

T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
GÖZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

**TAŞINABİLİR OTOREFRAKTOMETRE İLE YAPILAN
REFRAKSİYON ÖLÇÜMLERİ İLE OTOREFRAKTOMETRE İLE
YAPILAN SİKLOPLEJİLİ VE SİKLOPLEJİSİZ REFRAKSİYON
ÖLÇÜMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

UZMANLIK TEZİ

Dr. Erdoğan DİK

TEZ DANIŞMANI

PROF. DR. HALİT OĞUZ

ŞANLIURFA

2013

T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
GÖZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

**TAŞINABİLİR OTOREFRAKTOMETRE İLE YAPILAN
REFRAKSİYON ÖLÇÜMLERİ İLE OTOREFRAKTOMETRE İLE
YAPILAN SİKLOPLEJİLİ VE SİKLOPLEJİSİZ REFRAKSİYON
ÖLÇÜMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

UZMANLIK TEZİ

Dr. Erdoğan DİK

TEZ DANIŞMANI

PROF. DR. HALİT OĞUZ

Bu tez, Harran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Koordinatörlüğünün
..... Proje numarasıyla desteklenmektedir.

ŞANLIURFA

2013

TEŞEKKÜR

Harran Üniversitesi Tıp Fakóltesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Prof. Dr. Halit OĞUZ' a tez yazım aşamasındaki yardımları için teşekkür ederim.

Uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve deneyimleriyle yetişmemde büyük katkısı olan Harran Üniversitesi Tıp Fakóltesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı Başkanı ve tez hocam Prof. Dr. Halit OĞUZ'a, hocalarım Prof. Dr. Mustafa GÜZEY'e, Prof. Dr. Sevim Söker ÇAKMAK'a, Yrd. Doç. Dr. Ali AKAL'a ve Yrd. Doç. Dr. Tuğba GÖNCÜ'ye teşekkürü bir borç bilirim.

Mesai arkadaşlarım, bölüm hemşirelerimiz, personellerimiz ve tıbbi sekreterlerimize teşekkürlerimi sunarım.

Dr. Erdoğan DİK

İÇİNDEKİLER	SAYFA NO
TEŞEKKÜR	I
İÇİNDEKİLER	II
ŞEKİL LİSTESİ	IV
TABLO LİSTESİ	V
KISALTMALAR	VI
ÖZET	VII
ABSTRACT	VIII
1.GİRİŞ	1
2.GENEL BİLGİLER	3
2.1.Gözün optik sistemi	3
2.2.Kornea	3
2.2.1.Gözyaşı Filmi	4
2.2.2.Epitel	4
2.2.3.Bowman tabakası	5
2.2.4.Stroma	5
2.2.5.Descemet Membranı	6
2.2.6.Endotel	6
2.2.7.Fizyoloji	7
2.3.Lens	8
2.4.Retina	10
2.4.1.Makula	12
2.4.2.Fovea	13
2.4.3.Ora Serrata	13
2.5.Görme Fizyolojisi	13
2.6.Gözün Refraktif Durumları	14
2.6.1Ametropi Sebepleri	15
2.6.2.Miyopi	16
2.6.2.1.Miyopi Nedenleri	17
2.6.2.2.Miyopi Tipleri	17
2.6.3.Hipermetropi	18
2.6.3.1.Hipermetropi Tipleri	19
2.6.3.2.Astigmatizma	20

2.7.Akomodasyon	23
2.8.Ambliyopi	24
2.8.1.Ambliyopi Sınıflaması	25
3.GEREÇ VE YÖNTEM	27
3.1.Çalışmada Kullanılan Cihazlar	27
4.BULGULAR	35
5.TARTIŞMA	38
6.SONUÇ	42
KAYNAKLAR	

TABLÖLAR

Tablo 1: Otorefraktometre ile Taşınabilir otorefraktometre ölçümlerinin sağ göz için sikloplejinli ve sikloplejinsiz silindirik aks değerlerinin ortalamaları ve ölçümler arası farkın p değerleri

Tablo2: Otorefraktometre ile Taşınabilir otorefraktometre ölçümlerinin sol göz için sikloplejinli ve sikloplejinsiz silindirik aks değerlerinin ortalamaları ve ölçümler arası farkın p değerleri

Tablo3: Otorefraktometre ile Taşınabilir otorefraktometre ölçümlerinin sağ göz için sikloplejinli ve sikloplejinsiz sferik eşdeğer değerlerinin ortalamaları ve ölçümler arası farkın p değerleri

Tablo4: Otorefraktometre ile Taşınabilir otorefraktometre ölçümlerinin sol göz için sikloplejinli ve sikloplejinsiz sferik eşdeğer değerlerinin ortalamaları ve ölçümler arası farkın p değerleri

ŞEKİLLER

Şekil-1 : Kornea kesitinin mikrofotoğrafı

Şekil-2 : Retinanın histolojik kesiti

Şekil-3 : Makula Anatomisi

Şekil-4 : Akomodasyon yapmayan emetrop gözde uzak nokta düzlemi ve fokus

Şekil-5 : Miyop gözde uzak nokta düzlemi ve fokus

Şekil-6 : Hipermetrop gözde uzak nokta düzlemi ve fokus

Şekil-7 : Sturm Konoidi

Şekil-8 : Çeşitli astigmatizmalarda Sturm Konoidi fokal çizgilerinin retinaya konumları

Şekil-9 : Taşınabilir otorefraktometre cihazının Hartmann-Shack ölçüm prensibi

Şekil-10 : Taşınabilir otorefraktometre

Şekil-11 : Taşınabilir otorefraktometre arka kısmında yer alan tuşlar

Şekil-12 : : Taşınabilir otorefraktometre ölçüm ekranının görünümü

Şekil-13 : Otorefraktometre Ölçüm Prensibi

Şekil-14 : Otorefraktometre Ölçüm Prensibi

KISALTMALAR

Cm : Santimetre

Mm : Milimetre

μ L : Mikrolitre

μ m : Mikrometre

CCD : Compuled Charged Device(Görüntü Sensörü)

D : Dioptri

Dak : Dakika

Hc : Hücre

O₂ : Oksijen

CO₂ : Karbondioksit

H₂O : Su

Na : Sodyum

K : Potasyum

ATPaz: Adenin Trifosfaz

ÖZET

Taşınabilir Otorefraktometre ile Yapılan Refraksiyon Ölçümleri ile Otorefraktometre ile Yapılan Sikloplejili ve Sikloplejisiz Refraksiyon Ölçümlerinin Karşılaştırılması

Dr.Erdoğan DİK

Göz Hastalıkları Anabilim Dalı Uzmanlık Tezi

Giriş: Refraksiyon kusurunun doğru bir biçimde ölçümü özellikle ambliyopinin engellenmesi ve astenopik şikayetlerin giderilmesi açısından oldukça önemlidir. Günümüzde bu amaçla kullanılan çeşitli vasıfta otomatik refraktometre cihazları bulunmaktadır. Klinik muayenede daha yaygın bir biçimde masüstü otorefraktometre cihazları kullanılmaktadır. Bunun dışında ayrıca çocuk ve özürü hastalar için özellikle ambliyopinin taramasında elde taşınır, invaziv olmayan, uyumu kolay ve hızlı ölçüm imkanı sağlayan otomatik refraktometre cihazları da geliştirilmiştir(3,6).

Amaç: Bu çalışmada Taşınabilir otorefraktometre ve otorefraktometre ile yapılan non-sikloplejik refraksiyon ölçümlerinin ve sikloplejili refraksiyon ölçümlerinin karşılaştırılması amaçlanmaktadır.

Sonuç: İki cihazla yapılan ölçümlerde silindirik aks değerleri ve sikloplejili sferik eşdeğer değerleri uyumlu bulunurken, sikloplejisiz sferik eşdeğer değerleri uyumlu bulunmamıştır.

Anahtar Kelimeler: Taşınabilir otorefraktometre, Otorefraktometre, Siklopleji, Refraksiyon Kusurları, Akomodasyon

ABSTRACT

The refraction measurements with a portable Autorefractometer the cycloplegic and cycloplegic refraction and compare the measurements with the Autorefractometer

Erdoğan DİK, MD

Specialization Thesis, Department of Ophthalmology

INTRODUCTION: Measurement of refractive disorder correctly is very important, especially in terms of amblyopia prevention and elimination of asthenopia complaints. Nowadays devices used for this purpose include various autorefractometers. Desktop devices are more widely used in clinical examination autorefractometer. In addition to this, especially for patients with amblyopia screening for children and the disabled handheld, non-invasive, quick and easy connection of measurement devices have been developed allowing the automatic refractometer.

PURPOSE: To compare the result of refraction measurement with portable autorefractometer and autorefractometer with or without cycloplegia.

CONCLUSION: Two measurements with the devices were compatible with the cylindrical axis values and cycloplegic spherical equivalent values were found, cycloplegic spherical equivalent values were not compatibl.

Key Words: Portable autorefractometer, Autorefractometer, Cycloplegia, Refractive disorder, Accomodation

1.GİRİŞ

Günümüz göz muayenelerinde refraksiyon kusurlarının ölçülmesinde önemli bir yeri olan otomatik refraktometreler 1970’li yılların başlarından beri objektif bir yöntem olarak kullanılmaktadır(1). Klinik muayenede daha yaygın bir biçimde masaüstü otorefraktometre cihazları kullanılmaktadır. Çocuklarda sikloplejisiz olarak yapılan otorefraktometre ölçümleri yanlış miyopik kaymalara neden olabilmektedir. Bunun nedeni çocuklardaki kontrolsüz akomodasyon olabilir. Çocuklardaki bu kontrolsüz akomodasyon ancak sikloplejin ile kırılıp doğru ölçümler alınabilir. Ancak sikloplejili ölçümlerle anlaşılabilen bu durumun, otorefraktometre ve retinoskopi ile yapılan ölçümleri arasında fark olmadığı bildirilmiştir. Ambliyopik risk faktörlerine sahip çocukların üçte ikisi refraktif bozukluklara sahiptir (gözün optikleri görüntüleri retina net olarak düşüremez). Bunlar anisometri (iki gözün optik değerinin farklı olması), miyop ve hipermetrop (uzağı ve yakını görememe) ve astigmat’dır (odaklamada asimetri). Dahası, gençlerin %20’si düzeltilmediğinde eğitimsel gelişimlerini etkileyebilecek düzeltici lens gerektiren refraktif bozukluk yaşamaktadır(2).

Refraksiyon kusurunun doğru bir biçimde ölçümü özellikle ambliyopinin engellenmesi ve astenopik şikayetlerin giderilmesi açısından oldukça önemlidir. Günümüzde bu amaçla kullanılan çeşitli vasıfta otomatik refraktometre cihazları bulunmaktadır. Klinik muayenede daha yaygın bir biçimde masaüstü otorefraktometre cihazları kullanılmaktadır. Bunun dışında ayrıca çocuk ve özürli hastalar için özellikle ambliyopinin taramasında elde taşınır, invaziv olmayan, uyumu kolay ve hızlı ölçüm imkanı sağlayan otomatik refraktometre cihazları da geliştirilmiştir. Bu cihazların retinoskopi ve masaüstü otorefraktometre cihazları ile karşılaştırıldığı farklı klinik çalışmalar literatürde mevcuttur(3-6).

Amerikan Pediatri Akademisi, Aile Hekimliği, Oftalmoloji ve Optometri hep beraber okul öncesi özellikle 3 ile 4 yaşındaki çocuklarda anahtar sayılabilecek göz taramalarını desteklemektedir(7).

Taşınabilir otorefraktometre Welch Allyn SureSight™ erişkinleri de otomatik olarak test edebilir, ölçümleri özellikle çocukların, infantların, zihinsel ve bedensel engellilerin kırma kusurlarının saptanmasında yararlıdır. Yaklaşık 35 cm mesafeden hızlı, kolay ve non-dilate ölçüme olanak sağlaması gibi önemli avantajları bulunmaktadır(7).

Sonuç olarak Okul çağı çocuklarının refraksiyon kusurlarının saptanmasında akomodasyon belirgin şekilde etkili olmaktadır. Fotorefraktometre yöntemi, bu yaş grubu çocukların refraksiyon kusurlarının saptanmasında sikloplejiye olan ihtiyacı

önleyebilmektedir. Elde taşınır otorefraktometre ile yapılan ölçümlerde belirgin akomodasyon sonucu miyopiye kayış bulguları elde edilmiştir(3). Yaşla birlikte akomodasyon ve akomodatif konverjans oranlarının değiştiği bilinen bir husustur (4,5).

2.GENEL BİLGİLER

2.1.Gözün Optik Sistemi

Gözün temel görevi dış dünyanın net bir görüntüsünü retina üzerinde oluşturmak ve bu görüntüyü değerlendirilmek üzere beyne iletmektir. Görüntünün oluşması için dış ortamdan gelen ışınlar gözün temel kırıcı ortamları olan kornea ve lens tarafından uygun bir kırılmaya uğratılır. Gözün ortalama +62 diyoptri(D) olan toplam kırıcılığının %70'i kornea tarafından oluşturulur. Ön yüzü +48,8 D, arka yüzü ise -5.8 D kırma gücüne sahip olan kornea santrali, +43 D olan toplam kırma gücüyle gözün en önemli kırıcı yüzeyini oluşturmaktadır. Lensin kırma gücü ise +19 diyoptridir. Gözün iki temel refraktif ortamından biri olan kornea statik ve sabit bir yüzey iken; lens akomodasyon yeteneği seviyesinde gücünü değiştirebilir. Silyer kas kasılınca zonüllerin gerilimi azalır ve lens kurvaturleri daha konveks hale gelerek kırıcılık gücü artar. Bu güc değişikliği akomodasyon adını alır. Maksimum akomodasyon ile lensin kırma gücü +33 diyoptriye kadar artabilir. Gözün bu toplam kırma gücü sayesinde 6 metre uzaktaki bir cismin retina üzerinde yaklaşık 350 kez küçültülmüş gerçek bir görüntüsü oluşturulur (8).

2.2.Kornea

Kornea göz küresinin ön kısmında yer alan ve 1/6'sını oluşturan saydam, avasküler tabakadır. Korneanın horizontal çapı ortalama 12.6 mm, vertikal çapı 11.7 mm'dir. Ön yüzeyin ortalama eğrilik yarıçapı 7.8 mm'dir. Kornea ön yüzeyinin kırma gücü 48 dioptri, arka yüzeyinin kırma gücü - 5.8 dioptridir, net kırma gücü ise 43 dioptridir. Kornea santralde en ince olup (0.52 mm) periferde gittikçe kalınlaşır (0.65 mm) (9). Kornea anatomik olarak 5 tabakadan oluşur. Epitel, Bowman tabakası, stroma, Descemet membranı ve endoteldir (Şekil 1).



Şekil 1: Kornea kesitinin mikrofotografı

2.2.1.Gözyaşı Filmi:

Prekorneal gözyaşı film tabakası yaklaşık 7 µm kalınlığındadır ve normalde 6.2 ± 2 µL hacme sahiptir. Gözyaşı üretimi 1.2 µL/dak'dır. Drenajının büyük kısmı nazolakrimal kanal yolu ile küçük kısmı ise oküler yüzeyden buharlaşma ile olmaktadır. Kompleks içeriğinde çeşitli elektrolitler, proteinler, enzimler ve lipitler bulunur(9,10). Gözyaşı filmi fonksiyonel olarak çok önemlidir. Düzgün ve nemli bir optik yüzey sağlar. Ayrıca kornea epitelini havadan gelen etkenlere karşı korur ve gözün doğal immunitesine yardımcı olan sekretuar immunglobulinleri sağlar (11).

2.2.2.Epitel

Kornea epitelinin fonksiyonları mikroorganizma, yabancı cisim, solüsyon ve ilaçlara karşı bir bariyer oluşturmak, saydam ve düzgün bir optik yüzey sağlamaktır. Epitel 50 µm kalınlığındadır ve üç tip epitel hücresi içerir. Sürekli bir eksfoliasyon ve turn-over vardır. Yüzeydeki apikal hücreler dökülür ve yerine altındaki kanat hücreler gelirler .

Bu kanat hücreler komşu hücrelerle yeni bağlantılar oluşturur ve yeni yüzey hücrelerini meydana getirirler. Bu epitelyal turn-over yaklaşık 1 hafta sürer. Bazal hücreler

mitoz yeteneğine sahiptir, bununla birlikte normal deskuamasyon veya yaralanmalardaki rejenarasyonda limbal kök hücrelerinin merkeze doğru uzanımları ve replasmanları ile defekt kapatıldığından çoğu epitelyal hücreler limbal kökenlidir (9).

Wiley ve arkadaşlarının yapmış olduğu immunohistokimyasal bir çalışmada epitel hücrelerinin çoğunluğunun üst perifer kornea ve limbal kök hücrelerinden oluşturulduğu görülmüştür (19).

2.2.3.Bowman tabakası

Kornea periferinde daha kalın olmak üzere 8-12 µm kalınlığındadır. Stromanın yüzeysel kısmı Bowman tabakasını oluşturur. Sinir aksonları sonlanmaları dışında asellüler bir yapıdır. Keratosit (fibroblast) ihtiva etmez. Bu nedenle hasara uğradığında rejenere olamaz. Ön kısmında epitel bazal membranı yer alır. Çoğunluğunu tip 3'ün oluşturduğu kollajenlerden (tip 1,3,5 ve 6) meydana gelmiştir. Tip 4 ve 7 kollajen ise komşu yapılarla bağlantılarda bulunmaktadır. Elektron mikroskopisinde ön yüzde epitel bazal laminasının lamina densasından keskin bir sınırla ayrıldığı görülmektedir. Ön yüzey birçok por ihtiva etmektedir. Bu porlar sinirlerin geçişini sağlamaktadır. Bazal membran, arka yüzeyinde stromadan gelen kollajen fibrilleri ile birleşmiştir. Bazı fibriller bazal membran içlerine kadar uzanır (9,13).

2.2.4.Stroma

Korneanın büyük kısmını stroma oluşturur. Stroma korneanın orta kısmında yer alan 450µm kalınlığında fibröz bir dokudur. Çoğunluğu tip 1 olmak üzere çeşitli kollajenlerden (tip1, 3,5,6) oluşmuştur . Tip 1 kollajen 25-35 nm çaplı, 67nm büyüklüğünde fibrillerden oluşmuştur. Bu fibriller düzgün bir şekilde birleşip lamellaları oluştururlar. Bu lamellalar korneal yüzeye paralel şekilde yerleşmişlerdir. Bu lamellalar değişik büyüklükte olabilirler. Genellikle stroma ön yüzeyinde daha küçük boyutlarda (0.5-30 µm eninde, 0.2-1.2 µm kalınlıkta) ve arka yüzeye yaklaştıkça daha büyük boyutlarda (100-200µm eninde, 1-2.5µm kalınlıkta) bulunmaktadırlar. Yüzlerce bireysel kollajen lamellası birleşerek korneal stromayı oluşturur.

Korneanın yapı taşlarından biri de proteoglikan molekülleridir. Proteoglikanlar hidrofilik mukopolisakkarid yapıdadırlar ve kovalent bağlı glikozaminoglikanlarla birleşirler. Kollajen fibriller korneanın bu temel yapıtaşları içine gömülü olarak bulunurlar. Proteoglikanlar ihtiva ettikleri glikozaminoglikan grubuna göre çok çeşitli olabilirler. Korneal

stromadaki temel glikozaminoglikanlar keratan sülfat, dermatan sülfat, kondrotin sülfat ve atipik olarak kovalent bağlı olmayan hyalüronik asittir. Dermatan sülfat ve keratan sülfat korneada en çok bulunan glikozaminoglikanlardır. Bunlar kollajen fibrillerle bağlantılı ve genelde fibrile dik olarak yerleşmişlerdir. Kondrotin sülfat ve hyalüronik asit ise daha az sayıdadır, interfibriller boşluklarda bulunur ve fibrillerle bağlantılı değildirler. Korneada glikozaminoglikanların temel görevi interfibriller boşlukların korunmasıdır(14). Korneal stromanın %3 ila 5'ini ise keratositler oluştururlar. Korneal stroma içine dağılmış bir vaziyette bulunan bu hücreler satellit uzantılarıyla birbirlerine bağlıdır ve muhtemelen iletişimi sağlamaktadırlar. Bu uzantılarla birbirlerine “tight junction”larla bağlıdır. Genellikle interlameller boşluklarda bulunmalarına karşın nadiren uzantıları aracılığıyla bir lameller bağlantı halinde olabilirler(9,10).

2.2.5.Descemet Membranı

Endotel tabakasının bazal laminası olarak kabul edilebilecek olan descemet membranı 8-10 µm kalınlığındadır. Endotel tabakasının ekstraselüler sekresyonu sonucu oluştuğu düşünülmektedir. Histolojik olarak stromal arka yüzeye komşu çizgisiz tabaka, onun altındaki çizgili tabaka ve en alttaki çizgisiz tabaka olmak üzere 3 tabaka halinde görülür. Üstteki iki tabakanın kalınlığı yaşla değişir. Endotelin üzerindeki en alttaki tabaka ise ömür boyu değişmeden kalır. Üzerindeki stromadan kolayca ayrılabilen ve cerrahi olarak da disseke edilebilmektedir. Çünkü stromadan uzanan kollajen fibriller sadece 0.16 ila 0.21 µm derinliğine kadar penetre olmuştur. Descemet membranının temel bileşeni kollajendir. Arka çizgisiz bölgede tip 3 ve 4, ön çizgili bölgede tip 4 ve 8, ön çizgisiz bölgede ise tip 5 ve 6 kollajen saptanmıştır(13,15). Tip 5 kollajen ayrıca endotel ile komşu bölgelerde de yer almaktadır.

2.2.6.Endotel

Tek sıralı hegzagonal 400.000-500.000 hücreden oluşur. 4-6 µm yükseklikte ve 20 µm enindedirler. Yan duvarlarında çok sayıda gap junctionlarla birbirlerine bağlıdır ve sitoplazmik iletişim bu sayede sağlanır. Ön kamaraya bakan yüzeyinde hücreler “tight junction”la birbirlerine bağlıdır. Megamoleküller bu bağlantılardan geçemezler. Bu bağlantılar epitel yüzey hücreleri arasındaki “tight junction”lara göre daha büyük olmasına karşın epiteldeki kadar efektif değildirler. Yine de bu bağlantılar ön kamara sıvısının stromaya pasif

diffuzyonunu önlemektedir. Fazla sıvı geçişi olduğu durumlarda ise hücre membranları aktif iyon transportu mekanizmasıyla bu durumu dengelemektedir. Ancak endotel hücre sayısı herhangi bir sebeple kritik bir düzey olan 400-700 hc/mm²'ye düşerse bu endotelyal transport mekanizması aşılmış olur ki bu durumda kronik korneal ödem ortaya çıkar. Hücrelerin ön kamaraya bakan apikal yüzeyinde tek bir kısa siliya bulunur. Bunun bir işlevi olup olmadığı bilinmemektedir. Az sayıda küçük mikrovillusler de görülebilmektedir. Bu amitotik hücrelerin temel görevi korneal hidrasyonun regülasyonunda önemli bir yere sahip olan endotelyal iyon transport sistemi için enerji sağlanmasıdır. Kornea saydamlığının korunmasında çok önemlidir. Yaşla rejenere olma özelliği olmadığı için endotel hücrelerinin sayısı yaşla azalır, komşu hücreler genişleyerek boşluğu doldurur. Cerrahi travmaya bağlı gelişen kornea endotel kaybı da benzer şekilde komşu hücrelerin genişlemesiyle doldurulur. Bu hücrelerde yüksek metabolik aktivite vardır(9).

2.2.7.Fizyoloji

Kornea daha önce bahsedildiği gibi gözün en kırıcı optik ortamıdır. Korneanın ön yüzeyinin kırıcılık indisi 1,376 ve kırma gücü de 48,8 D'dir. Arka yüzeyinin kırıcılık indisi 1,336 ve kırma gücü de -5,8 D'dir. Yani korneanın toplam kırıcılık gücü ortalama 43 D'dir. Bu da göz küresinin toplam kırma gücü olan 62 D'nin üçte ikisine tekabül eder. Bu kırıcılığın sağlanmasında yukarıda anlatıldığı gibi korneanın epitelyal, stromal anatomik yapısı ve endotelyal fonksiyonlar çok önemlidir. Kornea epiteli hem bir bariyer görevi görür hem de gözyaşı filmiyle beraber düzgün bir refraktif yüzey oluşturur. Ayrıca iyon ve O₂ transportu gibi görevleri vardır. Stroma düzgün kollajen dizilimiyle saydamlığı sağlar. Endotel hidrasyon regülasyonunu ve iyon transportunu sağlar. Kornea endoteli bu görevini başarıyla yerine getirdiği sürece stromanın su içeriği % 78 olarak kalır. Endotelde yer alan metabolik pompayı endotel hücrelerinin lateral membranlarında lokalize olan Na-K-ATP'az pompası oluşturur. Bu pompa hücreler arası boşluğa Na'un atılmasını sağlayarak Na ile birlikte suyun da ön kamara sıvısına atılmasını gerçekleştirir. Bu şekilde stromadan ön kamaraya doğru sürekli bir sıvı akışı olur. Kamaralar sıvısından stromaya sıvı geçişi ise endotel hücreleri arasındaki "tight junction"larla önlenmiş olur. Na-K-ATPaz pompasının etkin çalışabilmesi için, endotel hücrelerinde bulunan karbonik anhidraz enziminin aracılık ettiği bir reaksiyonun gerçekleşmesi gerekir. CO₂ ve H₂O bu enzim aracılığı ile H iyonu ve bikarbonat iyonlarına ayrılır. Bikarbonat iyonu ile Cl pompası devreye girer ve hücre içine Cl girerken hücre dışına H iyonu atılır. Aynı zamanda bikarbonat iyonu da hücre dışına atılmış olur. Meydana

gelen bikarbonat iyonu Na-K ATP'az pompasının çalışması için gerekli ortamı sağlamış olur (16).

2.3.Lens

Normal kristalin lens; ışığı kırmak, akomodasyonu sağlamak, kendi saydamlığını devam ettirmek fonksiyonlarına sahip bikonveks bir yapıdır. 16 – 20 diyoptrilik kırıcılık gücünü santralde 1.4 periferde 1.36 olan kırıcılık indeksinin önündeki humor aköz ve arkasındaki vitreusdan farklı olmasıyla sağlar. Doğumda ortalama 6.4 mm ekvatoryal ve 3.5 mm ön-arka uzunluğa sahip olan lens erişkin dönemde 9 mm ekvatoryal ve 5 mm ön-arka uzunluğa erişir. Ağırlığıda doğumda 90 mg iken erişkin dönemde 255 mg'a kadar ulaşır.

Lens kapsülü, elastik, transparan, ağırlıklı olarak tip 4 kollajen içeren (tip 1 ve 3 de ihtiva eder) ve lens epitel hücreleri ile fibrillerini saran bir zardır. Kapsül kalınlığı bakımından insan vücudunun en kalın bazal zarıdır. Kalınlığı önde 14 µm, periferde 23- 17 µm arasında değişen, arkada ise 4 µm kadardır. Zonüler lifler, lensin yerinde durmasında çok büyük öneme sahip yapılardır. Pars plananın non-pigmente epitelinin bazal laminasından ve siliyer cismin pars plikatasından orijin alırlar. Ekvator bölgesinde lens kapsülüne önde 1.5 mm ve arkada 1.25 mm bölgede yapışır.

Ekvatoryal zonül fibrilleri lensin ekvatoruna yapışarak yakına uyum mekanizmasında rol alırlar. Diğer ön ve arka zonüller ise destek görevinde çalışırlar(17).

Lens epitel hücreleri, ATP yapımı ile lensin enerji ihtiyacını karşılayan hücrelerdir. Ön kapsülün altında tek sıra halinde dizilmiş ektoderm kökenli ve hegzogonal şekillidirler. Bu lens epitel hücreleri mitotiktir ve özellikle pre-ekvatorda bulunan germinatif zon adı verilen bölgedeki hücrelerin mitotik aktivitesi daha yüksektir. Bu bölgede oluşan yeni hücreler ekvatora doğru ilerlerken bir yandan da hacimce genişleyerek ve hücre içi organellerini kaybederek fibriller yapıya kavuşurlar. Lens fibrilleri, lensin ana yapı elemanıdır. Bunlar lens epitelinden gelişen fibrillerdir. Gelişen yeni lens fibril hücreleri eski hücrelerin üzerine yığılır. Bu şekilde lens kalınlığının hayat boyu arttığı yapılan çalışmalarda gösterilmiştir. Lens biyokimyası açısından lensin yüksek protein içeriği, lensteki karbonhidrat metabolizması ve oksidatif hasara karşı koruyucu mekanizmalardan bahsetmek gerekir. Lens ağırlığının yaklaşık %33'ü protein yapıdadır ki insan vücudunda proteinlerin en yüksek oranda bulunduğu yer lenstir. Lens proteinleri suda eriyenler ve suda erimeyenler olarak iki grupta incelenir. Suda erimeyen grup ayrıca ürede eriyen ve erimeyen olarak iki alt grupta incelenir. Lensteki tüm proteinlerin %80 i suda eriyen tiptedir ve kristalin olarak adlandırılır. Alfa (α),

Beta (β) ve Gama (γ) olmak üzere üç farklı kristalin proteini mevcuttur ve sırasıyla lens proteinlerinin %32, %55 ve %1.5 ini oluştururlar. Zamanla lensin toplam protein miktarında azalma olsa da kataraktlı gözlerde ürede erimeyen protein artışı belirgindir. Bu durum lens kapsülünden kristalin kaybını düşündürmüştü ve çalışmalarda kataraktlı gözlerde humör aközde alfa ve gama kristalinler artmış olarak bulunmuştur. Lenste enerji yapımı glukoz metabolizmasına bağlıdır. Glukoz aköz hümörden basit difüzyon ve kolaylaştırılmış difüzyonla alınır. Hekzokinazla fosfatlanarak Glukoz- 6-Fosfat haline getirilip hücre içinde tutulması sağlandıktan sonra iki yola gidilir. Anaerobik glikoliz yolu ya da Hekzoz monofosfat yolu (HMY). HMY'na giren glukoz sadece %5 lik kısımdır ki bu yolla yağ asidi metabolizması için NADPH ve nükleotid biyosentezi için riboz elde edilir. Glukoz lenste çok arttığında metabolizma ürünlerinden sorbitol, galaktitol gibi lensin geçirgenliğinin daha az olduğu ürünler birikir ki buda osmotik basınç artışı ile lens içine su girişine sebep olur. Sonuçta fibrillerde şişme lens yapısında değişim ve opasifikasyon görülür ki diabet hastalarında daha erken yaşlarda katarakt gelişiminin mekanizması da bu yüksek glukoz metabolizması ürünleridir. Lensin içerdiği oksidatif hasara karşı koruyucu enzimler; Katalaz, Glutasyon peroksidaz ve Superoksid dismutazdır. Bu enzimlerin yanısıra Askorbik asit ve E vitamini de lensi oksidatif hasara karşı korumaktadır. Su ve elektrolit dengesi de lensin normal işlevinin devamı için çok önemlidir. Lensin %65 i sudan oluşmaktadır. Ayrıca lensin damarsal yapısı ve innervasyonu olmadığından beslenme ve artıkların atılmasını aköz hümör yoluyla gerçekleştirir. Bunu lens epitelindeki aktif transport kanalları aracılığıyla karşılar.

Lens embriyolojisi açısından ilk önemli zaman gestasyonun 25. günüdür. Lens bu dönemde önbeyin ve diensefalondan gelişmeye başlar. Gebeliğin 27. gününde nöroektodermden salınan kimyasal medyatörler yardımı ile küboid hücreler kolumnar hücrelere döner ve bu kısımdaki lens düzleşir, sonuçta 29. günde lens pit'i oluşur. Zamanla lens pit'i derinleşir ve ektoderm ile bağlantısı kopar. Sonuçta bazal membran içinde tek sıra küboidal hücreden oluşan lens vezikülü oluşur. Vezikülün arka hücreleri daha da uzayıp kolumnar hücrelere döner ve lümeni doldurmaya başlar. 40. günde lümeni tamamen doldururlar. Uzayan hücreler lens fibrilleri adını alır. Bu esnada ön lens vezikül hücreleri değişmez ve lens epitelini oluşturur. Bundan sonraki büyüme ve farklılaşma lens epiteli arayıcılığıyla olur. Gelişim süresince ön ve arkada çoğalan fibrillerin karşılaştığı noktalarda ön ve arka Y sütürleri oluşur(18,19).

2.4.Retina

Retina gözün en iç tabakasıdır ve nöroektodermden gelişir. İki katmanı vardır, dış retina pigment epiteli (RPE) ve iç nöral retina. Bunların arasında ise potansiyel bir boşluk bulunur. Duyusal tabaka ile RPE arasındaki bu potansiyel fizyolojik boşluğa, " subretinal alan" denir. Duyusal tabaka ve RPE arasında peripapiller bölge ve ora serrata dışında anatomik bir yapışıklık yoktur. Patolojik durumlarda 2 tabaka birbirinden ayrılıp, dekolmana yol açabilir.

Retina, vorteks venlerinin skleraya girdiği yerde meydana gelen daire ile santral (posterior) ve periferal (anterior) olmak üzere iki kısma ayrılabilir.

Anatomik ekvator bu dairenin iki disk çapı önünde yer alır. Bireyin refraktif durumuna bağlı olarak değişmekle birlikte, emetropik erişkin göz retinasında ekvator, ora serratadan temporalde 6.0 mm, nazalde 5.8 mm, üstte 5.1 mm ve altta 4.8 mm geride bulunur.

Retina periferde ince olup arka pole doğru kalınlaşır. Periferde yaklaşık 0.1 mm, midperiferde 0.14 mm ve makülanın periferinde 0.23 mm kalınlıktadır. Foveanın merkezinde ince olup yaklaşık 0.1 mm'dir. Optik sinirle birleştiği yer ise en kalın bölgeyi oluşturur(20,21).

Retina histolojik olarak incelendiğinde 10 tabakadan oluştuğu görülür (Şekil 2).

İçten dışa doğru bu tabakalar şu şekildedir:

1-İç limitan membran

2-Sinir lifleri tabakası

3-Ganglion hücreleri tabakası

4-İç pleksiform tabaka

5-İç nükleer tabaka

6-Dış pleksiform tabaka

7-Dış nükleer tabaka

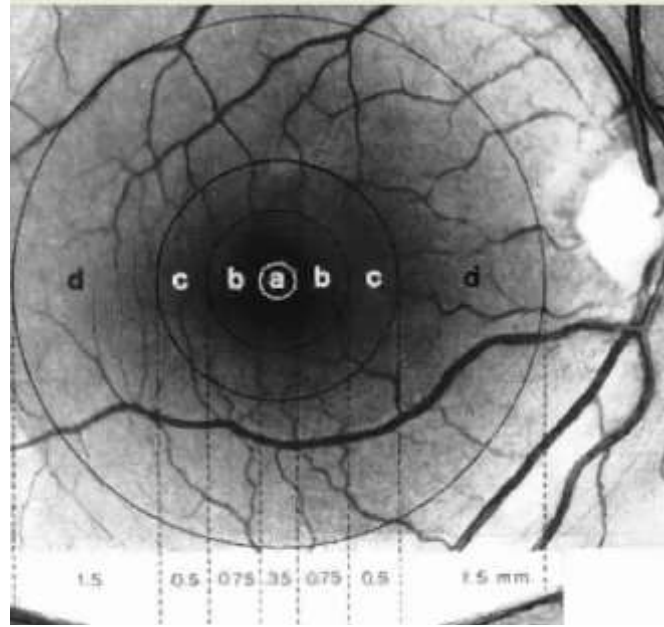
8-Dış limitan membran

9-Koni ve basiller

Bu noktalarda vitreyeye bakan yüzü düzdür, sinir liflerine bakan kısmı pürüzlüdür. Bu sınır noktalarında kalınlaşma yerleri GUNN noktaları olarak görülebilir. Bu noktalarda vitreyeye olan adezyon sıkıdır (22,23).

2.4.1.Makula

Posterior retinada alt ve üst temporal vasküler arklar içerisindeki 5.56 mm'lik alana "area santralis" yada "arka pol" adı verilir. Merkezinde klinik olarak maküla, anatomik olarak fovea olarak isimlendirilen oval bir çöküntü bölgesi yer alır. Maküla klinik olarak optik sinirin temporal ve hafifçe aşağısındaki sarı renkli, avasküler bir alandır. Makulanın sarı rengi, diyetdeki karotenoidlerden türeyen, iki ksantofil pigmenti, lütein ve zeaksantine bağlıdır. Bu pigmentler antioksidandır ve fragil yapıları fotoreseptör dış segmentlerini, fotooksidasyondan ve fototoksik kısa dalga boylu ışığın emiliminden koruduğu düşünülmektedir. Mavi ışığın bu pigmentler tarafından emilimi ayrıca makuladaki kromatik aberasyonları da azaltmaktadır(24). Makula santralindeki halka şeklindeki ışık refleksi foveayı tanımlar. Foveal refleksinin ortasındaki küçük ışık refleksi de foveoladır. Histolojik açıdan makula (çapı:5,5 mm) foveola, fovea, parafovea ve perifovea şeklinde alt gruplara ayrılmıştır (25)(Şekil 3).



Şekil 3: Makular Anatomi. foveola (a), fovea (b), parafovea (c), ve perifovea (d).

2.4.2.Fovea

Fovea santralis retinanın vitreal yüzündeki küçük bir çukurluktur. Merkezi optik diskin 4 mm temporalı, 0,8 mm aşağısında yer alır. Fovea yaklaşık olarak 1,5 mm çapındadır ve değişken olmakla beraber derinliği yaklaşık 0,25 mm'dir. Fovea merkezinde retina kalınlığı azalarak yaklaşık 0,13 mm'e düşer. Fovea kenarlarında iç nükleer tabaka 2 hücre sırasına düşer, fovea ortasında ise bu tabaka bulunmaz. Burada ayrıca iç pleksiform tabaka, ganglion hücreleri ve sinir lifleri katmanları yoktur.

Foveal çukurluğun merkezindeki fotoreseptör katmanında (foveola, çapı:200 µm) sadece koniler bulunmaktadır. Buradaki koniler yüksek görme keskinliği için özelleşmişlerdir. Buradaki konilerin dış segmentleri 2 µm genişlikte, 45 µm uzunluktadır ve yüksek rezolüsyon amacıyla çok sıkı dizilmişlerdir. İç nükleer hücre tabakası lateral olarak yer değiştirmiştir ve böylece dış pleksiform tabakadaki fotoreseptör aksonları horizontal ve bipolar hücrelerle sinaps yapmak üzere radyal bir gidişat gösterir. Buradaki kalın radyal akson tabakasına Henle lifleri tabakası denir. Fotoreseptör aksonları merkezi 100 mikronluk alan dışına çıkmadıkça bipolar hücrelerle sinaps yapmaz. Bu anatomik özellikleri dolayısıyla ışık saçılımı en aza indirmişlerdir. Rodlar uzun ve ince dış segmentleri ile foveal duvarın eğiminde bulunurlar. Fovea santralindeki rodların olmadığı saha 350-600 µm çapındadır(20-22).

Fovea kenarına kadar olan iç retinal tabakalarda kapillerler bulunmaktadır. Kapillerlerin bulunmadığı foveal avasküler zone 0,25-0,6 mm çapındadır. Foveal avasküler zone flöresein anjiyografide fovea merkezinin lokalizasyonu açısından önemlidir(20).

2.4.3.Ora Serrata

Retina ile silier cisim arasındaki sınıra ora serrata denilir. Limbustan uzaklığı temporalde 7 mm, nazalde 5 mm'dir. Periferik retina ora serrataya doğru ilerledikçe attenuue olur. Fotoreseptör tabakası iki üç adet hücre sırasına düşer, ve iç ve dış nükleer tabakalar yavaş yavaş birleşir. Ora serratadan 1 mm posteriora kadar olan bölümde rodlar bulunmaz ve geri kalan diğer fotoreseptörler, dış segmentleri gelişmemiş konilerdir (20).

2.5.Görme Fizyolojisi

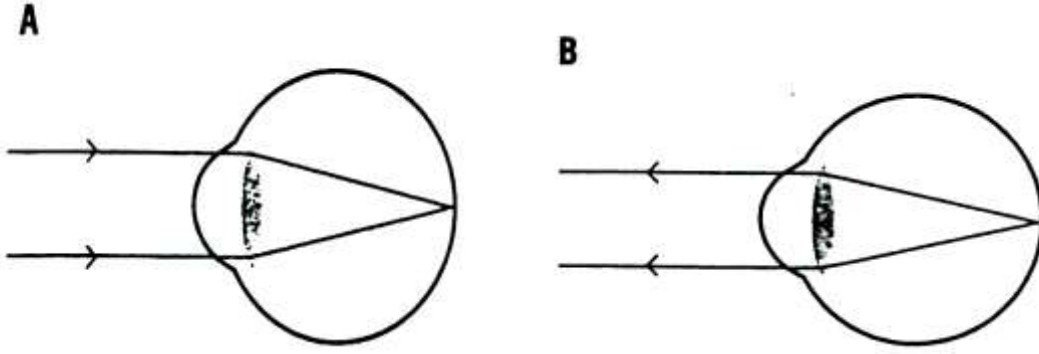
Işık ve cisimlerin görüntüleri retinadaki fotoreseptör hücreleri tarafından algılanır. Işık absorpsiyonu, fotoreseptör dış segmentlerindeki ışığa hassas disk şeklindeki yapıların içinde bulunan rodopsin, iodopsin gibi vizüel pigmentler tarafından yapılır. Rod reseptörler için rodopsin, kon reseptörleri için iodopsin denilen bu biokimyasal maddeler A-vitamini derivesi

olan retinal (11-cis retinaldehit) molekülü ile birliktedir. Karanlıkta ‘11-cis retinaldehit’ konfigürasyonunda olan bu molekül ışığın etkisi ile ‘11-transretinaldehit’ izomerine dönüür ve sonrasında c-GMP üzerinden membran potansiyellerinde yol açtığı değişiklik ile bir impuls yaratır. Bu fotokimyasal olaylarla elektriksel impuls olarak optik sinire, oradan da oksipital korteksteki görme merkezlerine gönderilir. Oksipital kortekse ulaşan sinyaller çözümlenmesi gereken şifreler değil, değişik polarizasyonda kontrast ve hareketli objelerle ilgili bilgiler, renk, ve görsel çevredeki birçok özelliklere ait detaylı bilgilerdir. Serebral korteks ile karşılaştırıldığındaki daha sade ve kompakt yapısına rağmen retina ve özellikle makula tıpkı bir mikroişlemci gibi çok gelişmiş bir bilgi işleme kapasitesine sahiptir. Retina bütün bu fonksiyonlarını fotoreseptörler, bipolar hücreler, horizontal hücreler, amakrin hücreler, ganglion hücreleri ve interplexiform hücreler aralarında oluşturdukları sinaptik yapılar sayesinde sürdürür. Görme aslında görme keskinliği, kontrast görme, renkli görme, görme alanı, karanlık adaptasyonu, binoküler görme, stereopsis (derinlik hissi) gibi birçok kalitatif ve kantitatif özelliklere sahiptir. Binoküler görme ve derinlik hissi: Heriki gözün retinasında birbiri ile fonksiyonel olarak özdeş olan korrespondan noktaların (her iki fovea gibi) algıladıkları görüntüler occipital korteks tarafından birleştirilir ve tek görüntüye çevrilir. Ama bu arada cisimlerin kenarlarında, iki ayrı gözün algıladığı görüntülerde küçük detay farkları oluşacaktır, bu da stereoskopik görmenin temelini oluşturur(26).

2.6.Gözün RefraktifDurumları

Akomodasyon yapmaksızın uzağa bakan bir gözde retina üzerinde net bir hayal oluşturan noktaya uzak nokta (punktum remotum) denilir. Uzak noktadan gelen ışınlar gözün kırıcı ortamlarından geçtikten sonra retina üzerinde fokus oluştururlar ve bu noktaların oluşturduğu düzleme uzak nokta düzlemi denilir. Uzak noktadan göze doğru yaklaşıldıkça akomodasyonla gözün kırıcılığı arttırılarak fokus retina üzerinde tutulmaya çalışılır. Maksimum akomodasyon yapılarak net görülebilen en yakın mesafe ise yakın nokta (punktum proksimum) olarak adlandırılır (27).

Gözün refraktif durumu uzak noktanın yerleşimine göre değerlendirilen bir kavramdır. Buna göre emetropi hiçbir refraktif kusuru olmayan gözün refraktif durumudur. Böyle bir gözde göze paralel gelen ışınlar akomodasyona gerek kalmadan gözün kırıcı ortamlarında kırılarak retina üzerinde fokus oluştururlar. Bu nedenle emetrop gözde uzak nokta düzlemi sonsuzdadır (Şekil 4) (27,28).



Şekil 4: Akomodasyon yapmayan emetrop gözde uzak nokta düzlemi ve fokus (28)

Göze paralel gelen ışınların retina üzerinde fokus edilememesi durumu ise ametropi olarak isimlendirilir ve bu durumda uzak nokta sonsuz ile göz arasında ya da göz arkasında yer alır (27).

Ametropi göze paralel gelen ışınların oluşturduğu fokusun retina düzlemine olan konumlarına göre 3'e ayrılır ve bunlar kırma kusurları olarak bilinir. Gözün dioptrik sisteminin tüm meridyenlerinde benzer olduğu miyopi ve hipermetropi sferik ametropiler olarak tanımlanır. Meridyenlerin dioptrik gücü farklı ise buna astigmatik ametropi adı verilir (27).

2.6.1 Ametropi Sebepleri

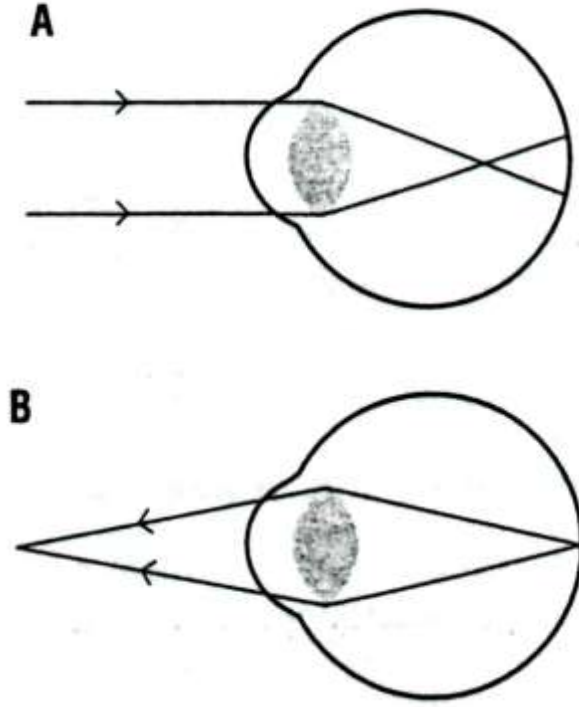
Ametropide fokusun retinada oluşmamasına yol açan sebepler temelde 2 gruba ayrılır:

1.A ksiyel Sebepler: Gözün ön arka uzunluğu (aksiyel uzunluk) normalden fazla ise miyopiye, kısa ise hipermetropiye yol açar. Genel bir kural olarak +4,0 D ile -6,0 D üzerindeki kırma kusurlarında aksiyel uzunluk tek faktör olarak karşımıza çıkar.

2.R efraktif Sebepler: Aksiyel uzunluk normal olmasına karşılık, gözün toplam refraksiyon gücü fazla ise miyopi, az ise hipermetropi açığa çıkar. Gözün toplam refraksiyon gücü kornea ve lensin kurlatırması ile lensin kırma indeksindeki değişikliklerden etkilenir. Bunlara ilaveten kırma gücünü belirleyen üçüncü bir faktör de lensin pozisyonudur. Lensin öne yerleşmesi (ön kamara sıklığı) toplam kırma gücünü arttırarak miyopiye yol açarken, tersi hipermetropi yönünde bir değişikliğe yol açar (27).

2.6.2.Miyopi

Göze paralel gelen ışınların retina önünde fokus oluşturmasıdır. Ancak diverjan gelen ışınlar retina üzerinde fokus oluşturabilirler, yani uzak nokta düzlemi sonsuzla göz arasındadır (Şekil 5) (28). Miyopinin derecesi bu uzak nokta yerinin dioptrik eşdeğeridir.



Şekil 5: Miyop gözde uzak nokta düzlemi ve fokus (28)

Miyopi terimi eski Yunanca'daki myein (kapalı) ve ops (göz) kelimelerinin birleştirilmesi ile türetilmiş bir sözcüktür. Bu terim, miyopik kişinin göz kapaklarını kısıp pinhol etkisinden yararlanarak daha net görmeye çalışmasından esinlenmektedir (8).

Gallen tarafından kırılma kusuru ve gözdeki sıvıların içeriğindeki anormallik olarak tanımlanmıştır. Kepler 17. yüzyılda gözdeki kırılmanın tarifini yapmış ve miyopik göze gelen paralel ışınların kırıldıktan sonra retina önünde odaklandığını bildirmiştir. Miyop gözün normalden uzun olduğu 18.yüzyılda saptanmıştır. Göz muayene aletlerinin gelişmesi ile konu hakkındaki bilgilerimiz 19. ve 20. Yüzyıllarda modern şeklini almıştır(29).

2.6.2.1.MiyopiNedenleri

1- A ksiyel Miyopi:Aksiyel uzunluk 24 mm'den daha fazladır. Kornea ve lens eğriliklerinin normal olmasına ve lensin normal anatomik pozisyonda bulunmasına rağmen gözün ön-arka çapı normalden uzundur.

2- E ğrilik Miyopisi:Gözün ön arka uzunluğu normaldir. Korneanın dik olduğu keratokonus gibi olgularda, lensin sferofakideki gibi yuvarlak veya lentikonustaki gibi ön-arka çapının arttığı olgularda görülür.

3 - İndeks Miyopisi:Lensin içeriğindeki yapısal değişikliklere bağlı olarak kırıcılık indeksi değişir. Nükleer skleroz ve katarakttaki miyopi örnektir.

4-iatrojenik Miyopi:Açlık kan şekerinin yükselmesi veya bazı ilaçların kullanılması ile ortaya çıkan geçici miyopidir(29).

2.6.2.2.Miyopi Tipleri

1.B asit Miyopi:Kırılma kusuru -6 dioptriye kadar olan miyopiye genellikle basit miyopi denir. Fizyolojik miyopi, okul çağı miyopisi, benign miyopi gibi isimlerle de anılır. Göz 26 mm'den kısadır. Asya kökenlilerde 4-5 yaş gibi erken dönemlerde, beyaz ırkta ise 7 yaşından sonra ortaya çıkar. 1 D' yi aşınca ve kişi bulanık gördüğünü fark edinceye kadar olaydan yakınmaz. Türkiye'de okul çağında yapılan çalışmalarda ortalama %24.5 basit tip miyopi saptanmıştır (%15-%38). Brown ve Kronfeld en çok diyoptrik artışın 13 yaş civarında olduğunu belirtmektedir. Hızlı artış 7 ile 13 yaş arasında görülmekte ve tüm miyopik artışın %63' ünü kapsamaktadır. 13 yaşından sonra senelik artış 0.25-0.50 D ilerleme ile 20 yaşında zirve yapar. Bu tip miyopiler 20-25 yaş arasında durgunlaşarak ileri yaşlara kadar sabit kalır.

a) Hafif tip: 0-3 D arasındaki bu tip miyopilere hafif dereceli miyopi denir. Düzeltmeyle görme tama çıkar. Göz dibinde genelde patolojik değişim yoktur.

b) Orta tip: 3-6 D arasındadır. Retina göz dibi normal yapıda olmasına karşın optik sinir kenarının 1/3'ünü geçmeyecek şekilde miyopik kresent görülmeye başlar. Orta dereceli miyoplarda retinanın periferinde %40'a varan değişik tip periferik retinal dejenerasyonlar görülür. Düzeltmeyle görme tama çıkar.

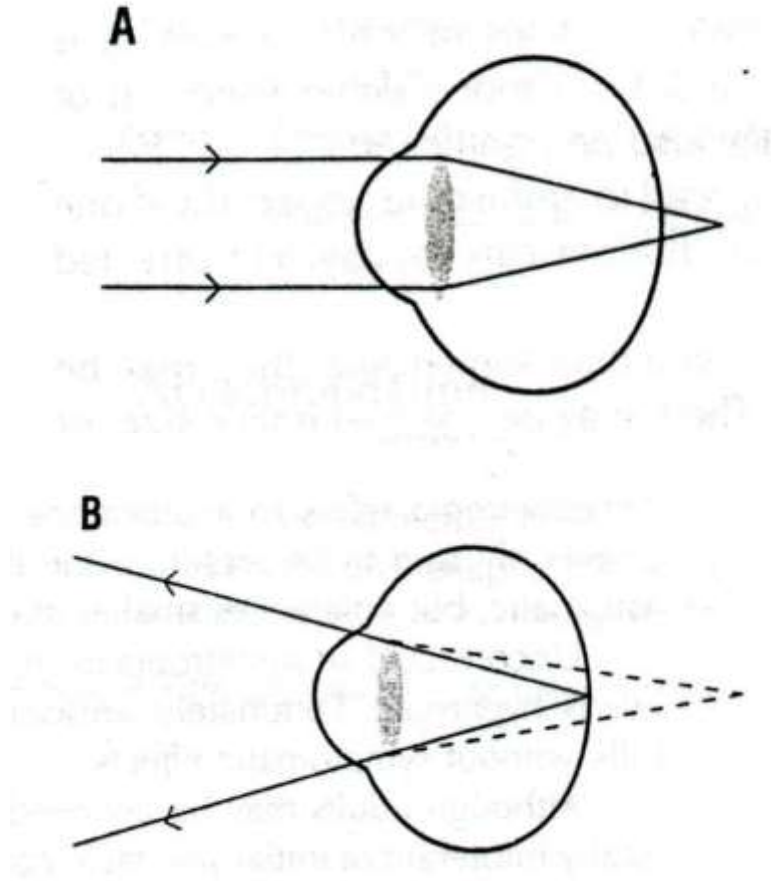
Otozomal dominant geçer. Basit miyopinin herediter zeminde, öğrencilik yıllarındaki yakın okumada aşırı kullanılan akomodasyon etkisiyle oluştuğu kabul edilir. Toplumdaki mevcut miyopların %90'ı bu gruptadır (29).

2.A ra Tip Miyopi:1967'de Otsuka tarafından tarif edilmiştir (30). Erken yaşlarda başlar ve yılda 1 D gibi, değerlerde hızlı bir artış gösterir. Miyopik kresent, donuk disk, incelmış retina bulguları ile seyreder. Retina dejenerasyonları sıklığı yüksektir. -6 ile -12 D arasında seyreder. Ortalama 30 yaş civarında miyopi artışında duraklama olur. Tüm miyoplar içinde görülme sıklığını Elçioğlu %8.3 olarak bulmuştur(31). Görme genelde düzeltmeyle tam'a çıkmaz.

3.D ejeneratif Miyopi:Dejeneratif miyopiye ilerleyici miyopi, malign miyopi ve fort miyopi gibi isimler de verilmiştir. Çeşitli ülkelerde yapılan çalışmalarda dejeneratif miyopi prevalansı geniş varyasyonlar göstermektedir. Ülkemizde bu oran %0.9'dur (31). Hemen daima ilerleyici tarzda göz aksiyel uzunluğunun artması ile karakterize olan ve retinada dejeneratif değişikliklerle seyreden miyopi türüdür. Düzeltilmiş görme keskinliği genelde kötüdür. Görme alanı defektleri, gece görme güçlüğü, renk görme defektleri görülebilmektedir (32,33). Gözün aksiyel uzunluğu genelde 26 mm'nin üzerine çıkmıştır. Fundustaki değişikliklerin çoğu 26 mm. üzerinde görülmeye başlar. Normal bulgular saptansa bile 30 yaşından sonra glokom gelişebilir. Bunun yanında şaşılık, katarakt ve retina dekolmanı gibi komplikasyonları vardır (29).

2.6.3.Hipermetropi

Göze paralel gelen ışınların retina arkasında fokus oluşturmaları durumudur. Ancak göze konverjan gelen ışınlar retina üzerinde fokus oluşturabileceklerinden uzak nokta düzlemi retina arkasındadır(Şekil 6)(28). Hipermetropi basit ve patolojik olmak üzere ikiye ayrılır (27).



Şekil 6: Hipermetrop gözde uzak nokta düzlemi ve fokus (28)

2.6.3.1.Hipermetropi Tipleri

1.B asit Hipermetropi:Basit hipermetropide sebep sıklıkla aksiyel uzunluğun normalden az olmasıdır. Aksiyel uzunluktaki kısalık genellikle 2 mm'yi geçmeyeceğinden; 6-7 D'den fazla hipermetropi çok nadirdir. İndeks hipermetropisi ise lensin korteksinin kırma indeksinin artmasına bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Kurvatur hipermetropisi ise sferik hipermetropi sebebi olarak kabul edilmemektedir (27).

Hipermetropide kişilerin uzağı net görememesi beklenirken; retinal görüntünün bulanıklığına bağlı olarak özellikle gençlerde akomodasyon devreye girerek gözün toplam kırıcılığını artırır ve görüntü yeniden retina üzerinde odaklanmaya çalışılır. Bu durumda göz uzağı bakarken de akomodasyon yapar. Akomodasyonun kullanılma derecesine bağlı olarak basit hipermetropi latent ve manifest hipermetropi olarak ikiye ayrılır.

a) Latent hipermetropi: Silyer kasın tonusuna bağlı olan ve günlük hayatta gevşetilemeyen, ancak atropinle siklopleji yapılarak ortadan kaldırılabilen bir akomodasyon vardır.

b) Manifest hipermetropi: Toplam hipermetropinin silyer kas tonusu ortadan kaldırılamayan kısmıdır. Bu durumda görüntüyü netleştirebilmek için silyer kas tonusuna ilaveten aşırı akomodasyon yapılması gerekir. Aşırı akomodasyonla düzeltilebilen hipermetropiye *fakültatif hipermetropi*, buna rağmen düzeltilemeyen hipermetropiye ise *absolü hipermetropi* denilir. Absolu hipermetropiyi düzeltebilmek için optik gereçler gereklidir.

Akomodasyonun güçlü olduğu gençlerde hipermetropiye bağlı olarak görsel semptomlar ortaya çıkmazken; akomodasyonun aşırı kullanımına veya konverjans ile akomodasyon arasındaki dengesizliğe bağlı olarak *akomodatif astenopi* olarak adlandırılan semptomlar görülür. Bu semptomlar temel olarak yakın çalışma ve zayıf aydınlatmada ortaya çıkan göz ağrısı, yanma, kuruluk hissi, sık göz kırpmaya ihtiyacı, kapaklarda kaşıntı, sulanma, konjonktival hiperemi ve frontal baş ağrısı gibi şikayetlerdir ve genellikle şikayetlerin şiddetiyle, hipermetropi derecesi arasında korelasyon yoktur. İleri yaşlarda akomodasyon yeteneğinin azalması ile astenopik şikayetler azalarak yerini görsel şikayetlere bırakır ve yakın gözlük ihtiyacı yaşlılarına göre daha erken yaşlarda açığa çıkar.

Hipermetropideki artmış akomodasyona bağlı olarak refleks konverjansın aşırı stimülasyonu çocuklarda esotropyanın ve deprivasyon ambliyopisinin yaygın sebeplerindendir. Ambliyopi görülme bile yüksek hipermetropelerde görme keskinliği genellikle tam olmaz. Rölatif lens büyüklüğüne bağlı olarak ön kamaranın sığ olması nedeniyle açı kapanması glokomu hipermetropelerde daha siktir. Miyoplardaki gibi fundus anomalileri görülmezken, 5 D üzerindeki hipermetropelerde disk hafif hiperemik ve psödopapil ödem görüntüsündedir. Fizyolojik çukurluk yoktur ve disk sınırları siliktir, ancak kabarık değildir(27).

1. P atolojik Hipermetropi:Nadir olmakla beraber mikroftalmi; arka kutba bası yapan orbita tümörleri, retina dekolmanı, retinayı eleve eden göz içi tümörleri, kornea plana ve lensin travmatik dislokasyonu gibi göz küresindeki deformasyonlar sonucunda ortaya çıkar(27).

2.6.4.Astigmatizma

Gözün optik sisteminin kurvaturundaki düzensizlikler nedeniyle ışığın değişik meridyenlerde farklı kırılması sonucunda tek bir fokus oluşturulamaması durumudur. Bu durum 1864'te Donders tarafından tarif edilmiştir. Genelde yassı ve dik meridyenler gözde birbirine 90° diktir. Dolayısıyla astigmatı olan bireyler örneğin bir köprüye bakarken

köprünün gövdesini net, ayaklarını bulanık görürler. İnsanların %95'inde astigmatizma vardır ve %85'i 1 ile 1,25 D'den küçüktür (27,29).

Meridyenler arasındaki dioptrik güç farklılığı uniform ise düzenli (regüler), meridyenler arasındaki farklılık optik zonun her yerinde farklı ise düzensiz (irregüler) astigmatizmadan söz edilir. İrregüler astigmatizmayı gözlük camı ile düzeltmek mümkün değildir ve sert kontakt lens kullanılması gerekir. Regüler astigmatizmada vertikal meridyen daha kırıcı ise kurala uygun; horizontal meridyen daha kırıcı ise kurala aykırı astigmatizma adını alır. Meridyenler 70-110° ile 160-20° sınırlarının dışında yer alıyorsa buna oblik astigmatizma adı verilir.

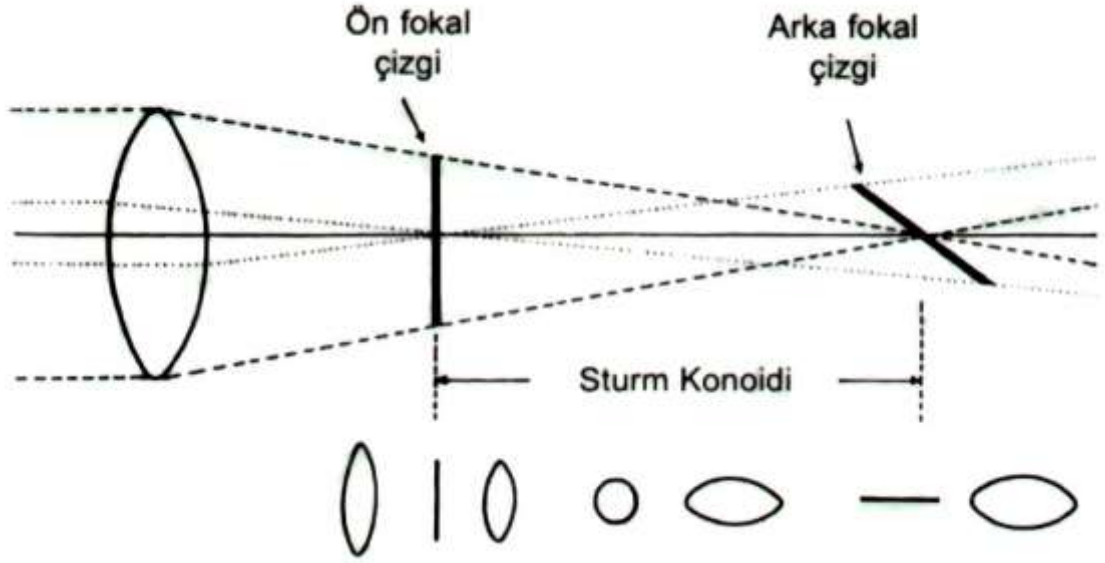
Yapısal olarak korneanın ön yüzünde vertikal çapın, horizontal çaptan daha kısa olmasına bağlı olarak 0,50-0,75 D'lik kurala uygun astigmatizma mevcuttur; ancak bu değer kornea arka yüzü ve lense bağlı olarak gelişen 0,25-0,50 D'lik kurala aykırı astigmatizma tarafından nötralize edilir. Bu dengenin bozulması halinde astigmatik kusurlar ortaya çıkar. Astigmatizmada en önemli rolü kornea ön yüzü oynar. Lense bağlı ortaya çıkan astigmatizmalara lentikuler astigmatizma denir ve lens kurvaturlarındaki eşitsizlikten çok, lensin hafifçe eğik olmasına bağlı olarak ortaya çıkar (27).

Astigmatizmada göze paralel gelen ışın demeti tek bir noktada değil, Sturm Konoidiformunda iki fokal çizgide odaklanır. Konoidin ön ve arka fokal çizgileri arasındaki mesafe direkt olarak astigmatizma derecesiyle ilişkilidir. Astigmatizma ne kadar büyükse fokal çizgiler arasındaki mesafe o kadar artar.

Astigmatizma düzeltilirken silindirik camlarla bu iki fokal çizgi birbiri üzerine getirilerek konoidin tek bir nokta şeklinde kollabe edilmesi amaçlanır. Oluşan fokal nokta retina üzerinde değilse, sferik camlar eklenerek fokal noktanın retina üzerine getirilmesi sağlanır. Sturm Konoidinin iki fokal çizgisi arasında ardışık olarak 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 (Şekil 7) (27).

Minimal konfüzyon halkası iki fokal çizginin ortalaması dioptrik değerdeki sferik camla yapılacak düzeltme sonucunda retina üzerinde elde edilecek görüntüyü temsil etmektedir ve bu ortalama değer sferik ekivalan (sferik eşdeğer) olarak adlandırılır.

(Sferik Ekivalan = Sferik Dioptri + Silindirik Dioptri/2) (27,34).



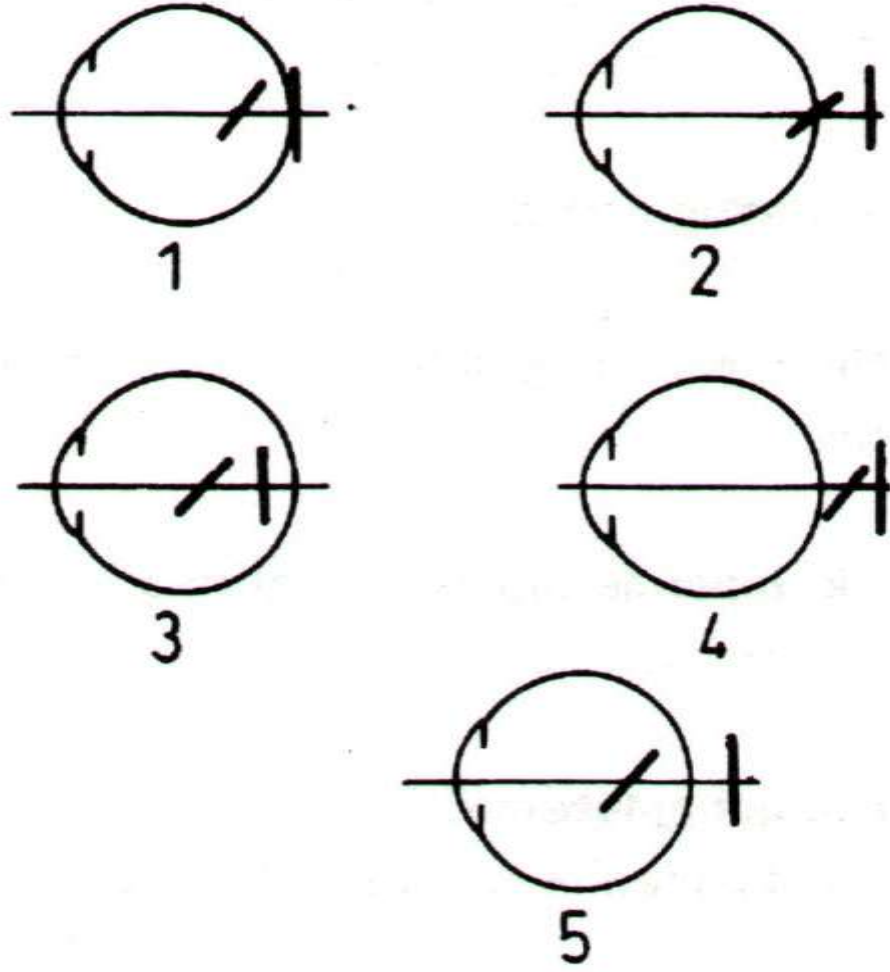
Şekil 7:Sturm Konoidi (27).

Astigmatizmalar Sturm Konoidinin ön ve arka fokal çizgilerinin retina konumlarına göre 3'e ayrılırlar (27)

a) **B asit Astigmatizma:**Konoidin fokal çizgilerinden biri retina üzerindeyken diğeri retinanın önünde ya da arkasında yer alır (Şekil 8; 1 ve 2) (27,35).

b) **K ompoze Astigmatizma:**Konoidin fokal çizgilerinin her ikisi de retinanın önünde veya arkasında yer alır (Şekil 8; 3 ve 4) (27,35).

c) **M ikst Astigmatizma:**Konoidin fokal çizgilerinden biri retina önündeyken; diğeri arkasında yer alır (Şekil 8;5) (27,35).



Şekil 8:Çeşitli astigmatizmalarda Sturm Konoidi fokal çizgilerinin retina konumları; 1-Basit miyopik, 2-Basit hipermetropik, 3-Kompoze miyopik, 4-Kompoze hipermetropik, 5-Mikst (35).

Hipermetropik astigmatizma ve mikst astigmatizmalarda akomodasyon ile Sturm Konoidinin minimal konfüzyon halkası retina üzerine getirilmeye çalışıldığından astenopik şikayetler görülebilir (27).

2.7.Akomodasyon

Lensin en önemli fizyolojik özelliği olan akomodasyon, gözün fokusunu uzaktan yakın cisimlere yönlendirmesidir. Lens, zonüler lifler ve siliyer kasın birlikte çalışmasıyla gerçekleştirilen akomodasyon sayesinde gözün kırıcılığı artarak yakın objelerin net görülmesi sağlanır. Akomodasyon yeteneği lensin yaşa bağlı olarak sertleşmesiyle birlikte azalır ve özellikle 40 – 45 yaşlarında kritik sınıra iner ki çoğu insan bu dönemde yakın görmeyi

kolaylaştıran gözlükler kullanmaya başlar. Yaşa bağlı bu akomodasyon mekanizmasının işlevselliğinin yitirilmesine presbiyopi denir. Normal bir insanın hayatının adölesan dönemde 12 – 16 diyoptri, 40 lı yaşlarda 4 – 8 diyoptri, 50 li yaşlarda 2 diyoptrilik akomodasyon yeteneği vardır(36).

Akomodasyon mekanizmasını tam olarak aydınlatmak için yüzyıllar boyu birçok tez üretilmiştir. 19. yüzyıldan itibaren geliştirilen birçok teori ile akomodasyon mekanizması açıklanmaya çalışılmıştır. Tscherning teorisi(1894), Gullstrand Teorisi(1911), Fincham Teorisi(1924) bu teorilere örnektir.

Fakat birçok teoriler arasında günümüze değin gelen ve en çok kabul görenleri Helmholtz Teorisi(1855) ve Schachar Teorisidir(1944).

Helmholtz Teorisine göre akomodasyon sırasında silier cisim kasılması ile silier cisim çapı azalır ve bunun sonucunda zonüller gevşer. Buda lensin ön-arka çapının artmasına dolayısıyla refraktif gücünün artmasına sebep olur. Akomodasyon gevşediğinde olaylar ters yönde işler. Silier cisim gevşer ve çapı artar bu zonüller üzerindeki gerilimi artırır. Zonüllerin lensi gemesi sonucu lensin ön-arka çapı dolayısıyla refraktif gücü azalmış olur.

Schachar Teorisi diğer bir yaygın kabul gören akomodasyon teorisidir. Bu teoriye 3 farklı tip zonül ve bu zonüllerin siliyer kasılmaya farklı tepkilerinden bahseder. Anterior ve posterior lens zonülleri siliyer cismin arkasına insersiyoy yaparlar. Ekvatoryel lens zonülleri ise siliyer cismin ön kısmına insersiyoy yapar. Siliyer cisim kasıldığında öne doğru döner ki bu esnada anterior ve posterior zonüller üzerindeki baskı azalırken tam aksine ekvatoryel zonüller üzerindeki baskı artar. Sonuçta net etki lens periferinin düzleşip santralinin dikleşmesidir(36,37).

2.8.Ambliyopi

Ambliyopi, yapılan en doğru kırıcılık kusuru düzeltilmesi ile giderilemeyen, tüm optik aks ve makülada görmeyi azaltacak herhangi bir patolojinin bulunmadığı, görmenin kalıcı kaybına neden olan nöroanatomik ve nörofizyolojik bir oftalmolojik problemdir. Bir veya iki gözü aynı yada farklı derinlikte tutabilir. Aynı hastanın iki gözünün en iyi

düzeltilmiş görme keskinlikleri arasında, Snellen uzak okuma eşeline göre iki standart sıra ($\geq 0,2 \log\text{MAR}$) veya daha fazla sıra farkının olması ambliyopi olarak değerlendirilmektedir.

Ambliyopinin önlenabilir ve tedavi edilebilir bir görme azlığı nedeni olması ve 40 yaş altı bireylerin en sık monoküler görme azlığı sebebi olması erken yaşlarda yapılması gereken tanı ve tedavinin önemini bir kat daha arttırmaktadır. Çünkü ambliyopi tedavisi ne kadar erken yaşta yapılmaya başlanırsa binoküler tek görme ve derinlik hissi o kadar iyi gelişmektedir(38).

2.8.1.Ambliyopi Sınıflaması

1 – Strabismik ambliyopi : Fiksasyon yapan gözden gelen görsel uyarılar beyin tarafından algılanmakta, kayması olan gözden gelen görsel uyarılar ise sürekli monoküler supresyona uğradıkları için beyin tarafından algılanamamakta ve supresyona bağlı ambliyopi gelişmektedir(38).

2 – Ametropik ambliyopi : Genellikle yüksek hipermetropik kırma kusuruna bağlı olarak meydana gelmektedir. Retinaya düşen görüntünün bulanık olması nedeni ile o gözde ambliyopi gelişir(38).

Ambliyopi daha çok yakın görmenin bulanık olmasına bağlı olarak geliştiği için miyop hastalarda ambliyopi gelişmesi hipermetrop hastalara göre daha düşük bir ihtimaldir. Ancak yine de yüksek miyop hastalarda da ametropik ambliyopi gözlenebilmektedir.

3 – Anizometropik ambliyopi : İki göz arasındaki sferik refraksiyon kusuru farkının hipermetrop hastalarda +1 diyoptriden, miyop hastalarda ise -2 diyoptriden fazla olması nedeni ile meydana gelir. Yüksek sferik refraksiyon kusuru bulunan gözde ametropik ambliyopide olduğu gibi retinaya düşen görüntü bulanıktır ve ambliyopi gelişme riski artar. İki göz arasında ki sferik refraksiyon kusuru farkı arttıkça ambliyopi riski de artmaktadır(38).

4 – Meridyonel ambliyopi:Düzeltilmemiş yüksek astigmatizmaya bağlı olarak gelişmektedir. Tek yada çift taraflı gözlenebilir(39).

5 – Deprivasyon (stimulus eksikliği) ambliyopisi: Tek yada çift taraflı olarak optik aksı kapatan konjenital katarakt, konjenital ptozis, intraoküler hemoraji gibi nedenlerden ötürü cismin görüntüsünün retinaya düşürülmesinin engellenmesi nedeni ile meydana

gelir(38) Doğumdan sonraki ilk 3 ay içinde var olan lezyon tedavi edilmez ise foveal gelişim baskılanır, deprivasyon nistagmusu ortaya çıkar. Foveal gelişim tama yakın baskılanmış olduğu için deprivasyon nistagmusu gelişmiş olan vakalarda, neden tedavi edilse dahi kalıcı derin ambliyopi gözlenir. Bu nedenle stimulus eksikliği en erken dönemde hızla tedavi edilmelidir.

Deprivasyon ambliyopisinde retina ve optik disk yapıları sağlamdır. Bu nedenle stimulus eksikliğine yol açan neden tam olarak tedavi edildiğinde ambliyopi gelişimi engellenmiş olunur.

Bu çalışmada Taşınabilir otorefraktometre ve otorefraktometre ile yapılan non-sikloplejik refraksiyon ölçümlerin ve sikloplejili refraksiyon ölçümlerinin karşılaştırılması amaçlanmaktadır.

3.GEREÇ ve YÖNTEM

Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları polikliniğimize kırma kusuru nedeniyle başvuran yaşları 1,5-70 arasında değişen 95 olgunun 190 gözü çalışma kapsamına alındı. Katılım için ana kriter olgularda refraksiyon kusuru dışında başka oküler problemin olmamasıydı. Taşınabilir otorefraktometre (Welch Allyn Suresight™) aletinin kısıtlamalarına bağlı olarak +3 ile -3 silindirik, +6 ile -5 dioptri sferik değer üzerinde kırma kusuru olan hastalar, herhangi bir gözde pterjium, kornea hastalığı, katarakt, vitre opasitesi, retina hastalığı, strabismus, nistagmus gibi ölçümü etkileyebilen çeşitli problemleri bulunan, tek gözlü ya da araştırmaya katılım hususunda gönülsüz olan olgular çalışmaya dahil edilmedi. Tüm hastalara örtme testini ve santral fiksasyon testini içeren rutin oftalmik inceleme yapıldı. Ekzantrik fiksasyonu olan, optik ortam opasitesi olan, binoküler görme anormalliği olan olgular çalışmaya alınmadı. Tüm olgularda ön ve arka segmenti de içeren detaylı göz muayenesi yapıldı. Çalışma için Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulundan izin alındı.

3.1.Çalışmada Kullanılan Cihazlar

Topcon KR 8800 (TopCon, Tokyo, Japan), hızlı refraksiyon ölçümü yapabilen bir masaüstü otorefraktometredir. Rotatif prizma yöntemi ile 2 mm'den küçük pupilde hassas, hızlı keratometrik ve refraktif ölçüm yapabilmektedir. Astigmatizmayı ± 10 diyoptri arasında saptayabilmektedir. Refraksiyon ölçümü dışında interpupiller mesafe ve kornea çapı ölçümü de yapabilmektedir. Yapılan ölçümlerde olgular cihazın bağlantılı olduğu ünit sandalyesine oturtulup çene ve alınlarını cihaz yuvasına yerleştirmeleri sağlandı. Hareket eden çocuk hastaların başları aileleri tarafından ölçüm sırasında kısa süreliğine sabit tutuldu.

Taşınabilir otorefraktometre Welch Allyn Suresight™; Yazıcı çıktısının verildiği ana kasa ile boyut ve ağırlık olarak (yaklaşık 0,9 kilogram) bir video kamerayı anımsatmakta olup ana kasaya kablolu bağlı olan elde taşınır ölçüm cihazı olmak üzere iki kısımdan oluşur. Cihazın göze olan ölçüm mesafesi 35 cm'dir. Ölçüm sırasında hasta kameraya doğru fiksasyon yapar. Göz seviyesine gelip ve hastanın yüzünü karşıya alarak ölçüm almaktadır.

Cihazın veri alım süresi her bir göz için 2,4 sn'dir. Her bir gözden yaptığı 5 ila 8 ölçüm değerlerine göre ortalamasını alır.

Cihazda alınan ölçümler, güvenilirlik değerleri ile birlikte verilmektedir. Ölçüm Aralığı; Sferik: +6.0 ila -5 Dioptri, Silindirik: +/- 3 Dioptri'dir. +9.99 veya -9.99 rakamları ölçümün cihazın ölçüm sınırları dışında olduğunu gösterir.

Taşınabilir otorefraktometre Welch Allyn SureSight teknik özellikleri(7) ;

Çalışma uzaklığı : En az 14 inç (35 cm)

Uzaklık Belirleme : Otomatik, işitsel ve görsel işaretlerle

Oküler : Kolay hedefleme için aydınlatılmış hedef

Veri alım süresi : Her göz için 2.4 saniye

Veri alımı : Göz başına 5 ila 8 ölçüm ve ortalamasını alır.

Ölçüm güvenilirliği : Belirtilen göz için ölçüm sayısını ve ölçümler arası değişikliği gösterir.

Batarya voltajı : 7.2 nominal W (Lityum iyon)

Batarya ömrü : Kesintisiz 3 saatten daha fazla

Düşük pil uyarısı : 10-15 dakikalık kullanım kaldığını belirtir.

Arayüzler : Termal printer'a kızılötesi bağlantı. İleri yazılım yükseltmeleri ve elektronik medikal kayıtların aktarımı için IBM bilgisayara RS-232 bağlantı arayüzü

Stand : Kompakt şarj aleti ve SureSight haznesi

Ağırlık : Yaklaşık 2.0 lbs (0.9 kg)

Boyutları : 6.5" * 7.75" * 2"

Sınıf II Cihaz : Kesintisiz çalışma

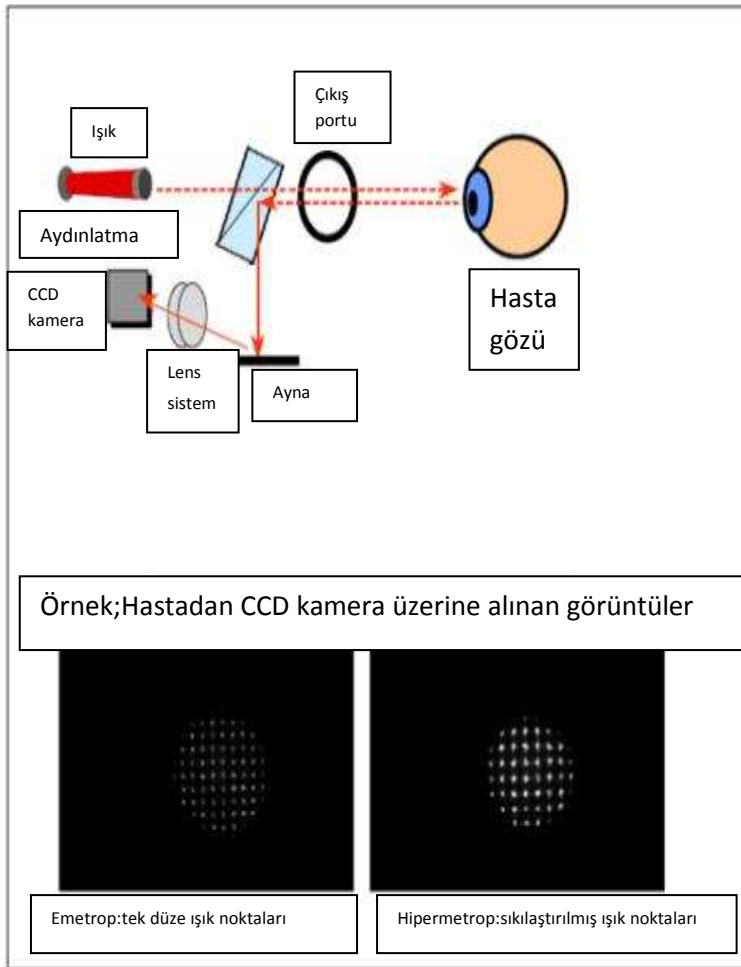
Nakliye/Depo : -20°C~49°C, 10%(100% maksimum bağıl nem, 500hPa - 1060hPa
Yükseklik

Çalışma : 10°C~30°C, 30% (75% maksimum bağıl nem, 500hPa-1060hPaYükseklik

Ölçüm Aralığı : Sfer: +6.0 ila -5 1/2 Dioptri (5.5 dioptri) Silindir: +/- 3 Dioptri

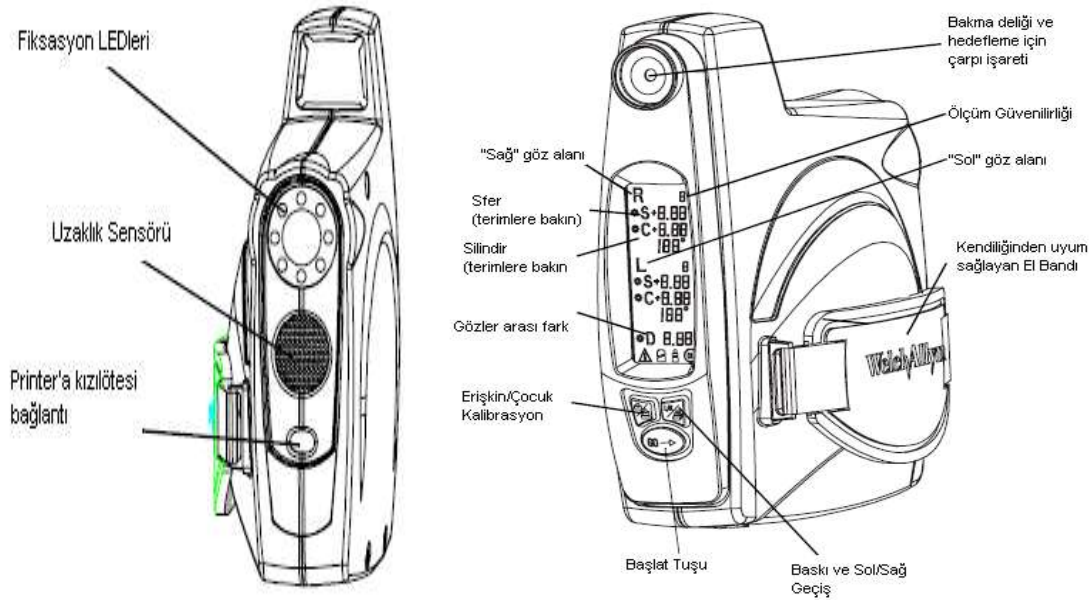
Welch Allyn SureSight ölçüm prensibi ; Hartmann-Shack ölçüm prensibine sahiptir.

Hartmann-Shack ölçüm prensibi



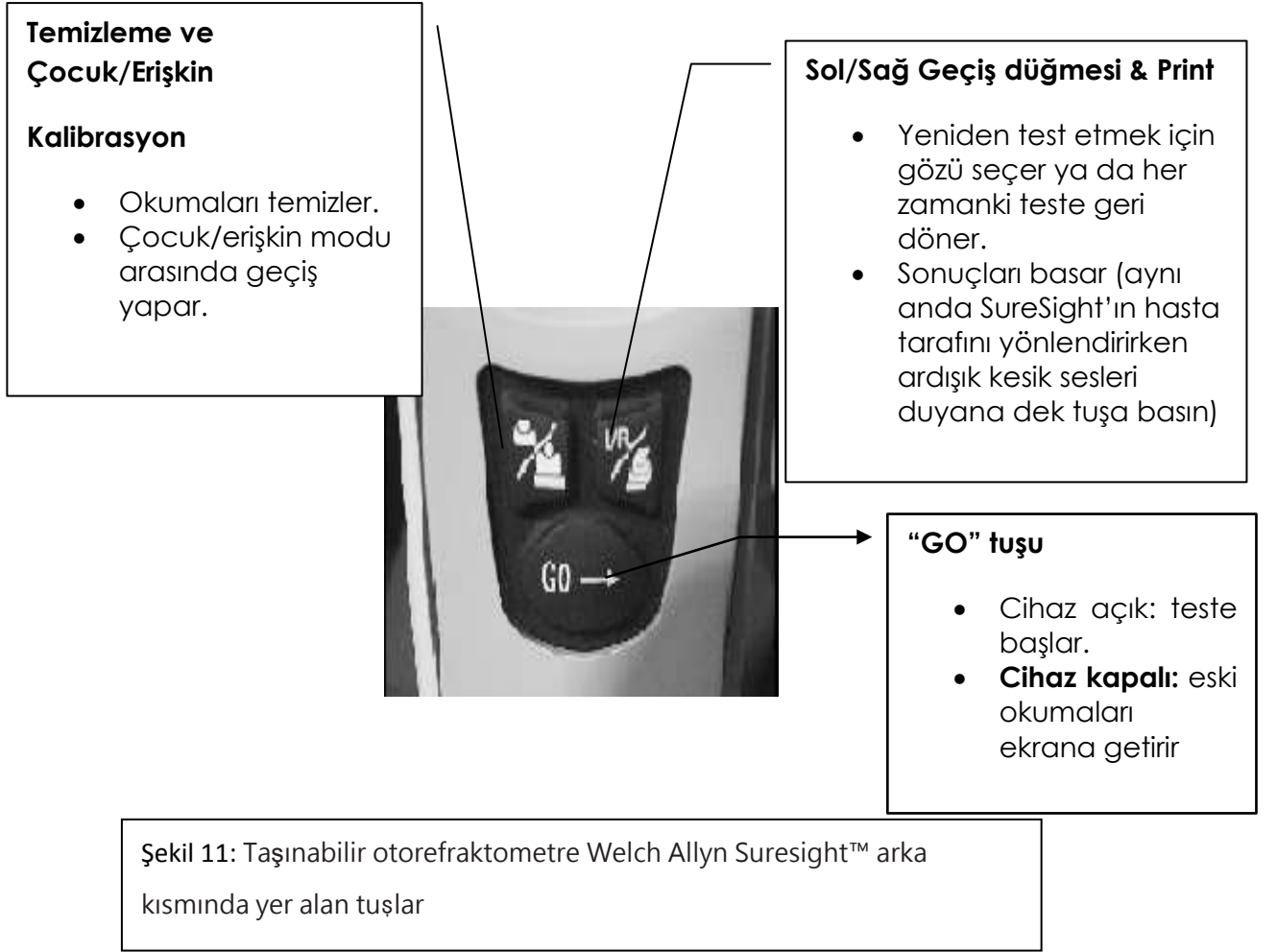
ŞEKİL-9 :Welch Allyn SureSight cihazının Hartmann-Shack ölçüm prensibi

Taşınabilir otorefraktometre Welch Allyn SureSight™ refraksiyon ölçümünde ışık bir aydınlatma kaynağından bir ışık ayırıcı (beam splitter) yardımı ile suresightın içerisine gönderilir ve gözün arkasına odaklanılır(retina). Retinadaki ışık yansıması ile ışık cihaz içerisinde tekrar geriye doğru yol alır, cihaz içerisindeki çıkış portundan geriye dönen ışık ayna ve mikro lens sistemleri sayesinde bir görüntünün oluşabilmesi için CCD kameraya ulaştırılır. Kamera üzerinde işlenen ışık noktalama spotlarına göre sferik, silindirik ve aks değerleri tespit edilir. Otherefraktometre ölçüm tekniklerinin ortak noktası retinada bir noktanın aydınlatılması sonrası kameraya yansıyan ışık ışınlarının verjansının analizidir (Sekil-9).



Şekil 10:Taşınabilir otorefraktometre Welch Allyn Suresight™

Cihazın arkasında yer alan tuşlar aşağıda belirtildiği şekilde çalışmaktadır;





Şekil 12: Taşınabilir otorefraktometre Welch Allyn Suresight™ ölçüm ekranının görünümü

D iki göz arasındaki ortalama sferik güç değerleri arasındaki **farkı** gösterir (Sadece çocuk modunda görüntülenir).

Güvenilirlik sayısı 1 ile 9 arası skalada, alınan iyi okumaların sayısını ve tutarlılığını gösterir. Sayı yükseldikçe sonuçlar daha iyidir.

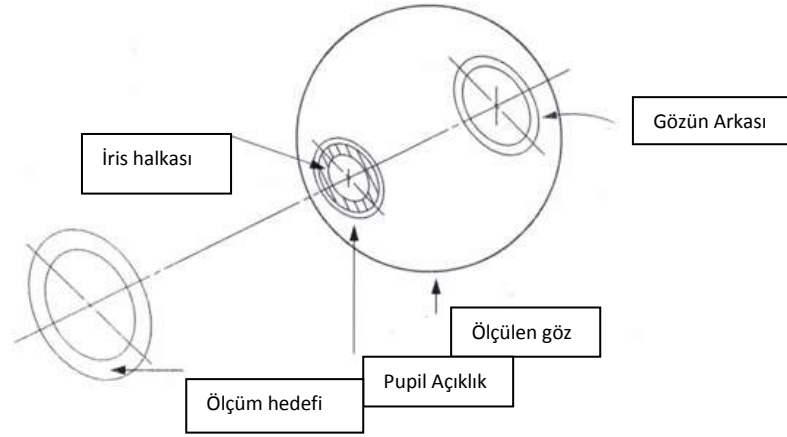
- ≥ 6 genellikle kabul edilebilir bir sayıdır.
- 5 sınır sayıdır. Mümkünse testi tekrar edin.
- ≤ 4 yetersiz bir sayıdır. Testin yeniden yapılması gereklidir.

Çalışmamızda olguların iki cihazla refraksiyon ölçümleri aynı oftalmolog tarafından ve aynı koşullar altında yapıldı. Tüm ölçümler en az üçer kez yapılarak elde edilen ölçümlerin ortalama değerleri çalışmada değerlendirilmek üzere kaydedildi.

Refraksiyon ölçümleri şu sıraya göre yapıldı;

- Taşınabilir otorefraktometre (Welch Allyn Suresight) ile refraksiyon ölçümü
- Otorefraktometre Topcon 8800 KR(Tokyo, Japan) ile refraksiyon ölçümü
- Siklopentolat %1 ile siklopleji oluşturulması (10 dk ara ile 3 damla damlatılması ve son damladan sonra 45 dakika sürenin geçmesi)
- Siklopleji sonrası otorefraktometre ölçümlerinin tekrar alınması.

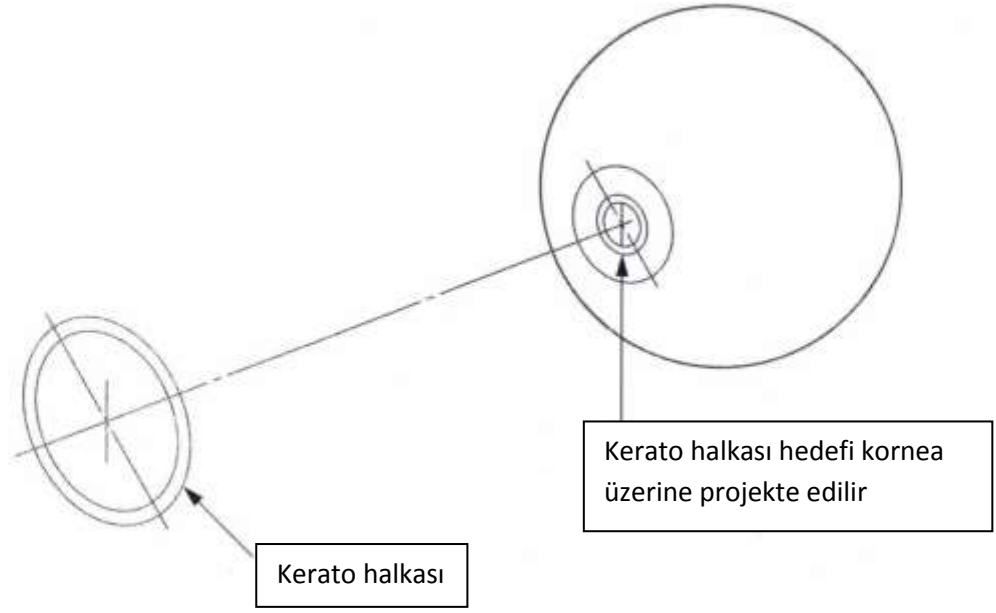
Topcon 8800 KR(Tokyo, Japan) Ölçüm Prensipleri;



Sekil-13: Otofrefraktometre ölçüm Prensipleri

Gözün arkasına hedef görüntü projeksiyonu;

Temel prensipler diğer modeller gibi aynıdır. Hedeflenen ölçüm pupil aralığından projekte edilir, gözün arkasında dönen ışık ışınları algılanır. Şekilde görüldüğü gibi, halka modeli ölçüm hedefi olarak kullanılmaktadır. Görüntü gözün arkasında projekte edilir, geri dönen görüntü CCD kamera tarafından algılanır. Algılanan görüntü işlenir ve dönüştürülmüş halkalar yoluyla gözün refraksiyonunu gösterir (Şekil 13).



Şekil-14: Oторефрактометре ölçüm Prensibi

Şekilde görüldüğü gibi, kerato halkası kornea üzerine projekte edilir ve reflekte olan hedef CCD kamera ile algılanır. Reflekte olan hedef eğrilik yarıçapı ve korneanın kırıcı gücü bilgilerini bilgisayarda kullanarak ölçüm yapıyor(Şekil 14).

Hastalar sikloplejinli (Grup 1) ve sikloplejinsiz (Grup 2) olmak üzere 2 gruba ayrıldı. Her iki grupta farklı ölçümler sonucu elde edilen sferik eşdeğer (SE) ve silindirik aks (SA) ölçümleri değerlendirildi. Bu amaçla sferik eşdeğer hesaplanmasında aşağıdaki formülden faydalanıldı:

$$SE: SR+SD/2 \text{ (SE: sferik eşdeğer, SR: sferik refraksiyon, SD: silindirik değer)}$$

Silindirik aks karşılaştırılırken, sikloplejik oторефaksiyon aksı referans kabul edilerek, aynı gözün diğer ölçümlerinde aksın $\pm 10^\circ$ içinde olma oranı belirlendi. Elde edilen veriler SPSS Versiyon 11.5 (SPSS Inc. Chicago USA) programına aktarıldı. İki grup arasındaki istatistiksel fark student t-testi ile yapılmıştır. P değeri $< 0,05$ anlamlı olarak kabul edildi.

4.BULGULAR

Olguların cinsiyet dağılımı 34 bayan, 61 erkek idi. Çalışmada toplam 95 olgunun 190 gözünde ölçüm yapıldı. Taşınabilir otorefraktometre ve otorefraktometre ile elde edilen sikloplejinli ve sikloplejinsiz sferik eşdeğer, silindirik aks değerleri ortalamaları ve ölçümler arası farkın p değerleri hesaplandı.

Çalışmada her iki cihazda sikloplejinli ve sikloplejinsiz olarak silindirik ölçüsü alınabilen 43 olgunun silindirik aks değerleri karşılaştırıldı.

Sikloplejik otorefraksiyon silindirik aks değeri referans alındığında, Sikloplejik Taşınabilir otorefraktometre ile alınan 86 gözün silindirik aks değeri $\pm 10^\circ$ içinde bulunanların yüzdesi %58,1 idi.

Sikloplejinsiz otorefraksiyon silindirik aks değeri referans alındığında, Sikloplejinsiz Taşınabilir otorefraktometre ile alınan 86 gözün silindirik aks değeri $\pm 10^\circ$ içinde bulunanların yüzdesi %59,3 idi.

Sikloplejinsiz otorefraksiyon silindirik aks değeri referans alındığında, 0-10 yaş arası Sikloplejinsiz Taşınabilir otorefraktometre ile alınan 28 gözün silindirik aks değeri $\pm 10^\circ$ içinde bulunanların yüzdesi %67,8 idi. 10 yaş ve üzeri Sikloplejinsiz Taşınabilir otorefraktometre ile alınan 58 gözün silindirik aks değeri $\pm 10^\circ$ içinde bulunanların yüzdesi %55,1 idi.

Sikloplejik otorefraksiyon silindirik aks değeri referans alındığında, 0-10 yaş arası Sikloplejik Taşınabilir otorefraktometre ile alınan 28 gözün silindirik aks değeri $\pm 10^\circ$ içinde bulunanların yüzdesi %57,1 idi. 10 yaş ve üzeri Sikloplejik Taşınabilir otorefraktometre ile alınan 58 gözün silindirik aks değeri $\pm 10^\circ$ içinde bulunanların yüzdesi %58,6 idi.

Otorefraktometre ölçümleri ile Taşınabilir otorefraktometre ölçümlerinin sağ göz için sikloplejinli ve sikloplejinsiz silindirik aks değerlerinin ortalamaları ve ölçümler arası farkın p değeri aşağıda verilmiştir. Otorefraktometre ölçümleri ile Taşınabilir otorefraktometre'nin sağ gözde sikloplejinsiz silindirik aks ölçümleri arasında ($p>0,05$, $p:0,190$) ve sikloplejinli silindirik aks ölçümleri arasında anlamlı fark yoktu($p>0,05$, $p:0,084$)(Tablo 1).

Aks Sağ	Topcon 8800-KR sağ göz aks (n=43)	Taşınabilir otorefraktometre sağ göz aks (n=43)	p
Göz Sikloplejin±			
Sikloplejinsiz	87,37 ± 60,09	70,23 ± 60,23	0,190
Sikloplejinli	97,09±62,69	73,37± 63,21	0,084

Tablo-1

Otorefraktometre ölçümleri ile Taşınabilir otorefraktometre ölçümlerinin sol göz için sikloplejinli ve sikloplejinsiz silindirik aks değerlerinin ortalamaları ve ölçümler arası farkın p değeri aşağıda verilmiştir. Otorefraktometre ile Taşınabilir otorefraktometre'nin sol gözde sikloplejinsiz silindirik aks ölçümleri arasında ($p<0,05$, $p:0,041$) ve sikloplejinli silindirik aks ölçümleri arasında anlamlı fark yoktu($p>0,05$, $p:0,506$)(Tablo 2).

Göz	Aks Sol	Topcon 8800-KR sol göz aks (n=43)	Taşınabilir otorefraktometre sol göz aks (n=43)	P
	Sikloplejin±			
	Sikloplejinsiz	117,37±55,76	89,76±67,10	0,041
	Sikloplejinli	110,30±57,55	101,62±62,78	0,506

Tablo-2

Otorefraktometre ölçümleri ile Taşınabilir otorefraktometre ölçümlerinin sağ göz için sikloplejinli ve sikloplejinsiz sferik eşdeğer değerlerinin ortalamaları ve ölçümler arası farkın p değeri aşağıda verilmiştir. Otorefraktometre ile Taşınabilir otorefraktometre'nin sağ gözde sikloplejinsiz sferik eşdeğer ölçümleri arasında anlamlı fark var iken ($p < 0,05$, $p: 0,000$), sikloplejinli sferik eşdeğer ölçümleri arasında anlamlı fark yoktu ($p > 0,05$, $p: 0,078$) (Tablo 3).

Sferik eşdeğer Sağ Göz	Topcon 8800-KR sağ göz sferik eşdeğer (n=95)	Taşınabilir otorefraktometre sağ göz sferik eşdeğer (n=95)	P	
	Sikloplejin±			
	Sikloplejinsiz	-0,24±1,50	0,56±1,44	0,000
	Sikloplejinli	0,50±1,71	0,95±1,77	0,078

Tablo-3

Otorefraktometre ölçümleri ile Taşınabilir otorefraktometre ölçümlerinin sol göz için sikloplejinli ve sikloplejinsiz sferik eşdeğer değerlerinin ortalamaları ve ölçümler arası farkın p değeri aşağıda verilmiştir. Otorefraktometre ile Taşınabilir otorefraktometre'nin sol gözde sikloplejinsiz sferik eşdeğer ölçümleri arasında anlamlı fark var iken ($p < 0,05$, $p: 0,000$), sikloplejinli sferik eşdeğer ölçümleri arasında anlamlı fark yoktu ($p > 0,05$, $p: 0,087$) (Tablo 4).

Sferik eşdeğer Sol Göz	Topcon 8800-KR sol göz sferik eşdeğer (n=95)	Taşınabilir otorefraktometre sol göz sferik eşdeğer (n=95)	P
Sikloplejin±			
Sikloplejinsiz	-0,25±1,56	0,62±1,47	0,000
Sikloplejinli	0,53±1,78	0,98±1,77	0,087

Tablo-4

5.TARTIŞMA

Erken çocukluk döneminde tespit edildiğinde tedavisi mümkün olan ambliyopinin (38) saptanmasında, bedensel ve zihinsel engelli olguların refraksiyon bozukluklarının tespit edilmesinde Taşınabilir otorefraktometre pratik, kullanımı kolay, özellikle çocuklarda direkt temas olmadığından korkuya neden olmayan yöntemdir.

Bu bilgiler okul öncesi yapılan refraksiyon muayenesinin yanı sıra genç yetişkinlerde ve özellikle okul çağı çocuklarında da refraksiyon muayenesinin önemini vurgulamaktadır.

Klinik muayenede kullanılan cihazlar astigmatizma ölçümünde farklılık göstermektedir. Gekeler ve ark. Canon otorefraktometre ve ekzantrik fotorefraktör ile saptanan silindirik güç ve aks değerlerinin uyumlu olduğunu belirlemişlerdir (40). Gwiazda ve Weber ise üç farklı otorefraktometreyi karşılaştırdıkları çalışmalarında Canon otorefraktometre ile ölçtükleri silindirik değerlerin Nidek ve Grand Seiko otorefraktometreler ile uyumlu olmadığını bulmuşlardır (41).

Çalışmamızda ise Taşınabilir otorefraktometre ve otorefraktometre ile alınan sol gözde sikloplejisiz silindirik aks değerlerinde anlamlı bir fark var iken ($p:0,041$, $p<0,05$), sikloplejili silindirik aks değerinde anlamlı fark bulunmadığı ($p:0,506$, $p>0,05$) görülmüştür. Sağ gözde alınan sikloplejili ve sikloplejisiz silindirik aks değerlerde anlamlı bir farklılığın bulunmadığı görülmüştür (Sikloplejisiz $p:0,190$, $p>0,05$ ve Sikloplejili $p:0,084$, $p>0,05$).

Abrahamsson ve ark. fotorefraktometre ile retinoskopi ya da Topcon RM A2000 otorefraktometre ile elde edilen refraksiyon değerlerini karşılaştırdıkları 150 olguluk çalışmalarında, 142 olguda sferik eşdeğer değerlerindeki farkın 1 Dioptri'nin altında olduğunu tespit etmişlerdir (42).

Hunt ve ark. ise fotorefraktometre ile Shin-Nippon SRW-5000 otorefraktometre arasında ortalama sferik eşdeğer farkını $-0,20$ Dioptri, ortalama sferik refraksiyon farkını $-0,14$ Dioptri saptamışlardır (43).

Çalışmamızda ise Taşınabilir otorefraktometre ve otorefraktometre ile alınan sağ ve sol gözde sikloplejisiz sferik eşdeğerde anlamlı bir fark var iken (Sağ göz sikloplejisiz $p:0,000$, Sol göz sikloplejisiz $p:0,000$), sikloplejili sferik eşdeğerde anlamlı bir farklılığın bulunmadığı görülmüştür (Sağ göz siklopleji $p:0,078$, $p>0,05$ ve Sol göz sikloplejili $p:0,087$, $p>0,05$).

Arıcı C. ve ark. okul çağı çocuklarında ve yetişkinlerde Plusoptix S08 fotorefraktometre, Nidek ARK-30 elde taşınır otorefraktometre ve Potec PRK-6000 otorefraktometre ile saptanan refraksiyon kusurlarının karşılaştırılmasında, çalışmadaki olgular okul çağı pediatrik (Grup 1) ve erişkin (Grup 2) olmak üzere iki gruba ayrılıp, her iki gruptan üç cihazla elde edilen sferik, silindirik, silindirik aks, sferik eşdeğer ve interpupiller mesafe değerleri birbiriyle istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak her iki grupta da üç cihaz ile elde edilen sferik güç ve sferik eşdeğer değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık mevcutken ($p<0,05$), silindirik güç açısından anlamlı bir farklılık görülmemiştir(sırasıyla $p=0,641$, $p=0,431$). Potec PRK-6000 ve Plusoptix S08 ile saptanan interpupiller mesafe değerleri Grup 1’de istatistiksel olarak anlamlı bir fark sergilerken, Grup2’deki fark anlamlı olmamıştır(44).

Arıcı C. ve ark. üç farklı refraktometre (Potec PRK-6000, Nidek ARK-30, Plusoptix S08) cihazını siklopleji öncesi ve sonrası refraksiyon kusurlarını ölçmede karşılaştırmak ve fotorefraktometrenin refraksiyon kusurlarını ölçerken sikloplejiye olan gereksinimi karşılayıp karşılayamadığını incelemek amacıyla yaptıkları çalışmada, her üç cihazla elde edilen sferik güç, silindirik güç, silindirik aks, sferik ekivalan ve interpupiller mesafe değerleri birbiriyle istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Her üç cihazın kendi içinde elde edilen sikloplejisiz ve sikloplejili sferik güç ve sferik ekivalan değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar mevcuttu. Ancak silindirik değerlerde sikloplejiden etkilenmenin anlamlı olmadığı görüldü. Yine her üç cihazın 0° ve 45° akstaki Jackson çapraz silindir güç değerleri (J0 ve J45) açısından da sikloplejiden istatistiksel olarak anlamlı bir düzeyde etkilenmediği bulundu. Plusoptix S08 ile ölçülen sikloplejisiz sferik ekivalan, silindirik güç ve J0 ve J45 değerleri ile Potec PRK-6000 ile sikloplejili olarak ölçülen aynı değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır(45).

Alp ve ark. astigmatik kırma kusuru açısından sikloplejili otorefraktometre ve sikloplejisiz otorefraktometre arasında fark tespit etmemişlerdir (46).

Schimitzek ise sikloplejinin astigmatik güç ve aks tespitinin güvenilirliğini azalttığını bildirmiştir(47).

Çalışmamızda aynı makinede, aynı gözün sikloplejili ve sikloplejisiz silindirik aks değerleri arasında $\pm 10^\circ$ arasında fark normal olarak kabul edilirse otorefraktometre ile alınan sikloplejili ve sikloplejisiz aks değerleri uyumu %87,2, Taşınabilir otorefraktometre ile alınan sikloplejili ve sikloplejisiz aks değerlerin uyumu %86,04 olduğu görüldü.

6. SONUÇ

Sonuç olarak her iki cihazla yapılan ölçümlerde silindirik aks değerleri ve sikloplejili sferik eşdeğer değerleri uyumlu bulunurken, sikloplejisiz sferik eşdeğer değerleri uyumlu bulunmamıştır. Okul çağı çocuklarında ve genç erişkinlerde refraksiyon ölçümlerinde akomodasyon belirgin şekilde etkin olmakta ve sferik eşdeğer değerlerini etkilemektedir. Sikloplejisiz sferik eşdeğer değerlerinin uyumsuzluğu olgular içindeki akomodasyonun etkin olduğu çocuk ve genç erişkinlerden kaynaklanabilir. Bu nedenle özellikle çocuk yaş grubunda ölçümlerin sikloplejili olarak tekrar değerlendirilmesi gerektiği fikrine varılıp, sikloplejili muayenenin altın standart olduğu unutulmamalıdır.

KAYNAKLAR

1. Rasso B, Wesemann W. Automatic infrared refractors. *Ophthalmology* 1985;92(8):20-33.
2. Choong YF, Chen AH, Goh PP. A comparison of auto-refraction and subjective refraction with and without cycloplegia in primary school children. *Am J Ophthalmol* 2006;142(1):68-74.
3. Harvey EM, Miller JM, Wagner LK, Dobson V. Reproducibility and accuracy of measurements with a hand held autorefractor in children. *Br J of Ophthalmol.* 1997; 81:941-8.
4. Bruce AS, Atchison DA, Bhoola H. Accommodation-convergence relationships and age. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1995; 36:406-13
5. Rosenfield M, Ciuffreda KJ, Chen HW. Effect of age on the interaction between the AC/A and CA/C ratios. *Ophthalmic Physiol Opt.* 1995; 15:451-5
6. Schimitzek T, Lagreze WA. Accuracy of a new photorefractometer in young and adult patients. *Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2005;243:637-45.
7. Taşınabilir Otorefraktometre Welch Allyn SureSight™(Skaneateles Falls, NY 13153-0220) Kullanım Klavuzu 6,8
8. Yanoff M, Duker JS. Optics and refraction. *Ophthalmology.* Mosby, London;1998(2):8.2.
9. Türk Oftalmoloji Derneği Eğitim Yayınları No:11, Kornea, 2009; 13-9
10. Akova Y, Apaydın C, Temel Göz Hastalıkları, Edith by Aydın P, Akova Y, Güneş Kitabevi, ANKARA, 2010; 205-10
11. Gipson IK, Yankauchas M, Spurr-Michaud SJ, et al. Characteristics of a glycoprotein in the ocular surface glycocalyx. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1992 33: 218-9.
12. Wiley L, SunderRaj N, Sun TT, Thoft RA: Regional heterogeneity in human corneal and limbal epithelia: An immunohistochemical evaluation. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1991; 32: 594-5.
13. Marshall GE, Konstas AG, Lee WR: Immunogold fine structural localization of extracellular matrix compounds in aged human cornea: I. Types I–IV collagen and laminin. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 1991; 229: 157.
14. Cintron C, Covington HI: Proteoglycan distribution in developing rabbit cornea. *J Histochem Cytochem* 1990; 38:675.148

15. Tamura Y, Konomi H, Sawada H et al: Tissue distribution of type VIII collagen in human adult and fetal eyes. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1991; 32: 2636-7.
16. Ovalı T, Fizyoloji, Bolum 3, Temel Göz Hastalıkları, 1. Baskı, Aydın P, Akova YA eds, Ankara, Güneş Kitabevi, 2001, 37-52.
17. Gipson IK, Joyce NJ, Zieske JD. The anatomy and cell biology of the human cornea, limbus, conjunctiva, and adnexa. In: Foster CS, Azar DT, Dohlman CH (eds). *The Cornea* 4th edition, LW&W,2004;3-37
18. Akova Y, Apaydın C, Temel Göz Hastalıkları, Edith by Aydın P, Akova Y, Güneş Kitabevi, ANKARA, 2010; 347-52
19. Yanoff M, Duker JS, Lens, *Ophthalmology*, Hayat Tıp Kitabevi, 2007; 241-57
20. Yanoff M, Duker JS, Retina ve Vitreus, *Ophthalmology*, Hayat Tıp Kitabevi, 2007; 770-82
21. Özçetin H, Retina Hastalıkları, Klinik Göz Hastalıkları, Özçetin H, Bursa; Nobel Tıp Kitabevi, 2003, 232-312
22. İlhan B, Erdem B, Retina Fizyolojisi, Retina-Vitreus, 1998; 6: 68-73
23. Federman JL, Gouras P: Retina and Vitreus, chapter 2: Anatomy in Podos SM and Yanoff M. ed. *Textbook of Ophthalmology*, Mosby, 1994: vol 9; 2.1-2.19.
24. Bone RA, Landrum JT, Dixon Z et al: Lutein and zeaxanthin in the eyes, serum and diet of human subjects. *Exp Eye Res*, 2000; 71: 239-45.
25. Ovalı T. Fizyoloji. Temel Göz Hastalıkları Aydın P, Akova YA. Ankara; Güneş kitapevi, 2001,310-12
26. Guyton AC, Hall JE : The eye:II.Receptor and neuoral function ofthe retina .İn Guyton AC ,Hall JE:Textbook of Medical physiology.Ninth ed.W.B.Saunders, Pennsylvania 1996; 637-50
27. Guler C, Gözün Refraktif Durumu, Muayene Yöntemleri, Bolum 4, Temel Göz Hastalıkları, 1. Baskı, Aydın P, Akova YA eds, Ankara, Güneş Kitabevi, 2001,93-102.
28. Thall EH, Miller KM, Rosenthal P, Schechter RJ, Steinert RF, Beardsley TL, 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
29. Özçetin H,Şener B. Gözde kırılma kusurları ve uyum, Miyopi ve Tedavisi, Nobel Tıp Kitabevleri, Bursa;2002;(1):63-95.

30. Otsuka J. Research on the etiology and treatment of myopia. *Acta Soc. Ophthalmol. Spn.* 1967;7 211-2.
31. Elçioğlu M, Elçioğlu T., Soylu T. Okul çocuklarında göz hastalıklarının taranması. 26. Ulusal Türk Oftalmoloji Kong. Bult. Bursa, 1992, 76-79. 146
32. Gürdağ T, Gunduz K, Okka M ve ark. Miyoplarda retina hassasiyetinin bilgisayarlı otomatik perimetri ile değerlendirilmesi. *Türk Oft Gaz.* 1998; 28:170-6.
33. Özkağnıcı A, Kamyş U, Zengin N. Santral retinal dejenerasyonu olmayan miyopik gözlerde renk görme. *T. Oft. Gaz.* 2002;32:393-6
34. Thall EH, Miller KM, Rosenthal 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.
35. Bengisu U, Kırılma Kusurları, Bolum 1, Göz Hastalıkları, 4. Baskı, Ankara, Palme Yayıncılık, 1998, 1-21.
36. Heiner Martin, Rudolf Guthoff, Thom Terwee, Klaus-Peter Schmitz. Comparison of the accommodation theories of Coleman and of Helmholtz by finite element simulations. *Vision Research*, Volume 45, Issue 22, October 2005, 2910-5.
37. Ronald A. Schachar. Helmholtzian Accommodation. *Ophthalmology*, Volume 112, Issue 4, April 2005. 739-40.
38. Akova Y, Apaydın C, Temel Göz Hastalıkları, Edith by Aydın P, Akova Y, Güneş Kitabevi, ANKARA, 2010; 750-3
39. Abrahamsson M, Fabian G, Sjostrand J. A longitudinal study of a population based sample of astigmatic children. *Acta Ophthalmol.* 1990; 68: 435-40.
40. Gekeler F, Schaeffel F, Howland HC, Wattam-Bell J. Measurement of astigmatism by automated infrared photorefractometry. *Optom Vis Sci.* 1997; 74: 472-82
41. Gwiazda J, Weber C. Comparison of spherical equivalent refraction and astigmatism measured with three different models of autorefractors. *Optom Vis Sci.* 2004; 81: 56-61.
42. Abrahamsson M, Ohlsson J, Maria Bjorndahl M, Abrahamsson H. Clinical evaluation of an eccentric infrared photorefractor: the Powerrefractor. *Acta Ophthalmol Scand.* 2003; 81: 605-10.
43. Hunt A, Wolffsohn JS, Gilmartin B. Evaluation of the measurement of refractive error by the PowerRefractor: a remote, continuous and binocular measurement system of oculomotor function. *Br J Ophthalmol.* 2003; 87:1504-8.
44. Arıcı C., Turk A, Ceylan O.M, Mutlu F.M, Altınsoy H.İ, *Oftalmoloji* 2010; cilt:40:6

45. Arıcı C, Turk A, Keskin S, Ceylan O.M, Mutlu F.M, Altınsoy H.İ, Turk J Med Sci 2012; 42 (4): 657-65
46. Alp MN, Atilla H, Erkam N, Emetrop Gözlerde Otorefraktometre Ve retinoskopi ile Refraksiyon Değerlerinin Karşılaştırılması T Klin. Oftalmoloji 1998, 7:178-83.
47. Schimitzek T, Lagreze WA. Accuracy of a new photorefractometer in young and adult patients Graefe's Arch Clin Exp. Ophthalmol. 2005; 243:637-45