'den kısa mesafede okuma yapmanın ve 30 dk daha

uzun süre kitap okumanın miyopi için risk faktörü olduğunu bildirmişlerdir. Yakın okuma alışkanlıklarının değiştirilmesi gerektiğine dikkat çekmişlerdir.

Çin ve Hindistan'ın şehirlerinde yaşayan çocuklarda daha kırsal bölgelerde yaşayan çocuklara göre daha yüksek sıklıkta miyopi görülmüştür (111,112). Hindistan'da çocuklarda yapılan bir çalışmada Hyderabad'da şehirde miyopi prevelansı %51.4 iken kırsal kesimlerinde %16.7, Maharashtra'da şehirde %3.16 iken, kırsal kesimlerinde %1.45 bulunmuştur(113,114). Miyopi prevelansını Diyarbakır'daki çalışmaya göre yüksek bulmamızı iki üniversite barındıran ve sosyoekanomik ve kültürel düzeyi nispeten daha yüksek olan Eskişehir ilimizinde yapılmış olmasına bağlıyoruz.

Yine Eskişehir kent merkezinde Gürsoy ve ark. 12 farklı ilkokulda gerçekleştirdiği toplum taramalı prevelans çalışmasında 721 adet 7-8 yaş aralığındaki çocuk incelenmiş ve katılımcılar arasında; miyopi sıklığı %22,6 hipermetropi sıklığı ise %10,6 olarak bulunmuştur (115).

Birkaç ay önce yayınlanan bir meta-analizde 1990-2016 yılları arasında yapılan epidemiyolojik çalışmalar analiz edilmiş ve DSÖ bölgelerine göre çocuk ve yetişkinlerde kırma kusurlarının genel prevalansları gösterilmiştir. Dünya genenelinde miyop, hipermetrop, astigmatizma tahmini prevelansları sırasıyla 20 yaş altında %11,7, %4,6 ve %14,9, 20 yaş üstünde %26,5, %30,9 ve %40,4 idi. Çocuklarda ve yetişkinlerde en sık kırma kusuru astigmatizma olarak bildirildi. Bu meta-analizde bölgelere göre miyopi prevelansında büyük farklılıklar olduğu belirtilmiştir. Örneğin Güneydoğu Asya ülkelerinde miyopi yaygınlığı çocuklarda en düşük iken yetişkinlerde en yüksek bulunmuşur. Bu durum çevresel faktörlerin genetik faktörlerden daha etkili olduğunu yada ilgili gen lokusunun daha ileri yaşlarda ifade edildiğini göstermektedir. Çocuklarda en yüksek miyopi prevalansı Çin ve Singapur gibi ülkelerin yer aldığı Batı Pasifik bölgesindedir (78). Bu bulgular Güneydoğu Asya ile bu ülkeler arasında genetik farklılıklar olduğunu düşündürmektedir.

Bizim ülkemizin katogorize edildiği Doğu Akdeniz bölgesindeki 20 yaş altı çocuklarda miyop, hipermetrop, astigmatizma tahmini prevelansları

sırasıyla %9,2, %6,8 ve %20,1'dir (78). Bu bölgeye ait verilerin büyük bir çoğunluğu İran verileridir. Ne yazık ki ülkemizde miyopi prevelansı ile ilgili sınırlı sayıda çalışma vardır. Meta-analizdeki yaş aralığı bizim yaş aralığımıza göre daha geniştir. Bire bir kıyaslama yapmak zordur ancak bizim çalışmamızda da miyopi prevelansı %11,6 ile tahmini değere yakın bir değerde olup, takip eden yıllarda %15,2, %20,8 olmuş ve yıllara göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış göstermiştir($p<0,001$). Astigmatizma prevelansımız bu meta-analize benzer şekilde yüksek bulunmuş olup değişen yıllara göre sırasıyla %13,7, %16,7, %15,2 idi (78).

Bölgelere göre bu farklı sonuçların elde edilmesi refraktif gelişim üzerinde genetik ve güçlü çevresel etkilerin olduğu fikrini kuvvetlendirmektedir.

Bizim çalışmamızda cinsiyetin kırma kusurlarının görülme sıklığı ve üç yıllık miyopi progresyonu üzerinde anlamlı etkisi yoktu. Ancak başlangıç yılında kız çocukların ortama SE değerleri erkekler çocuklardan daha yüksek başka bir deyişle daha hipermetropik ölçüldü (Bkz. Tablo 4.6) ($p<0,05$). Ojiami ve ark. (116) Avusturalya'da yaptıkları çalışmada da bizim çalışmamıza benzer şekilde cinsiyetin miyopi prevelansında etkisi olmadığı halde ortalama SE kızlarda daha yüksek ölçülmüştür. Yine Hong Kong'ta 6-17 yaş arası çocuklarda yapılan başka bir çalışmada da bizim çalışmamızla benzer şekilde miyopi progresyonunda cinsiyetin etkisi olmadığı bulunmuştur (117). Zadnik ve ark. (52) 6-14 yaş arası çocuklarda yaptıkları CLEERE çalışmasında ve Goh ve ark.(118) Çin'de yaptıkları çalışmada cinsiyetin refraksiyon kusuruna etkisi olmadığı bulmuşlardır. Komşu ülke İran'da da benzer şekilde 15 yaş altında miyopi ile cinsiyet arasında ilişki bulunmamıştır (119).

Buna karşılık literatürde kadın cinsiyetin miyopi için tek başına risk faktörü oluşturduğuna dair yayınlar da vardır (55,92,120,121). Aynı zamanda cinsiyetin miyopi prevalansı ile ilişkisinin açık havada geçirilen süreden kaynaklandığını bildiren yayınlar vardır (122-124). Diyarbakır'da yapılan çalışmada kız çocuklarında miyopi daha yüksek bulunmuştur (104).

Çalışmada açık hava aktivitesi sorgulanmasa da biz bu farklılığı erkek çocuklarının dışarıda geçirdiği süre ile ilişkili olabilceğini düşünüyoruz.

Çin'de 7-9 yaş arası çocuklarda yapılan bir çalışmada kızların puberte dönemine erken yaşlarda girmeleri ve bu dönemde hızlı boy uzaması nedeni ile erkeklere göre uzun boylu kızlarda daha sık miyopi gözlendiği belirtilmiştir. Aynı çalışmada daha kilolu ve VKİ fazla çocuklarda hipermetropi daha sık bulunmuştur (125). Bizim çalışmamızda boy, kilo ve VKİ kırma kusurları ve üç yıllık miyopi progresyonu ile ilişkili bulunmadı. Bu fark örneklem büyüklüklüğü ve çalışmamızın sözlü yanıtlar üzerine dosyaya kaydedilen veriler yardımıyla yapılması nedeni ile olabilir.

Çalışmamızda kırma kusurlarına ait prevelanslar ile yaş arasında ilişki yoktu (Tablo 4.3 - 4.5). Ancak başlangıç yaşları arttıkça üç yıllık takipler sonundaki miyop çocukların SE değerleri 1,37 kat azalıyordu. Bir başka ifadeyle çocuklar büyükçe miyop olma risklerinin arttığını bulduk (Bkz. Tablo 4.14). Çalışmamızla benzer şekilde Hong-Kong'da 5-16 yaş arası çocuklarda yapılan çalışmada da yaş arttıkça miyopi riskinin arttığı bildirilmiştir (91). Hindistan'da yapılan bir çalışmada da yaş ile beraber miyopi prevalansının arttığı bildirilmiştir (126).

Literatürdeki pek çok çalışma miyopi başlangıç yaşının yüksek miyopi progresyonu ile ilgili olduğunu bildirmiştir. Miyopi ne kadar erken başlarsa yüksek miyop olma riski o kadar artmaktadır (127-129). Bu nedenle ilkokul çağı çocuklarında toplum taramaları erken tanı ve miyopi önleme çalışmaları için önemlidir.

Miyopik çocuklarda biyometrik değişikliklerin bilinmesi, büyüme paternlerini etkileyen uyaranların daha iyi anlaşılmasını ve miyopi patogenezinin aydınlanmasına katkı sağlayacaktır. Literatürdeki çalışmaların çoğu, kesitsel çalışmalardır ve biyometri parametrelerini bir zaman noktasında değerlendirmiştir. Miyopik çocuklarda biyometri parametrelerindeki değişiklikleri analiz eden ve bu değişiklikleri etkileyen risk faktörlerini açıklayan az sayıda uzunlamasına çalışma vardır. Çalışmamızı bu yönden değerli buluyoruz.

Başlangıç biyometrik verilerini cinsiyete göre analiz ettiğimizde kız

çocuklarında erkek çocuklarına göre ÖKD'ni daha sığ bulduk. Bu fark istatistiksel anlamlılığa yakındı (p=0,052). Diğer biyometrik parametreler iki cinsiyette de benzer olarak ölçüldü. Başlangıç yılında kız çocuklarında ölçülen ortalama SE değerinin erkek çocuklara göre daha yüksek bulunmasını ÖKD'deki bu farktan kaynaklanabilceğini düşünüyoruz.

Literatürde kız çocukların ÖKD değerleri erkek çocuklarına göre benzer derecede düşük bulunmuştur (52,116,130-132). Bu çalışmalarda aynı zamanda erkeklerde kızlara göre daha uzun eksenel uzunluğa, daha derin ön kamara derinliğine ve daha küçük mercek kalınlığına sahip oldukları da bulunmuştur (p <0,01) (52,116,131,132). Ancak bizim çalışmamızda diğer biyometrik parametreler cinsiyet ile farklılık göstermedi (Bkz. Tablo 4.6)

Başlangıç biyometrik verileri yaşa göre analiz ettiğimizde ÖKD, LK ve SKK değerleri arasında istatistiksel anlamlı fark vardı. Çalışmamızda daha küçük yaş grubundaki çocukların daha büyük çocuklara göre daha sığ ÖKD, daha kalın LK ve daha ince SKK olduğunu bulduk. Yaşla birlikte ÖKD ve SKK artıyor buna karşılık LK azalıyordu. Bu bulgularımızı literatürde destekleyen pek çok çalışma vardır (52,131,132).

Literatüre bakıldığında 7 yaş çocuklarında ölçülen ortalama AU değerleri Singapur'da 23,1 mm, Tayvan'da 22,79 mm ve Çin'de 22,75 mm'dir (130-132). Bizim çalışmamızda 7 yaşındaki çocuklarda ortalama AU 22,56 mm idi ve bu miyopi prevelansının yüksek olduğu ülkelerine kıyasla daha kısa bir değerdi. Avusturalya da yapılan bir çalışmada 7 yaş çocuklarının ortalama AU 22,67 mm bulunmuş olup bu değer bizim bulduğumuz değere yakındı (116).

Bizim çalışmamızda 7 yaşındaki çocuklarda ortalama ÖKD 2,88 mm (3,04 ± 0,22) ve ortalama LK 3,52 mm (3,47 ± 0,2) idi. Literatüre bakıldığında 7 yaş çocuklarında ölçülen ortalama ÖKD ve LK Singapurda 3,63 mm, 3,5 mm ve Çin'de 2,89 mm , 3,61 mm bulunmuştur (131,132).

Çalışmamızda başlangıçta miyop olan ve miyop olmayan çocukların biyometrik parametreleri karşılaştırıldığında miyop çocukların daha uzun ortalama AU (23,93 ± 0,97 mm'ye karşı 22,97 ± 0,78 mm, p<0,001), daha derin ortalama ÖKD (3,30 ± 0,26mm'ye karşı 3,09 ± 0,27 mm, p<0,001) ve

daha ince ortalama LK (3,29 ± 0,17mm'ye karşı 3,41 ± 0,23 mm, p=0,021) vardı (Bkz. Tablo 4.7). Saw ve ark. (55) 7-9 yaş arası 1019 çocuk ile yaptıkları çalışmada bizim çalışmamıza benzer şekilde miyop çocukların miyop olmayan çocuklara göre AU'ları daha uzun, LK'ları daha ince, ÖKD'leri daha derin ve bizim çalışmamızdan farklı olarak Kort'ları daha düşük bulmuşlardır.

Üç yıl sonraki biyometrik ölçümler analiz edildiğinde miyop çocukların miyop olmayan çocuklara göre AU daha uzun (24,07 ± 0,86 mm'ye karşı 23,20 ± 0,83 mm, p<0,001) , ÖKD daha derin (3,34 ± 0,24 mm'ye karşı 3,20 ± 0,26 mm, p<0,003) iken LK miyop olmayan çocuklar ile benzer (3,30 ± 0,18 mm'ye karşı 3,37 ± 0,27 mm, p<0,005) olduğu bulundu. Shih ve ark. (133) yaptıkları çalışmada LK'nin 7 yaşından 11 yaşına kadar anlamlı olarak azaldığını, ancak 12 yaşından sonra arttığını göstermişlerdir.

Çalışmamızın başlangıcında % 11,7 olan miyopi prevelansını, 3 yıl sonunda %20,8 bulduk. 2014 yılında miyopi insidansını % 3,55 (%95 GA: 0,001-0,007) , 2015 yılında %5,58 (%95 GA: 0,03-0,09), üç yıllık kümülatif miyopi insidansını ise %9,13 (%95 GA: 0,05-0,14) bulduk. Ortalama SE 3 yıl sonunda tüm çocuklarda 0,12 ± 0,44 D, miyopik çocuklarda 0,69 ± 0,41 D azalmış bulundu. Miyop olmayan çocuklarda ise ortama SE'de 0,04±0,3 D artış saptandı.

Miyop çocuklarda üç yıldaki 0,69 ± 0,41 D ortalama SE azalmasına karşılık, ortalama AU 0,49 ± 0,29 mm , ÖKD 0,12 ± 0,11 mm, Kort 0,05 ± 0,15 D artarken, LK 0,04 ± 0,14 mm, SKK 1,49 ± 5,11 mm azaldı. Miyop çocuklardaki ortalama AU'daki 3 yıllık artış miyop olmayan çocuklara göre daha fazla idi (p<0.001).

Üç yıllık biyometrik parametre değişimi ile cinsiyet ilişkili değildi. Ancak AU, ÖKD ve LK değerlerindeki değişim miktarları yaş ile ilişki bulundu (p<0,045, p<0,001, p<0,026). Küçük yaştaki çocukların daha büyük yaştaki çocuklara göre AU ve ÖKD'lerinde daha fazla artış olduğu ve LK'lerinde daha fazla incelme olduğu bulundu.

Miyop çocukların üç yıllık biyometrik parametrelerindeki değişim analiz edildiğinde AU'larının miyop olmayanlara göre 2 kat daha fazla arttığı bulundu (0,49 ± 0,29 mm'ye karşı 0,25 ± 0,33 mm, p<0,001).

Hong Kong'ta 6443 çocuk 1 yıl boyunca takip edilmiş ve siklopleejik refraksiyon ile alınan ölçümlere göre miyopi insidansı 14,1± 2,31 ve miyop çocuklarda 1 yıllık miyopi ilerlemesi -0,40 D bulunmuştur. Kız cinsiyet ve artan yaş artmış miyopi insidansı ile ilişkilidir (92).

Singapur'da 7-9 yaş arası 842 çocuk ile yaptıkları çalışmada ise 3 yıllık kümülatif miyopi insidansı %42,7 ve yıllık miyopi ilerlemesi -0,70 D bulunmuştur. Küçük çocuklarda ve kız çocuklarda miyopi ilerlemesi daha fazla bulunmuştur (55).

Saw ve ark. (69) yine Singapurda 543 miyop çocuk ile yaptıkları çalışmada miyop çocuklarda 3 yılda 2,03 D ortalama SE azalmasına karşılık ortalama AU 0,89, ortalama vitreus derinliği 0,92 mm. bulundu. Diğer biyometrik parametrelerdeki üç yıllık değişim bizim çalışmamıza benzer şekilde minimal bulundu. Başlangıçta daha küçük yaşta olanlar ve kız çocukların AU artışları daha fazla bulundu. Yakın çalışma etkinliği ile biyometrik parametreler arasında ilişki bulunmadı.

Miyopi insidansının yüksek olduğu bu Doğu Asya ülkelerinde yıllık ortalama miyopi progresyon değerleri bizim çalışmamıza göre daha yüksek bulunmuştur. Çalışma popülasyonumuzdaki miyop çocuklarda 3 yılda ortalama 0,69 D progresyon olması oldukça dikkat çekicidir. Bu progresyon ile ilişkili faktörler değerlendirildiğinde başlangıç yaşındaki artış 1,37 (%95 GA 1,09-1,75) kat azaltırken, AU'taki artış 4,5 (%95 GA 2,87-7,24) kat ve Kort'daki artış miyopi riskini 2 (%95 GA 1,55-2,67) kat arttırıyordu (p=0,009, p<0,001, p<0,001) (Bkz. Tablo 5.1- 5.2).

Yapılan doğrusal regresyon analizi ile ortalama başlangıç SE (beta=0,916), başlangıç AU (beta=-0,451), başlangıç ÖKD (beta=0,430) ve başlangıç Kort (beta=-0,172) değerlerinin üç yıl sonundaki ortalama SE değerlerine etki ettiği bulundu (p<0,05) (Bkz. Tablo 4.14). AU ve Kort 3 yıl sonundaki ortalama SE ile ters orantılı, ÖKD ve başlangıç SE doğru orantılı olarak bulundu.

McBrien ve ark. (134) yaptıkları 2 yıllık takip çalışmalarında AU'daki ve vitreus derinliğindeki artış ve yatay keratometrik değerdeki düzleşme miyopik progresyon ile ilişkili bulunmuştur. Yine Saw ve ark. (69) yaptıkları 3 yıllık takiplerde ise sadece AU ve vitreus derinliğindeki artış miyopi progresyonu ile ilişkili bulundu.

Doğrusal regresyon analizi yardımı ile başlangıç biyometrik parametreler ve başlangıç SE değeri ile üç yıl sonundaki ortama SE değerini hesaplayabilceğimiz bir denklem elde edildi ($\boldsymbol{SE = 16,46 + 0,916\times(BSE) - 0,451\times(AU) + 0,430\times(\text{Ö}KD) - 0,172\times(Kort).}$ Bu denklem sayesinde hekim SE ve biyometrik ölçümlerini kullanarak, çocuğun üç yıl sonraki tahmini SE değeri hakkında fikir sahibi olabilecektir.

Çalışma grubumuzunun miyopi insidansının en yüksek olduğu ilkokul çağı çocukları olması, refraktif ölçümlerin siklopleji yapılarak alınması ve demografik özelliklerin, refraktif ve biyometrik parametrelerin 3 yıllık uzunlamasına takiplerinin değerlendirilmesi çalışmamızı diğer çalışmalardan ayırmaktadır. Buna rağmen çalışmamızın bazı sınırlı yönleri vardır. Eksiksiz verisi olan çocuk sayısının (197) az olması ve hastane tabanlı bir çalışma olması nedeniyle tüm toplumu yansıtmamaktadır. Çalışmamız retrospektif olduğu için çocukların aile öyküsü, okuma alışkanlıkları, açık hava aktiviteleri gibi miyopi ile ilişkisi olabilceği düşünülen faktörler sorgulanamamıştır. Ancak ülkemizde ilkokul çağı çocuklarında miyopi progresyonu ile ilgili yapılan ilk uzun takipli çalışmadır.

Ülkemizde miyopi prevalansını, insidansını, risk faktörlerini belirlemek ve önlem alabilmek için ilkokullarda uzun takipleri içeren toplum taramalarına ihtiyaç vardır.

Tablo 5.1: Daha önce yapılan çalışmalarda DSÖ belirlediği bölgelere göre sınıflandırılmış kırma kusurları prevelans yüzdeleri

							Miyopi		Hipermetropi			Astigmatizma	
Bölge	**Ülke**	**Şehir**	**Araştırmacı**	**Yıl**	**Katılımcı Sayısı**	**Yaş Aralığı**	**< -0.50**	**≤ -0.50**	**≥ 2.00**	**>0.50**	**≥0.50**	**≥ -0.75**	**≥ -0.50**
Güneydoğu Asya	Nepal (K)	Mechi	135	2000	5067	5 15		1.2	2.1			3.5	
		Kathmandu	136	2010	440	7 15			31				
	Hindistan (K)	Yeni Delhi(Kentsel)	112	2002	6447	5 15		7.4	7.7			10.19	
		Hyderabad	137	2002	4074	7 15		4.1	0.8				
		Hyderabad(Kentsel)	113	2009	1789	7 15	51.4		3.3				
		Hyderabad (Kırsal)			1525	7 15	16.7		3.1				
		Maharashtra(Kent)	114	2009	5021	6 15	3.16		1.06			0.16	
		Maharashtra(Kırsal)			7401	6 15	1.45		0.39			0.21	
		Bangalore	138	2013	1378	7 15		4.4					
Afrika	Uganda (K)	Kampala	139	2002	623	6 ve 9		11	37			52	
	Güney Afrika (K)	Durban	140	2003	4890	5 15		4	2.6			9.6	
	Morocco (K)	Morocco	141	2009	545	6 16		6.1	18.3			23.5	
	Ghana (K)	Ashanti	142	2013	2435	12 15		3.2	0.3				
Amerika	Şili (K)	Florida	143	2000	5303	5 15		5.8	14.5			27.2	
	Meksika (K)	Toluca	144	2016	317	6 12		9.7			5.4		

Tablo 5.2: Daha önce yapılan çalışmalarda DSÖ belirlediği bölgelere göre sınıflandırılmış kırma kusurları prevelans yüzdeleri

							Miyopi		Hipermetropi			Astigmatizma	
Bölge	**Ülke**	**Şehir**	**Araştırmacı**	**Yıl**	**Katılımcı Sayısı**	**Yaş Aralığı**	**< -0.50**	**≤ -0.50**	**≥ 2.00**	**>0.50**	**≥0.50**	**≥ -0.75**	**≥ -0.50**
Güney Pasifik	Laos (K)	Vientiane	145	2012	2899	6 11		0.8	2.8			9	
	Avustralya (K)	Sidney	146	2008	1765	6			13.2				
		Sidney			2353	12			5				
	Singapur (K)		147	2006	1962	7 9		36.3	1.7			42.6	
	Malezya (K)		147	2006	1752	7 9		13.4	2.9			22.2	
	Çin (K)	Beijing	91	2000	5884	5 15		14.9	2.6				
		Guangzhou	111	2004	4364	5 15	9.5		5.8			33.6	
		Yongchuan	148	2010	3070	6 15		13.75					3.75
		Anyang	149	2013	2749		3.9		23.3			25.6	
	Tayland (K)	Bangkok Nakhonpathom	150	2010	1100	6 12		11.1	1.4			0.3	
Doğu Akdeniz	İran (K)	Dezful	151	2007	3490	7 15	3.4		16.6			18.7	
		Shiraz	152	2010	1854	7 15		4.35	5.04			11.27	
		Tehran	153	2015	2410	7 12		4.9	3.5			22.6	
		Dezful	154	2015	1109	6 15	3.4		12.9				
		8 Ülke	155	2016	4072	7		4.5	3.04	6.2			
	Türkiye(K)	Eskişehir	115	2013	709	7 8		22.6				11	
		Diyarbakır	104	2013	21.062	6 14		3.2					14.3
Avrupa	İsveç(K)	Goteborg	156	2000	1045	12 13		49.7					
		Gothenburg	157	2006	143	4 15		6	9			22	

6.SONUÇ VE ÖNERİLER

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı polikliniğine başvuran 7-12 yaş arası ilkokul çağı çocuklarının biyometrik ve demografik özelliklerinin kırılma kusurları ile olan ilişkisini ve 3 yıllık progresyonunu retrospektif olarak analiz edildi. Çalışmaya ortalama yaşları 9,58±1,56 olan 96 (%48,7) kız, 101(%51,3) erkek olmak üzere 197 çocuk dahil edildi. Başlangıç yılında kırma kusuru bulunan 89 çocuktan 28'i (%14,2) hipermetrop, 27' si (%13,7) astigmatizma, 23'ü (%11,7) miyop bulundu. Kırma kusurlarına ait bu prevalanslar, çalışmaya dahil edilen çocukların demografik özellikleri ile ilişkili değildi. Ancak ortalama SE değeri erkek çocuklarda daha düşük bulundu.

Çocukların yapılan üç yıllık biyometrik ölçümleri analiz edildi. Başlangıç yılında yaşla birlikte ÖKD ve SKK artıyor buna karşılık LK azalıyordu. Başlangıç yılında miyop olan çocukların miyop olmayan çocuklara göre AU'ları daha uzun, ÖKD'leri daha derin ve LK'leri daha ince bulundu. Üç yıl sonraki ölçümlerinde ise miyop çocukların AU'ları daha uzun ve ÖKD'leri daha derin iken LK'leri miyop olmayan çocuklar ile benzerdi.

Biyometrik parametrelerdeki üç yıllık değişimler analiz edildiğinde daha küçük yaştaki çocukların AU ve ÖKD'lerinin daha hızlı arttığı ve LK'lerinin daha çok inceldiği bulundu. Miyop çocukların 3 yıllık AU artışları miyop olmayan çocuklara göre daha fazla bulundu.

Başlangıç yılında AU ne kadar uzun, ÖKD ne kadar az ve Kort ne kadar fazla ise üç yıl sonraki ortalama SE değerinde o kadar miyopik kayma tespit edildi.

Üç yıl içinde miyopi prevelansı %11,7, %15,2 ve %20,8 olarak arttı. Üç yıllık kümülatif miyopi insidansını %9,13 ve üç yıllık miyopi progresyonu 0,69 ± 0,41 D idi. Bu progresyona etki eden faktörleri incelediğimizde başlangıç yaşındaki artış 1,37 kat azaltırken, AU'dak artışın 4,5 kat ve Kort'daki artışın 2 kat miyopi riskini arttırdığı bulundu.

Başlangıç biyometrik parametreler ve başlangıç SE değeri ile üç yıl sonundaki ortama SE değerini hesaplayabilceğimiz bir denklem elde edildi. $(\boldsymbol{SE = 16,46 + 0,916\times(BSE) - 0,451\times(AU) + 0,430\times(\text{Ö}KD) - 0,172\times(Kort)}$**.**

KAYNAKLAR

1. Türk Oftalmoloji Derneği Eğitim Yayınları No:12, Optik Refraksiyon ve Rehabilitasyon Temel Bilgiler.İstanbul: Galenos Yayınevi Tic. Ltd. Şti; 2010.
2. American Academy of Ophthalmology. Basic and Clinical Science Course. San Francisco: American Academy of Ophthalmology Publishes; 2005.
3. Ceyhan D. Kırma Kusurları. İç: Türk Oftalmoloji Derneği Eğitim Yayınları No:12, Optik Refraksiyon ve Rehabilitasyon Temel Bilgiler.İstanbul: Galenos Yayınevi Tic. Ltd. Şti; 2010.s.72-86.
4. Gullstrand A. Procedure of the rays in the eye. Imagery-laws of first order. In: Southall JPC, ed, Helmholtz's Treatise on Physiological Optics, translated from the third German edition. Rochester, NY: The Optical Society of America; 1924.p. 350–8.
5. Esteve-Taboada JJ, Montés-Micó R, Ferrer-Blasco T. Schematic eye models to mimic the behavior of the accommodating human eye. J Cataract Refract Surg. 2018;44(5):627-641.
6. Duke Elder S, Wybar. The eye. In: Duke-Elder S. ed. The Anatomy of the Visual System, Vol II. St. Louis: CV Mosby; 1961.p.75–386.
7. Listing JB. Dioptrik des Auges. Wagner's Handworterbuch Physiol. 1851; 4: 451–504.
8. Güler C. Gözün refraktif durumu. İç: Aydın P, Akova YA, editörler. Temel Göz Hastalıkları. 1.Baskı, Ankara: Güneş Kitapevi; 2001.s.93-102.
9. Biler Demirkılıç Elif. İnsan Gözünün Optiği. İç: Aydın O'Dwyer, çeviri editörü. Klinik Optik. American Academy of ophtalmology; 2007-2008.s.105-22.

10. Le Grand Y, El Hage SG. Physiological Optics. Heidelberg: Springer-Verlag; 1980.

11. Gross H, Blechinger F, Achtner B. Handbook of Optical Systems, volume 4: Survey of Optical Instruments. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co.; 2008.

12. Cook RC, Glasscock RE. Refractive and ocular findings in the newborn. Am J Ophthalmol. 1951;34(10):1407-13.

13. Morgan I, Rose K. How genetic is school myopia? Prog Retin Eye Res. 2005 Jan;24(1):1-38. Saw SM, Katz J, Schein OD, Chew SJ, Chan TK. Epidemiology of myopia. Epidemiol Rev. 1996;18(2):175-87.

14. Mukherjee, P. K. Manual of Optics and Refraction. 1st Ed. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publisher; 2015.

15. Noorden GK. Binocular vision and ocular motility theory and management of strabismus. St Louis: Mosby Year Book Ltd; 1996.

16. Larsen J. Sagittal growth of the eye: Ultrasonic measurement of the axial diameter of the lens and anterior segment after birth to puberty. Acta Opthalmol. 1971; 49: 427-53.

17. American Academy of Opthalmology. Fundamentals and principles of opthalmology. San Francisco: LEO; 2004.

18. Erdoğan H; GÜLER, C. Refraksiyon (Kırma) Kusurları. Turkiye Klinikleri Journal of Ophthalmology Special Topics. 2017;10(1): 20-8.

19. Avşar A, Eğilmez S. Geometrik optik. Klinik optik. İç: American Academy of Ophtalmology; 2007-2008.s.104-25.

20. Thall EH, Miller KM, Rosenthall P, Schechter RJ, Steinert RF, Beardsley TL, Geometrical optics, Chapter 2, Optics, Refraction and Contact Lenses, Section 3, Basic and Clinical Science Course, Denny M, Taylor F, eds, San Francisco, American Academy of Ophthalmology. 1999-2000: 24-97.

21. Bengisu Ü. Göz Hastalıkları. 4. Baskı. Ankara: Palme Yayıncılık; 1998.

22. Yanoff M, Duker JS. Optics and refraction. Ophthalmology. London: Mosby; 1998.

23. Thall EH, Miller KM, Rosenthall P, at all. The human eye as an optical system, Chapter 3, Optics, Refraction and Contact Lenses, Section 3, Basic and Clinical Science Course, Denny M, Taylor F, eds, San Francisco, American Academy of Ophthalmology. 1999- 2000, 98-115.

24. Pruett RC. Pathologic Myopia In: Albert DM, Jacobiec FA, eds, Principles and practice of ophthalmology, Philadelphia: WB Saunders. 1994:878-82.

25. Özçetin H, Şener B. Gözde kırılma kusurları ve uyum, Miyopi ve Tedavisi, Nobel Tıp Kitabevleri. 2002;1:63-95.

26. Karadayı, K., F. Çiftçi, T. Akın, T. F. Yıldız ve A. H. Bilge, "Yapay Gözyaşı ile Refraksiyon Değişikliği", Türk Oftalmoloji Gazetesi, 2005;35:191-6.

27. Ikuno Y. Overview Of The Complications Of High Myopia. Retina. 2017;37(12):2347-2351.

28. Kawasaki R Lavanya R, Kawasaki R ve ark., Hyperopic refractive error and shorter axial length are associated with age-related macular degeneration: the Singapore Malay Eye Study. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2010;51:6247-52.

29. Marcus MW, de Vries MM, Junoy Montolio FG, Jansonius NM. Myopia as a risk factor for open-angle glaucoma: a systematic review and meta-analysis. Ophthalmology. 2011;118(10):1989-94.

30. Borchert MS, Varma R, Cotter SA, et al. Risk factors for hyperopia and myopia in preschool children: the multi-ethnic pediatric eye disease and Baltimore pediatric eye disease studies. Ophthalmology. 2011; 118: 1966-73.

31. Troilo D. Neonatal eye growth and emmetropisation-A literature review. Eye. 1992; 6: 154-60.

32. Saunders KJ, Woodhouse JM, Westall CA. 1995. Emmetropisation in human infancy: Rate of change is related to initial refractive error. Vision Res. 35:1325-8.

33. Sorsby A, Benjamin B, Davey JB, Sheridan M, Tanner JM. Emmetropia and its aberrations. Med Res Counc Spec Rep Ser. 1957;293:1-69.

34. Thomas T. Norton; Animal models of myopia: learning how vision controls the size of the eye. ILAR Journal. 1999;40(2):59–77.

35. SmithEL, III, HungLF. The role of optical defocus in regulating refractive development in infant monkeys. Vision Res. 1999;39:1415–35.

36. Wildsoet CF. Active emmetropization--evidence for its existence and ramifications for clinical practice. Ophthalmic Physiol Opt. 1997; 17(4): 279-90.

37. Smith, EL, III. Environmentally induced refractive errors in animals In: Rosenfield M, Gilmartin B, eds. Myopia and Nearwork. Butterworth: Heinemann Oxford; 1998.p. 57-90.

38. Rabin, J, Van Sluyters, RC, Malach, R. Emmetropization: a vision-dependent phenomenon. Invest Ophthalmol Vis Sci. 1981;20:561-4.

39. Wallman J, Turkel J, Trachtman J. Extreme myopia produced by modest change in early visual experience. Science. 1978;201:1249–51.

40. Cakmak AI, Basmak H, Gursoy H, Ozkurt M, Yildirim N, Erkasap N, Bilgec MD, Tuncel N, Colak E, Vasoactive intestinal peptide, a promising agent for myopia? Int J Ophthalmol. 2017;10(2):211-6.

41. Sherman SM, Norton TT, Casagrande VA. Myopia in the lid-sutured tree shrew (Tupaia glis). Brain Res. 1977; 124:154–157.

42. Graham B, Judge SJ, The effects of spectacle wear in infancy on eye growth and refractive error in the marmoset (Callithrix jacchus). Vision Res. 1999; 39:189–206.

43. Siegwart JT Jr, Norton TT, Binocular lens treatment in tree shrews: Effect of age and comparison of plus lens wear with recovery from

minus lens-induced myopia. Exp Eye Res. 2010; 91(5): 660-9.

44. Hoyt CS, Stone RD, Fromer C, et al. Monocular axial myopia associated with neonatal eyelid closure in human infants. Am J Ophthalmol. 1981;91:197–200.

45. Nathan, J, Kiely, PM, Crewther, SG, Crewther, DP. Disease-associated visual degradation and spherical refractive errors in children. Am J Optom Physiol Opt. 1985;62:680-8.

46. Von Noorden, GK, Lewis, RA. Axial length in unilateral congenital cataracts and blepharoptosis. Invest Ophthalmol Vis Sci. 1987; 28: 750-2.

47. Sorsby A, Benjamin B, Sheridan M, Stone J, Leary GA. Refraction and its components during the growth of the eye from the age of three. Memo Med Res Counc. 1961;301(Special):1-67.

48. Noorden GK. Binocular vision and ocular motility theory and management of strabismus. St Louis: Mosby Year Book; 1996.

49. Mutti DO, Mitchell GL, Jones LA, et al. Axial growth and changes in lenticular and corneal power during emmetropization in infants. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2005; 46: 3074–80.

50. Gordon RA, Donzis PB. Refractive development of the human eye. Arch Ophthalmol. 1985;103(6):785-9.

51. Morgan IG, Rose KA, Ellwein LB, Is emmetropia the natural endpoint for human refractive development? An analysis of population-based data from the refractive error study in children (RESC). Acta Ophthalmol. 2009; 88(8):877-84.

52. Zadnik K, Manny RE, Yu JA, et al. Collaborative Longitudinal Evaluation of Ethnicity and Refractive Error (CLEERE) Study Group.Ocular component data in schoolchildren as a function of age and gender. Optom Vis Sci. 2003; 80(3):226–36.

53. Zadnik K, Mutti DO, Mitchell GL, et al. Normal eye growth in emmetropic schoolchildren. Optom Vis Sci. 2004; 81:819–28.

54. Edwards MH, The development of myopia in Hong Kong children between the ages of 7 and 12 years: a five-year longitudinal study. Ophthalmic Physiol Opt. 1999; 19:286–94.

55. Saw SM, Tong L, Chua WH, et al. Incidence and progression of myopia in Singaporean school children. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2005; 46:51–57.

56. Guzowski M, Wang JJ, Rochtchina E, et al. Five-year refractive changes in an older population: the Blue Mountains Eye Study. Ophthalmology. 2003; 110:1364–70.

57. Wu SY, Yoo YJ, Nemesure B, et al. Nine-year refractive changes in the Barbados Eye Studies. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2005; 46:4032–9.

58. Kıyak AY, Üretmen O, Köse S. Accuracy of Plusoptix S04 in children and teens. Can J Ophthalmol. 2011;46(2):153-7.

59. Günaydın, Nesrin TUTAŞ, et al. Okul Çağı Çocuklarında Topcon ve Nikon Retinomax Otorefraktometreleri ile Videoretinoskopi (Plusoptix S 8) Ölçümlerinin Karşılaştırılması. Turkiye Klinikleri Journal of Ophthalmology. 2011;20(3):125-30.

60. Barlas, B. Otorefraktometre. İç: Türk Oftalmoloji Derneği Eğitim Yayınları No:12, Optik Refraksiyon ve Rehabilitasyon Temel Bilgiler.İstanbul: Galenos Yayınevi Tic. Ltd. Şti; 2010.s.404-8.

61. Thomas J. Liesegang, Gregory L. Skuta, Louis B. Cantor, Clinical Optics. San Francisco, AAO, 2005, 312.

62. Guyton D L. Automated clinical refraction In: Clinical ophthalmology. Duaue T, Jaeger PA, eds. Philadelphia: Harper and Row Publishers Inc; 1988.p.1-43.

63. Ceyhan D. Kırma Kusurları. İç: Türk Oftalmoloji Derneği Eğitim Yayınları No:12, Optik Refraksiyon ve Rehabilitasyon Temel Bilgiler.İstanbul: Galenos Yayınevi Tic. Ltd. Şti; 2010.s.87-97.

64. İmamoğlu Hİ, Erdöl F. Role of the autorefractometer at the evaluation of refraction. MN Ophthalmology. 1995; 2: 166-7.

65. Apaydın KC, Karslıoğlu Ş, Yardımsever M. Objective autorefraction; three way comparison method of the results of objective autorefractometer with conventional clinical data. Turkish Journal of Ophtalmology 1989;19(3): 515-25.

66. Norrby S. Sources of error in intraocular lens power calculation. J Cataract Refract Surg. 2008;34:368–76.

67. Buckhurst PJ, Wolffsohn JS, Shah S, Naroo SA, Davies LN, Berrow EJ. A new optical low coherence reflectometry device for ocular biometry in cataract patients. Br J Ophthalmol. 2009;93:949–53.

68. Rabsilber TM, Jepsen C, Auffarth GU, Holzer MP. Intraocular lens power calcu- lation: clinical comparison of 2 optical biometry devices. J Cataract Refract Surg. 2010;36:230–4.

69. Saw SM, Chua WH, Gazzard G, Koh D, Tan DTH, Stone RA. Eye growth changes in myopic children in Singapore. B J Ophthalmol. 2005; 89: 1489–94.

70. Drexler W, Findl O, Menapace R, Rainer G, Vass C, Hitzenberger CK, et al. Partial coherence interferometry: a novel approach to biometry in cataract surgery. Am J Ophthalmol. 1998;126:524–34.

71. Dunne MC, Davies LN, Wolffsohn JS. Accuracy of cornea and lens biom- etry using anterior segment optical coherence tomography. J Biomed Opt. 2007;12:064023.

72. Lege BA, Haigis W. Laser interference biometry versus ultrasound biometry in certain clinical conditions. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2004;242: 8–12.

73. Rajan MS, Keilhorn I, Bell JA. Partial coherence laser interferometry vs. con- ventional ultrasound biometry in intraocular lens power calculations. Eye. 2002;16:552–6.

74. Meyer F, Renard JP, Roux L, Rigal-Sastourne JC, Tuil A, Dot C, et al. Value of a new non-contact biometer for intraocular crystalline lens power calculation. J Fr Ophtalmol. 2001;24:1060–6.

75. Santodomingo-Rubido J, Mallen EA, Gilmartin B, et al. A new non-contact optical device for ocular biometry. Br J Ophthalmol. 2002;86:458-62.

76. Holzer MP, Mamusa M, Auffarth GU. Accuracy of a new partial coher- ence interferometry analyser for biometric measurements. Br J Ophthalmol. 2009;93:807–10.

77. Pizzarello L, Abiose A, Ffytche T, et al. VISION 2020: The Right to Sight: a global initiative to eliminate avoidable blindness. Arch Ophthalmol. 2004; 122:615–620.

78. Hashemi H, Fotouhi A, Yekta A, Pakzad R, Ostadimoghaddam H, Khabazkhoob M. Global and regional estimates of prevalence of refractive errors: Systematic review and meta-analysis. J Curr Ophthalmol. 2017;30(1):3-22.

79. Cheng CY, Hsu WM, Liu JH, Tsai SY, Chou P. Refractive errors in an elderly Chinese population in Taiwan: The Shihpai Eye Study. Invest Ophthalmol Vis Sci 2003;44:4630-8.

80. Lin LL, Shih YF, Hsiao CK, Chen CJ. Prevalence of myopia in Taiwanese schoolchildren: 1983 to 2000. Ann Acad Med Singapore 2004;33:27-33.

81. Saw SM, Katz J, Schein OD, Chew SJ, Chan TK. Epidemiology of myopia. Epidemiol Rev. 1996;18:175-87.

82. Bar Dayan Y, Levin A, Morad Y, Grotto I, Ben-David R, Goldberg A, et al. The changing prevalence of myopia in young adults: a 13-year

series of population-based prevalence surveys. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2005;46:2760-5.

83. Vitale S, Sperduto RD, Ferris 3rd FL. Increased prevalence of myopia in the United States between 1971e1972 and 1999e2004. Arch Ophthalmol. 2009;127:1632-9

84. Kempen JH, Mitchell P, Lee KE, et al. The prevalence of refractive errors among adults in the United States, Western Europe, and Australia. Arch Ophthalmol. 2004;122:495–505.

85. Holden BA, Fricke TR, Wilson DA, et al. Global Prevalence of Myopia and High Myopia and Temporal Trends from 2000 through 2050. Ophthalmology. 2016;123(5):1036-42.

86. Saunders KJ, Early refractive development in humans. Surv Ophthalmol. 1995; 40:207–16.

87. Fledelius HC, Christensen AC, Reappraisal of the human ocular growth curve in fetal life, infancy, and early childhood. Br J Ophthalmol. 1996; 80:918–21.

88. Gwiazda J, Thorn F, Bauer J, et al. Emmetropization and the progression of manifest refraction in children followed from infancy to puberty. Clinical Vision Sciences. 1993;8:8.

89. Zadnik K, The Glenn A. Fry Award Lecture. Myopia development in childhood. Optom Vis Sci. 1997; 74:603–8.

90. Lin LL, ShihYF, TsaiCB, et al. Epidemiologic study of ocular refraction among schoolchildren in Taiwan in 1995. Optom Vis Sci. 1999;76:275–281.

91. Zhao J, Mao J, Luo R, et al. The progression of refractive error in school-age children: Shunyi district, China. Am J Ophthalmol. 2002; 134:735–43.

92. Fan DS, Lam DS, Lam RF, et al. Prevalence, incidence, and progression of myopia of school children in Hong Kong. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2004; 45:1071–5.

93. 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.

94. Sanfilippo PG, Chu BS, Bigault O, Kearns LS, Boon MY, Young TL, et al. What is the appropriate age cut-off for cycloplegia in refraction? Acta Ophthalmol. 2014;92(6):458–62.

95. 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.

96. Sanfilippo PG, Chu BS, Bigault O, Kearns LS, Boon MY, Young TL, et al. What is the appropriate age cut-off for cycloplegia in refraction? Acta Ophthalmol. 2014;92(6):458–62.

97. 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.

98. Chen J, Xie A, Hou L, Su Y, Lu F, Thorn F. Cycloplegic and noncycloplegic refractions of Chinese neonatal infants. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2011;52(5):2456–61.

99. Fotouhi A, Morgan IG, Iribarren R, Khabazkhoob M, Hashemi H. Validity of noncycloplegic refraction in the assessment of refractive errors: the Tehran Eye Study. Acta Ophthalmol. 2012;90(4):380–6.

100. Hu YY, Wu JF, Lu TL, Wu H, Sun W, Wang XR, et al. Effect of cycloplegia on the refractive status of children: the Shandong children eye study. PLoS One. 2015;10(2): e0117482.

101. Zhu D, Wang Y, Yang X, et al. Pre- and Postcycloplegic Refractions in Children and Adolescents. Zheng Y, ed. PLoS ONE. 2016;11(12): e0167628.

102. Ruth E. Manny, Mohamed Hussein, Mitchell Scheiman, Daniel Kurtz, Kathy Niemann, Kathleen Zinzer, the COMET Study Group; Tropicamide (1%): An Effective Cycloplegic Agent for Myopic Children. Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 2001;42(8):1728-35.

103. Mutti O, Zadnik K, Egashira S, et al. The effect of cycloplegia on measurement of the ocular components. Invest Ophthalmol Vis Sci 1994;35(2):515–27.

104. Caca I, Cingu A, Sahin A, Ari S, Dursun M, Dag U, Balsak S, Alakus F, Yavuz A, Palanci Y. Amblyopia and refractive errors among school-aged children with low socioeconomic status in southeastern Turkey. J Pediatr Ophthalmol Strabismus. 2013;50:37–43.

105. Wong TY, Foster PJ, Johnson GJ, et al. Education, socioeconomic status, and ocular dimensions in Chinese adults: the Tanjong Pagar Survey. Br J Ophthalmol. 2002; 86:963–8.

106. Rose KA, Morgan IG, Ip J, et al. Outdoor activity reduces the prevalence of myopia in children. Ophthalmology. 2008;115:1279-85.

107. Mutti DO, Mitchell GL, Moeschberger ML, et al. Parental myopia, near work, school achievement, and children's refractive error. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2002; 43:3633–40.

108. Saw SM, Hong RZ, Zhang MZ, et al. Near-work activity and myopia in rural and urban schoolchildren in China. J Ped Ophthalmol Strab. 2001; 38:149–155.

109. Saw SM, Zhang MZ, Hong RZ, et al. Near-work activity, night-lights, and myopia in the Singapore-China study. Arch Ophthalmol. 2002; 120:620–627.

110. Ip JM, Saw SM, Rose KA, et al. Role of near work in myopia: findings in a sample of Australian school children. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2008;49:2903–10.

111. He M, Zeng J, Liu Y, et al. Refractive error and visual impairment in urban children in southern China. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2004; 45:793–9.

112. Murthy GV, Gupta SK, Ellwein LB, Muñoz SR, Pokharel GP, Sanga L, Bachani D. Refractive error in children in an urban population in New Delhi. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2002;43(3):623-31.

113. Uzma N, Kumar BS, Khaja Mohinuddin Salar BM et al. A comparative clinical survey of the preva- lence of refractive errors and eye diseases in urban and rural school children. Can J Ophthalmol 2009; 44: 328–333.

114. Padhye AS, Khandekar R, Dharmadhikari S et al. Prevalence of uncorrected refractive error and other eye problems among urban and rural school children. Middle East Afr J Ophthalmol. 2009; 16: 69–74.

115. Gursoy H, Basmak H, Yaz Y, Colak E, Vision Screening in Children Entering School: Eskisehir, Turkey. Ophthalmic Epidemiology. 2013; 20(4): 232–8.

116. Ojaimi E, Rose KA, Morgan IG, Smith W, Martin FJ, Kifley A, Robaei D, Mitchell P. Distribution of ocular biometric parameters and refraction in a population-based study of Australian children. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2005;46:2748-54.

117. Lam CS, Edwards M, Millodot M, Goh WS. A 2-year longitudinal study of myopia progression and optical component changes among Hong Kong schoolchildren. OptomVis Sci. 1999 Jun;76(6):370-80.

118. Goh PP, Abqariyah Y, Pokharel GP, Ellwein LB. Refractive error and visual impairment in school-age children in Gombak District, Malaysia. Ophthalmology. 2005;112(4):678-85.

119. Ostadimoghaddam H, Fotouhi A, Hashemi H ve ark. Prevalence of the refractive errors by age and gender: the Mashhad eye study of Iran. Clin Exp Ophthalmol. 2011;39(8):743-51.

120. You QS, Wu LJ, Duan JL et al Factors associated with myopia in school children in China: the Beijing childhood eye study. PLoS One. 2012;7(12): e52668.

121. Sheeladevi S, Seelam B, Nukella PB, Modi A, Ali R, Keay L. Prevalence of refractive errors in children in India: a systematic review. Clin Exp Optom. 2018;101(4):495-503.

122. He M, Huang W, Zheng Y, Huang L, Ellwein LB. Refractive error and visual impairment in school children in rural southern China. Ophthalmology. 2007;114:374-82.

123. Yi JH, Li RR. Influence of near-work and outdoor activities on myopia progression in school children [article in Chinese]. Zhong- guo Dang Dai Er Ke Za Zhi. 2011;13:32-5.

124. Wu PC, Tsai CL, Hu CH, Yang YH. Effects of outdoor activities on myopia among rural school children in Taiwan. Ophthalmic Epidemiol. 2010;17:338-342.

125. Saw SM, Chua WH, Hong CY, Wu HM, Chia KS, Stone RA, Tan D. Height and its relationship to refraction and biometry parameters in Singapore Chinese children. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2002;43(5):1408-13.

126. Saxena R, Vashist P, Tandon R, et al. Incidence and progression of myopia and associated factors in urban school children in Delhi: The North India Myopia Study (NIM Study). Pan C-W, ed. PLoS ONE. 2017;12(12): e0189774.

127. Chua SY, Sabanayagam C, Cheung YB, Chia A, Valenzuela RK, Tan D, Wong TY, Cheng CY, Saw SM. Age of onset of myopia predicts risk of high myopia in later childhood in myopic Singapore children. Ophthalmic Physiol Opt. 2016;36(4):388-94.

128. Iribarren R, Cortinez MF, Chiappe JP. Age of first distance prescription and final myopic refractive error. Ophthalmic Epidemiol. 2009;16(2):84-9.

129. Morgan IG, French AN, Ashby RS, Guo X, Ding X, He M, Rose KA. The epidemics of myopia: Aetiology and prevention. Prog Retin Eye Res. 2018;62:134-149.

130. Lin LL, Shih YF, Hsiao CK, Chen CJ, Lee LA, Hung PT. Epidemiologic study of the prevalence and severity of myopia among schoolchildren in Taiwan in 2000. J Formos Med Assoc. 2001;100: 684-91.

131. Saw SM, Carkeet A, Chia KS, Stone RA, Tan DT. Component dependent risk factors for ocular parameters in Singapore Chinese children. Ophthalmology. 2002;109:2065-71.

132. Li SM, Li SY, Kang MT, Zhou YH, Li H, Liu LR, Yang XY, Wang YP, Yang Z, Zhan SY, Gopinath B, Mitchell P, Atchison DA, Wang N. Distribution of ocular biometry in 7 and 14 year-old Chinese children. Optom Vis Sci. 2015;92(5):566-72.

133. SHIH, Yung-Feng, et al. Changes of anterior segment during childhood: a biometric study. Journal of Medical Ultrasound. 2011;19(2): 33-40.

134. McBrien NA, Adams DW. A longitudinal investigation of adult-onset and adult-progression of myopia in an occupational group. Refractive and biometric findings. Invest Ophthalmol Vis Sci. 1997;38:321–33.

135. Pokharel GP, Negrel AD, Munoz SR, Ellwein LB. Refractive error study in children: results from Mechi zone, Nepal. Am J Ophthalmol. 2000; 129(4):436-44.

136. Pokharel A, Pokharel PK, Das H, Adhikari S. The patterns of refractive errors among the school children of rural and urban settings in Nepal. Nepal J Ophthalmol Biannu Peer Rev Acad J. 2010;2(2):114-20.

137. Dandona R, Dandona L, Srinivas M, et al. Refractive error in children in a rural population in India. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2002;43(3): 615-22.

138. Pavithra M, Maheshwaran R, Sujatha R. A study on the prevalence of refractive errors among school children of 7-15 years age group in the field practice areas of a medical college in Bangalore. Int J Med Sci Public Health. 2013;2(3):641-5.

139. Kawuma M, Mayeku R. A survey of the prevalence of refractive errors among children in lower primary schools in Kampala district. Afr Health Sci. 2002;2(2):69-72.

140. Naidoo KS, Raghunandan A, Mashige KP, et al. Refractive error and visual impairment in African children in South Africa. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2003;44(9):3764-70.

141. Anera RG, Soler M, de la Cruz Cardona J, Salas C, Ortiz C. Prevalence of refractive errors in school-age children in Morocco. Clin Exp Ophthalmol. 2009;37(2):191-6.

142. Kumah BD, Ebri A, Abdul-Kabir M, et al. Refractive error and visual impairment in private school children in Ghana. Optom Vis Sci. 2013; 90(12):1456-61.

143. Maul E, Barroso S, Munoz SR, Sperduto RD, Ellwein LB. Refractive error study in children: results from La Florida, Chile. Am J Ophthalmol. 2000;129(4):445-54.

144. Garcia-Lievanos O, Sanchez-Gonzalez L, Espinosa-Cruz N, Hernandez- Flores LA, Salmeron-Leal L, Torres-Rodriguez HD. Myopia in school- children in a rural community in the State of Mexico, Mexico. Clin Optom. 2016;8:53-6.

145. Casson RJ, Kahawita S, Kong A, Muecke J, Sisaleumsak S, Visonnavong V. Exceptionally low prevalence of refractive error and visual impairment in schoolchildren from Lao People's Democratic Republic. Ophthalmology. 2012;119(10):2021-7.

146. Dandona R, Dandona L, Srinivas M, Giridhar P, McCarty CA, Rao GN. Population-based assessment of refractive error in India: the Andhra Pradesh eye disease study. Clin Exp Ophthalmol. 2002;30(2):84-93.

147. Saw SM, Goh PP, Cheng A, Shankar A, Tan DT, Ellwein LB. Ethnicity-specific prevalences of refractive errors vary in Asian children in neighbouring Malaysia and Singapore. Br J Ophthalmol. 2006; 90(10): 1230-5.

148. Pi LH, Chen L, Liu Q, et al. Refractive status and prevalence of refractive errors in suburban school-age children. Int J Med Sci. 2010; 7(6):342-53.

149. Li SM, Liu LR, Li SY, et al. Design, methodology and baseline data of a school-based cohort study in Central China: the Anyang Childhood Eye Study. Ophthalmic Epidemiol. 2013;20(6):348-59.

150. Yingyong P. Refractive errors survey in primary school children (6-12 year Old) in 2 provinces: Bangkok and Nakhonpathom (one year result). J Med Assoc Thail. 2010;93(10):1205-10.

151. Fotouhi A, Hashemi H, Khabazkhoob M, Mohammad K. The prevalence of refractive errors among schoolchildren in Dezrul, Iran. Br J Ophthalmol. 2007;91(3):287-92.

152. Yekta A, Fotouhi A, Hashemi H, et al. Prevalence of refractive errors among schoolchildren in Shiraz, Iran. Clin Exp Ophthalmol. 2010;38(3): 242-8.

153. Rajavi Z, Sabbaghi H, Baghini AS, et al. Prevalence of amblyopia and refractive errors among primary school children. J Ophthalmic Vis Res. 2015;10(4):408-16.

154. Norouzirad R, Hashemi H, Yekta A, et al. The prevalence of refractive errors in 6 to 15 year-old schoolchildren in Dezful, Iran. J Curr Ophthalmol. 2015;27(1-2):51-5.

155. Hashemi H, Yekta A, Jafarzadehpur E, et al. High prevalence of refractive errors in 7 year old children in Iran. Iran J Public Health. 2016;45(2):194-202.

156. Villarreal MG, Ohlsson J, Abrahamsson M, Sjostrom A, Sjostrand J. Myopisation: the refractive tendency in teenagers. Prevalence of myopia among young teenagers in Sweden. Acta Ophthalmol Scand. 2000;78(2):177-81.

157. Gronlund MA, Andersson S, Aring E, Hard AL, Hellstrom A. Ophthalmological findings in a sample of Swedish children aged 4-15 years. Acta Ophthalmol Scand. 2006;84(2):169-76.