

T.C.
CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
GÖZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI



**5-10 YAŞ VE 10-15 YAŞ ARASI BİREYLERDE
REFRAKSİYON DÜZEYİNİN SİKLOPLEJİ ÖNCESİ VE
SONRASI KONVANSİYONEL OTOREFRAKTOMETRE
VE TAŞINABİLİR OTOREFRAKTOMETRE İLE
KARŞILAŞTIRILMASI**

UZMANLIK TEZİ

Dr. Yener Silindir

TEZ DANIŞMANI

Yard. Doç. Dr.Göktuğ Seymenoğlu

MANİSA,2010

**T.C.
CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
GÖZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI**

**5-10 YAŞ VE 10-15 YAŞ ARASI BİREYLERDE
REFRAKSİYON DÜZEYİNİN SİKLOPLEJİ ÖNCESİ VE
SONRASI KONVANSİYONEL OTOREFRAKTOMETRE
VE TAŞINABİLİR OTOREFRAKTOMETRE İLE
KARŞILAŞTIRILMASI**

UZMANLIK TEZİ

Dr. Yener Silindir

TEZ DANIŞMANI

Yard. Doç. Dr.Göktuğ Seymenoğlu

MANİSA,2010

ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim boyunca tecrübelerinden her zaman yararlandığım, mesleki konulardaki bilgilerini ve yaşama dair deneyimlerini bizden esirgemeyen; cerrahi ve teorik bilgilerimin gelişmesinde büyük katkılarından ve tezimin hazırlanmasında gösterdiği emekten dolayı tez danışmanım, değerli hocam Yard. Doç. Dr Göktuğ Seymenoğlu'na ,

Donanımlı ve akademik bir çalışma ortamı hazırlayıp bilgi ve deneyimleri ile bize yön veren sayın başhekimimiz Prof. Dr. Özcan Kayıkçıoğlu'na,

Tezimin hazırlanmasında yardımlarını esirgemeyen birlikte çalışma onuruna eriştiğim, engin bilgi birikimi, derin hoşgörü anlayışı ve tecrübesi ile uzmanlık eğitimimi yönlendiren değerli hocam Prof. Dr. Esin Başer'e,

Derin bilgi ve deneyimlerini bizimle paylaşan Prof. Doç. Dr Sami İlker'e,
her zaman değerli desteklerini gördüğüm Doç.Dr Sinan Emre'ye,

Eğitim hayatım boyunca birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum sevgili asistan arkadaşlarım Nehir Zerdeci'ye, Bilge Öztürk'e, Ceren Gülhan'a, Sinan Bilgin'e ,Oğuz Ulusoy'a, İbrahim Türker'e, Sibel Zorlu'ya ,Özgür Uzun'a, Gülsüm İrey'e
Poliklinik ve ameliyathanede her zaman gösterdikleri kolaylıklar dolayısıyla bana yardımcı olan Kadriye Baykan'a, Yunus Atıcı'ya, Özgül Seven'e, Ayferi Karacaoğlu'na,
Özden Güneş'e

Bugünlere gelmemde büyük pay sahibi olan desteğini hiçbir zaman benden esirgemeyen aileme ve eşim Sezin'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Dr. Yener Silindir

İÇİNDEKİLER

Sayfa

I. ÖNSÖZ.....	III
II. İÇİNDEKİLER.....	IV
III. KISALTMALAR.....	V
IV. GİRİŞ.....	1
V. GENEL BİLGİLER	
1. Işık nedir.....	2
2. Optik sistem olarak insan gözü.....	5
3. Görme keskinliğini etkileyen faktörler.....	10
4.Gözün refraktif durumları.....	12
5.Akomodasyon.....	27
6. Refraksiyon kusurlarının muayene yöntemleri.....	32
VI. GEREÇ VE YÖNTEM.....	39
VII. BULGULAR.....	42
VIII. TARTIŞMA.....	49
IX. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	58
X. ÖZET	59
XI. İNGİLİZCE ÖZET.....	61
XII.KAYNAKLAR.....	63

KISALTMALAR

Nm: Nanometre

Hz: Hertz

D: Diyoptri

OR: Otorefraktometre

KO, CO: Konvansiyonel otorefraktometre

TO, HO: Taşınabilir otorefraktometre

SD: Standart sapma

PWR: Powerrefraktör

CCD: Işığa duyarlı diyot

RPE: Retina pigment epiteli

GİRİŞ

Göz muayenesi için başvurulduğunda veya tarama için sahaya gidildiğinde ilk yapılan oftalmolojik muayene görme keskinliğinin ölçümüdür. Düzeltilmemiş en iyi görme keskinliği kişilerin refraktif durumunu yansıtmaktadır. Düzeltilmiş en iyi görme keskinliğini değerlendirebilmek için ise kişilerin subjektif veya objektif yöntemler ile muayene edilmesi gerekmektedir. Günlük poliklinik pratiğinde konvansiyonel sabit otorefraktometreler hızlı, doğru ve tekrarlanabilir sonuçlar verdiği için yaygın olarak kullanılmaktadır. Çocuklarda ve genç erişkinlerde lensin uyum yeteneği yüksektir ve ölçümlerde hatalara sebep olmaktadır. Muayenede hatalara yol açabilen uyum yeteneğini ortadan kaldırmak için sikloplejik ilaçlar kullanılmaktadır. Ancak bunlar da pupilla dilatasyonu yaparak astigmat ve aks ölçümlerinde hatalara yol açmaktadır.

Gelişen teknoloji ile birlikte elde taşınabilir otorefraktometreler kullanıma girmiştir. Özellikle saha taramalarında ve engelli kişilerin muayenesinde kullanımları çok kolaydır. Ancak sensitivite ve spesifiteleri tartışılmaktadır. Bir cihazın taramalarda ambliyopiye yol açabilecek refraktif kusurları tespit edebilmesi için sensitif ve gereksiz sevkleri de önleyebilmek için spesifik olması gerekmektedir.

Çalışmamızda konvansiyonel otorefraktometre olan Nidek ARK510A ile elde taşınabilir Welch Allyn Suresight cihazının siklopleji öncesi ve sonrası ölçümlerini karşılaştırdık.

GENEL BİLGİLER

Işık, elektromanyetik radyasyonun, görsel yanıt oluşturan ve yaklaşık 380-760 nm dalga boyu aralığında kalan bölümüdür. Optik fenomenlerin tanımlanması, bugün fiziksel optik, geometrik optik ve kuantum optiği gibi farklı branşların alanlarına girmektedir.

Geometrik optik; yansıma, kırılma ve görüntü oluşumu gibi makroskopik olayları inceleyen, bu olaylara ait yasaları veren ve bu yasalara dayanarak çalışan optik elemanları ve sistemleri (aynalar, mercekler vb) konu edinmiştir. Işığın düz bir hat (ışın) şeklinde süzülen partiküllerden oluştuğunu (korpüskül teorisi) ve ışık hatlarının geometrik kurallara uyduğunu varsayar (1).

Fiziksel optik, ışığın “dalga teorisi” ile yayıldığını temel alır, ilk olarak Huygens (1) tarafından açıklanmış, sonradan Young ve Maxwell tarafından geliştirilmiştir. Işığın saçılma, interferans, polarizasyon, difraksiyon ve wavefront aberasyon gibi özelliklerini konu edinmiştir (2).

Planck’ın kuantum teorisinden geliştirilen kuantum optiği, ışığın dual bir doğaya sahip olduğunu kabul eder ve bazı olaylarda partikül, bazı olaylarda dalga teorisine uygun hareket ettiğini savunur. Işık ve madde arasındaki ilişkiyi konu edinmiştir (3,4).

Işığın Dalga Boyu

Uzun dalga boylarına cep telefonları, radyo-televizyon yayınları veya radarda, kısa dalga boylarına ise kozmik ışınlar ve x ışınlarında rastlanır. Elektromanyetik radyasyon spektrumunun görünebilir kısmı ultraviyole ile infrared kısımları arasında bulunur. Spektrumun mor ucu 380 nm, kırmızı ucu ise 760 nm’dir (5).

Işık Dalgalarının Frekansı

Elektromanyetik radyasyonun frekansı, dalga üzerindeki bir pozisyonun, belli bir sürede, belli bir noktayı kaç defa geçtiğidir. Bu, dalga boyu ile ters ilişkilidir.

Örneğin; radyo dalgalarının frekansı 10^4 - 10^8 devir/saniyedir (hertz), fakat spektrumun görünen kısmınınki 10^{14} - 10^{15} Hz 'dir (6).

Işık Dalgalarının Hızı

Elektromanyetik radyasyon, boşlukta 300.000 km/saniye (186.000 mil/saniye) hızla hareket eder. Havadaki hızının da boşluktaki hızına denk olduğu kabul edilir. Işığın hızı ortam değişmedikçe sabit olup, dalga boyu ile frekansının çarpımına eşittir. Işık hızı “c”, dalga boyu “λ” ve frekansı “ν” olmak üzere; “ $c=\lambda * \nu$ ” dir. Görüldüğü gibi, ışığın dalga boyu büyüdükçe frekansı azalmakta, dalga boyu küçüldükçe, frekansı artmaktadır (6).

Refraktif İndeks

Işığın hızı, geçebildiği ortamın yapısına göre değişmektedir ve boşlukta en hızlıdır, diğer ortamlarda daha yavaştır. Her ortam için ışığın hızını vermek yerine, havadaki hızı ile o ortamdaki hızının oranını vermek uygun görülmüş ve bu oran refraktif indeks (kırıcılık katsayısı) olarak adlandırılmıştır. Yani *refraktif indeks, ışığın havadaki (=boşluktaki) hızının, söz konusu optik ortamdaki hızına oranıdır.*

$\frac{\text{Işığın havadaki hızı (=300.000 km/sn)}}{\text{Işığın 2.ortamdaki hızı}} = \frac{\text{2.ortamın refraktif indeksi}}{\text{Havanın refraktif indeksi (=1.00)}}$

Işık hiçbir ortamda boşluktakinden daha hızlı olamayacağı için, bildiğimiz ortamların refraktif indeksi 1.0 ya da daha yüksektir. Genel olarak formüllerde ve denklemlerde refraktif indeks küçük “n” harfiyle gösterilir.

Refraktif indeks, ışığın dalga boyu ile de değişmektedir. Dalga boyu kısaldıkça, refraktif indeks artar. Örneğin; 656 nm dalga boyunda (yaklaşık kırmızıya denk gelen renkteki ışık ışınları) için sert gözlük camının refraktif indeksi 1.520 iken, hemen hemen mavi ışığa denk gelen 480 nm dalga boyundaki ışık ışınları için bu indeks 1.531'dir. Refraktif indeksin ışığın dalda boyundaki değişime bağlı olarak gösterdiği değişmeye “**dispersiyon**” denmektedir. Örneğin sert gözlük camının dispersiyonu 0.011 (1.531 – 1.520)'dir (7).

Her ortam kendine has, değişen miktarlarda dispersiyon gösterir, ancak bütün ortamlar dispersiyon yapıcı etkiye sahip değildir. Boşlukta, ışığın hızı bütün dalga boyları için eşittir. Havanın dispersiyon yapıcı etkisi de oldukça az olup, ihmal

edilebilir. Refraktif indeks ortamın kimyasal bileşiminden oldukça fazla etkilenir. Gözlük camı üreticileri, camın optik özelliklerini değiştirmek üzere, camın bileşimine baryum gibi nadir toprak elementlerini eklemektedir. Ortam ısısı ve atmosfer basıncı da, refraktif indeksi etkileyebilen faktörlerdir. Bu iki ortam faktörü genellikle ihmal edilebilecek kadar küçüktür. Sadece silikon için ısı, yumuşak kontakt lensler için su içeriği dikkate değer büyüklükte etkilidir. Bu nedenle silikon lenslerde, refraktif indeks hesaplarını yaparken oda ısısı (20° C) yerine vücut ısısını (35° C) dikkate alınmalıdır (8).

Fotonlar

Elektromanyetik radyasyondaki enerji, kuantal veya fotonlar denilen birimlerle ölçülür. Fotonun enerjisi frekansla doğru, dalga boylarıyla ters orantılıdır; dolayısıyla 400 nm'deki bir fotonun enerjisi 800 nm'deki bir fotonun enerjisinin iki katıdır. Örneğin; kırmızı ışığın zararlı etkisi yokken, ultraviyole ışık yanık oluşturur, x ışınları ise dokularda şiddetli hasar yapar (9).

Yansıma veya Emilme ile Işığın Kaybı

Bir ışık kaynağından retinaya düşen ışık, kornea, lens ve retina yüzeylerinden yansıyarak azalır. Korneanın 400-1200 nm arasındaki ışığa oldukça geçirgen olmasına karşın, kristal lens radyant enerjinin bir kısmını, özellikle kısa dalga boylarını emer. Spektrumun mavi ucundaki bu emilme, lenste ksantokromik (sarı-kahverengi) proteinler biriktirdiği için yaşlanmayla birlikte artar. Kısa dalga boylu radyasyonun bir kısmı da retinanın maküler bölgesindeki sarı pigment tarafından emilir (10).

Işığın Rengi

Renk duygusundan sorumlu fizik uyarı radyasyonun dalga boyudur. 430 nm civarındaki viyole, 460 nm civarındaki mavi, 520 nm civarındaki yeşil, 575 nm civarındaki sarı, 600 nm civarındaki kavuniçi ve 650 nm civarındaki kırmızı hissi verir. Dalga boylarının (güneş ışığındaki gibi) karışımı beyaz rengi oluşturur (11).

Snell Yasası

Işığın optik ortamlar arasındaki geçişinde, Snell Yasası olarak bildiğimiz bir denklem geçerlidir. Snell yasası, ışık ışınlarının geliş açısı ve refraktif indeksi farklı

olan diğer ortama geçiş açısını belirler. Havadan gözümüze gelen ışınlar düşük refraktif indeksli bir ortamdan, yüksek refraktif indeksli bir ortama geçmektedir. Havadaki ışının gözlük camına gelişinde de aynı prensip geçerlidir. Işık ışınları düşük refraktif indeksli ortamdan, yüksek refraktif indeksli ortama geçişte yüzey normaline yaklaşıırken, yüksek refraktif indeksli ortamdan düşük refraktif indeksli ortama geçişte, normalden uzaklaşır (12).

OPTİK SİSTEM OLARAK İNSAN GÖZÜ

İnsan gözünün optik sistemi, kornea ve lens bölümü olmak üzere ikiye ayrılır. Kornea ve lens yüzeyi, gelen ışık ışınlarının yönünü değiştirerek, retinaya odaklanmalarını sağlar. Gz bir optik model olarak kabul edileceği için, tüm optik yüzeylerin sferik olduğu ve “optik aks” olarak adlandırılan düz hat üzerinde yerleştikleri kabul edilecektir. Bu düz hat, korneanın tepe noktası olan verteksten, arka kutup, yani retinanın keskin görmeden sorumlu bölgesi olan makulaya uzanmaktadır. Gelen ışık ışınlarının da bu aksa paralel tarzda uzandıkları ve optik yüzeylere küçük aıllarla çarptıkları kabul edilmektedir. Bu şekilde gelen ışık ışınlarına “paraksiyel ışın demeti” adı verilmiş olup, pupilla büyüklüğünün 3 mm çapta olması durumunda göze girenler bu kapsamda yer alır. Daha geniş açıyla optik yüzeylere çarpan ve daha büyük bir pupilla açıklığından göze girenler, paraksiyel ışık demetleri olarak kabul edilmezler. Bunların göze giriş aılları büyük olduğu için, odaklaştıkları nokta aberasyonlara bağlı olarak bulanıktır.

Kornea akomodasyon yapmamış gözün toplam kırıcılık gücünün % 70’inden sorumludur. Gözümüzün lensi, kalan refraktif gücü oluşturmaktadır. Akomodasyon sırasında daha yuvarlak bir şekil aldığını kabul ettiğimiz lens, bu katkısına ilave bir refraktif g daha kazandırır.

Pupilla, göze rengini veren iris dokusunun ortasındaki yuvarlak açıklık olup, gözün optik sisteminin bir başka ögesidir. Pupilla küçüldüğünde göze giren ışığı ve aberasyonları azaltır, odak derinliğini artırır.

Retina, rod ve konileri içerir. Rodlar, çok düşük parlaklık seviyelerinde oldukça duyarlıdır. Rodları aktive etmek için sadece bir veya iki kuantaya enerji gerekir. Loş ortamda ve alacakaranlıktaki grmemizden bu hücreler sorumludur. Renk duyarlılığı olan koniler ise yüksek parlaklık seviyelerinde yüksek ayırt etme yeteneği sağlarlar.

Yüksek parlaklık seviyelerinde retina görsel pigmentlerinin beyazlaşması ve rejenerasyonu arasındaki hızlı sinirsel adaptasyon ve dengeli duruma daha kademeli geçiş, retinanın oldukça iyi bir fonksiyon görmesini sağlar. Sinirsel aktivitedeki değişim sadece birkaç milisaniye süren çok hızlı bir süreçtir ve retinanın ışık duyarlılığını 1.000 kata kadar değiştirebilir. Fotopigment konsantrasyonundaki değişim ise dakikalar sürer, ancak retinanın duyarlılığında 100.000.000 kata kadar bir değişim sağlar. Bu özelliklerinden dolayı, başka hiçbir film böyle hem ay ışığında hem de güneşte fonksiyon göremez (13).

Refraktif İndeksler

Gullstrand humor aköz ve vitreusun refraktif indeksini, pratik olarak suyunkine eşit olmak üzere 1.336 bulmuştur. Korneanın refraktif indeksi bunlardan daha yüksek olup, 1.376'dır.

İnsan lensinin yapısı, sıklıkla soğan tabakalarına benzetilir. Tabakalı yapı, derin katlara ilerledikçe daha sıkı (yoğun) bir yapıya dönüşür. Refraktif indeks de, derin katlara indikçe yükselir. Ancak ışınların sürekli indeksleri değişen tabakalar arasında ilerlediği yolu hesaplamak oldukça karmaşıktır. Bu nedenle, Gullstrand, lensin çekirdek kısmı için 1.406, korteks (kabuk) kısmı için 1.386 olmak üzere sadece iki ayrı eşdeğer indeks hesaplamıştır. Bu iki indeks, gerçek gözün ortalama refraktif gücüne de denk gelmektedir. Gullstrand'ın refraktif indekslere ilişkin verileri aşağıda sıralanmıştır (14).

Kornea	1.376
Aköz Humor	1.336
Lens korteksi (kabuğu)	1.386
Lens çekirdeği	1.406
Vitreus	1.336

Görüntü boyutunun obje boyutuna olan oranı ile görüntü mesafesinin obje mesafesine olan oranı aynı olup, oküler optik yüzeyler sferik bir ayna gibi kabul edilip, odak uzaklığı ve yarıçapı hesaplanabilir. Sferik aynaların odak uzaklığı, eğrilik yarıçapının yarısına eşittir. Oftalmometreler hem refraktif yüzeyin eğrilik yarıçapını hem de kırıcılık gücünü okuyabileceğimiz bir cetvel içermektedir. Klinikte kullandığımız oftalmometreler genellikle kornea ön yüzünün refraktif gücünü ölçmek

üzere kalibre edilmiştir. Korneanın refraktif indeksi olan 1.376 bilindiğine göre, kırıcılığı hesaplanabilir. Korneanın arka yüzünün refraktif gücünü hesaplamada ise kornea ve humor aközün refraktif indeksi kullanılmalıdır. Bu iki indeks arasındaki fark, hava ile korneanınki arasında olandan daha az olduğu için, kornea arka yüzünün kırıcılığı da ön yüzünün kırıcılığından çok daha düşüktür. Ayrıca korneanın indeksi, humor aközünkünden yüksek olduğu için refraktif gücü negatif çıkacaktır.

$$F=(n_2-n_1)/r$$

n_2 =İkinci ortamın refraktif indeksi, n_1 =Işığın geldiği ortamın refraktif indeksi, r =kırıcı yüzeyin eğrilik yarıçapı(metre), F =Eğri optik yüzeyin kırıcı gücü (dioptri)

$$F_{(kornea\ ön\ yüzü)} = \frac{(Korneanın\ refraktif\ indeksi - Havanın\ refraktif\ indeksi)}{Kornea\ ön\ yüzünün\ yarıçapı\ (metre)}$$

$$F_{(kornea\ ön\ yüzü)} = \frac{1.376 - 1.000}{0.0077} = 48.83\ D$$

$$F_{(kornea\ arka\ yüzü)} = \frac{(Humor\ aközünün\ refraktif\ indeksi - Korneanın\ refraktif\ indeksi)}{Kornea\ arka\ yüzünün\ yarıçapı\ (metre)}$$

$$F_{(kornea\ arka\ yüzü)} = \frac{1.336 - 1.376}{0.0068} = -5.88\ D$$

Keratometre aleti, korneanın refraktif gücünü ve eğrilik yarıçapını (radius) veren bir oftalmometredir. Üzerindeki skalanın bir tarafında korneanın toplam refraktif gücü, diğer tarafında kornea eğrilik yarıçapını okuyabiliriz. Keratometreler ve kornea topografi cihazlarının çoğu, kornea ön yüzünü ayna gibi kullanıp, yansıttığı test görüntülerinden hareketle, toplam kornea kırıcılığını ölçmeyi amaçlarlar. Burada sadece kornea ön yüzünün eğrilik yarıçapı ölçülmekte, ancak toplam kornea kırıcılığı verilmeye çalışılmaktadır. Bu durumda, korneanın gerçek refraktif indeksi kullanılırsa, kornea ön yüzünün kırıcılığı elde edilecektir ki, bu da gerçekten daha yüksek bir sonuç

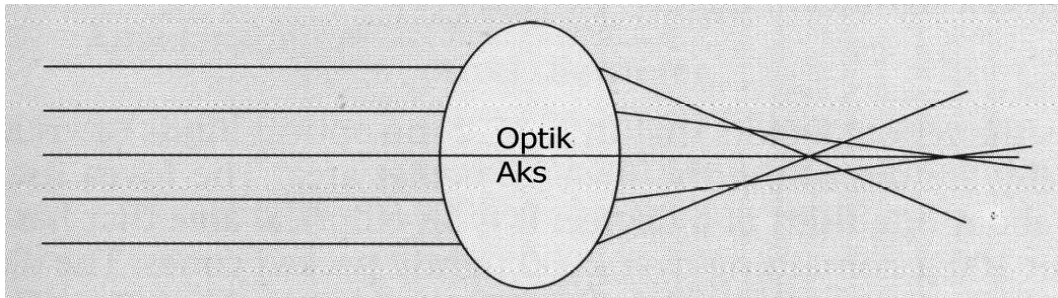
verir. O halde, kornea arka yüzünün refraktif gücünü de kapsayacak, ancak kornea arka yüz eğriliği bilinmediğinden, tamamen doğru olması mümkün olmayan *tahmini bir kornea refraktif indeksi* kullanılır. Korneanın hem ön yüz, hem arka yüzü için geçerli kabul edilen bu eğrilik yarıçapı, “keratometrik korneal refraktif indeks” adını alır.

Havanın refraktif indeksinden çıkarıldığında $1.3375 - 1.000 = 0.3375$ çıkan sayı, keratometrik eğrilik yarıçapını da metre yerine milimetre cinsinden kullanmak üzere 1000 kat büyüttüğümüzde ‘337.5’ çıkmakta, Keratometri sabiti olarak kabul edilmektedir (15).

ABERASYONLAR

SFERİK ABERASYON:

Sferik aberasyon, optik aksa uzak gelen ışınların, optik aksa yakın gelen ışınlardan, optik aksa olan mesafe arttıkça daha da artmak üzere, fazla kırılmaya uğramasıdır (Şekil 1) (16).



Şekil 1: Sferik aberasyon

Gözümüzde sferik aberasyona karşı iki etki vardır:

1. Kornea, tamamen sferik bir yüzey yapısında değildir. Kornea periferi santralindeki gibi sferik olmayıp, daha düzdür. Böylelikle kornea periferinden gelen ışınlar (marjinal ışınlar), santralden gelen ışınlar kadar fazla kırılmazlar. Eğer korneanın parasantral ve hatta periferik zonları da, düzgün bir sferik yapıda olduğu gibi, kornea merkezi kadar kırıcı olsaydı, sferik aberasyon kaçınılmazdı.
2. Kristalin lensin dış katmanlarının refraktif indeksi, iç katmanlarınınkinden daha düşüktür. Bu da marjinal ışınların daha az kırılmasını sağlamaktadır.

Bu iki karşıt etki, sferik aberasyonu düzeltmektedir. Pupillanın küçülmesi de, en azından aydınlık ortamlarda, sferik aberasyonu azaltan bu mekanizmaları tamamlamaktadır. Gayet iyi bilindiği gibi, bu durum görme keskinliğinin artmasında önemli bir rol oynamaktadır (17).

KROMATİK ABERASYON

Bütün optik ortamlarda olduğu gibi, insan gözünde de kısa dalga boylu ışınlar, uzun dalga boylu olanlardan daha fazla kırınımaya uğrar. Buna Kromatik aberasyon denir (18). Kromatik aberasyon, uygun bir eşleştirme yapılmak yoluyla refraktif açıdan etkisiz, fakat birbirlerinin dağıtıcı-saçıcı etkilerini engelleyen negatif ve pozitif mercek kombinasyonları kullanılarak engellenebilir. Bu kombinasyona fotoğrafik lensler denilmektedir. Ancak insan gözünün bu şekilde etkiye sahip negatif ve pozitif mercek kombinasyonu yoktur. Bunun sonucunda, kısa dalga boyundaki ışınlar uzun dalga boylu ışınlardan daha fazla kırılmaya uğrar. Çünkü dalga boyu kısaltıldığa oküler optik ortamın kırıcı indeksi artmakta, indeks arttığa da, gözün kırıcılık gücü artmaktadır.

Wald'a göre (19) göz; kromatik aberasyonun görüntüyü bulanıklaştırıcı bu etkisini  mekanizmayla azaltmaktadır:

- 1) Kristalin lens bir ultraviyole süzgeci gibi hareket ederek, 400 nm'den kısa dalga boylu ışınların geçişini engeller. Işık spektrumunun en hızlı kromatik aberasyon gösteren bu bölümü böylelikle, rod ve kon hücrelerine ulaşmamış olur.
- 2) Ortam aydınlığı arttığa gözün düşük keskinlikteki rod görmesinden, yüksek keskinlikteki kon hücrelerine ait görmeye otomatik geçişini sağlayan duyarlık farkıdır. Diğer bir deyişle, rod ve kon hücrelerinin dalga boyu duyarlık farkı kromatik aberasyonu azaltmaktadır. Rod hücrelerinin en duyarlı olduğu dalga boyu 500 nm olup mavi-yeşil renge denk gelir. Foveal kon hücrelerinin en duyarlı oldukları dalga boyu 562 nm olup, sarı-yeşil renge karşılıklı gelir. Kromatik aberasyonun daha yavaş artış gösterdiği uzun dalga boylarında, foveal kon hücreleri yanıt verirken, kromatik aberasyonun hızlı artış gösterdiği bölgede rod hücreleri yanıt vermekte, duyarlık seviyeleri arasındaki fark, kromatik aberasyon üzerinde, anlamlı bir karşıt mekanizma haline gelmektedir.

3) Makula luteanın pigmentasyonunun, ışık spektrumuna olan geçirgenliği:

Wald; makula bölgesindeki kon hücreleri ile retinanın renksiz bölgelerindeki kon hücrelerinin ışık spektrumuna olan duyarlık farklarını araştırmış, makuladaki pigmentin, lens tarafından süzülerek önemli oranda düşük değerlere indirgenmiş viyole ve mavi renkli ışık spektrumunu absorbe ettiğini bulmuştur (19). Böylelikle makula lutea, kromatik aberasyonun yüksek olduğu ışık spektrumunun santral retinaya ulaşmasını engellemiş olmaktadır.

Emetrop gözde, sarı ışık retinada odaklanır, kırmızı ve mavi ışıklarda ise kayda değer olmayan bir bulanıklık üstüste gelmekte, çakışmaktadır. Absolu hipermetrop gözde (retinaya odaklanmanın akomodasyon ile de yapılamadığı hipermetropide), mavi ışık ışınları retinada bir noktada odaklanırken, mavi noktanın etrafını bulanık, kırmızı bir halo çevreler. Miyopide kırmızı ışık ışınları retinada bir noktada odaklanır, etrafını mavi bir halo çevreler. Bu nedenle miyoplar kırmızı neon lambalardan yapılmış işaret ve yazıları daha keskin görürken, akomodasyon yapmamış hipermetroplar mavi neonları keskin görürler. Miyop ve hipermetroplar, noktaların etrafında bu şekilde kırmızı ve mavi ışıkların ışınsal tarzda saçıldığı renkli halolar görür (20).

PRİZMATİK ABERASYON (PRENTİCE KURALI)

Sferik merceklerin yüzeyleri, optik eksenleri dışındaki her noktada prizmalar gibi davranır. Eksi merceklerde ışık optik eksenenden uzaklaşacak şekilde kırılır. Optik merkezden uzaklaştıkça merceğin dioptrik gücü oranında prizmatik etki artar. Bu ilişki matematiksel olarak Prentice kuralı olarak tanımlanmıştır (21).

GÖRME KESKİNLİĞİ VE ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Görme keskinliği, optik etkilerden, retinanın fotoreseptör mozayiginden ve retinanın fotosensitivitesinden etkilenir. Optik etkenler, aberasyonlar ve difraksiyondur.

Optik aberasyonlar, tüm kırma kusurları, kromatik aberasyon ve yüksek sıralı aberasyonlardır. Bunlar arasında kromatik aberasyon polikromatik bir aberasyon olup, diğerleri monokromatik aberasyonlar grubuna girer (22). Koma, paraksiyel olmayan ışık ışınlarının uğradığı aberasyondur.

Görme Keskinliğini Etkileyen Faktörler

1. Aberasyonlar

a. Monokromatik

- Düşük dereceli aberasyonlar
 - Miyopi
 - Hipermetropi
 - Astigmatizma
- Yüksek dereceli aberasyonlar
 - Sferik aberasyon
 - Koma
 - Trefoil
 - Tetrafoil

b. Polikromatik

- Kromatik Aberasyon

2. Difraksiyon

3. Retinanın fotoreseptör mozayığı

4. Retinanın ışık duyarlılığı

DİFRAKSİYON:

Difraksiyon, ışığın geçişe izin veren optik açıklık veya lens kenarı nedeniyle saçılmaya uğramasıdır. Hiçbir aberasyonu bulunmayan en mükemmel lensin dahi, difraksiyon nedeniyle, ışığı bir tek noktaya odaklaması mümkün değildir. Pupilla veya bir yuvarlak açıklığı bulunan lensin ortaya çıkardığı difraksiyona uğramış görüntü noktasının gerçek deseni birbirini çevreleyen koyu ve açık renkli bir grup halkadan oluşmaktadır. Difraksiyon, insan gözünden en gelişmiş teleskoplara kadar bir çok optik sistemin rezolüsyonunu sınırlayan bir faktördür. Normal göz, 2.4 mm pupilla açıklığında, yaklaşık 1 dakikalık açıyı ayırt edebilme gücüne sahip bulunmaktadır ki, bu gözün ayırt edebilme gücünün teorik sınırına denk gelmektedir. Görme fizyolojisinde 1 dakikalık açıyı ayırt edebilen göz için “Tam” gören göz veya 10/10 ya da 20/20 gibi ifadelerle bahsedilir. Pupilla açıklığının, difraksiyon ve sferik aberasyon arasındaki dengeyi sağlamak üzere, en verimli olduğu çap 2,4 mm’dir. Difraksiyonun en az olduğu ışık rengi sarı ışık olup, dalga boyu 555-560 nm’dir (23).

Gözleri miyop olup, cam düzeltmesi yapılmamış kişilerin, alacakaranlıkta daha az görmeleri, gündüzleri aydınlık ortamda küçülen pupillanın sferik aberasyonu azaltması, ancak alacakaranlık ortamda pupilla büyüdüğünde tekrar sferik aberasyon nedeniyle görme keskinliğinin azalmasına bağlıdır. Düzeltilmemiş miyopların uzağa bakarken gözlerini kısımları da aynı şekilde sferik aberasyonu azaltıp görme keskinliğini artırır.

GÖZÜN REFRAKTİF DURUMLARI

EMETROPİ:

Emetropide gözün eksen uzunluğu, kornea ve lensin kırma gücü ile dengelenmiştir. Bu sayede göze paralel gelen ışınlar ametropide olduğu gibi retinanın önünde veya arkasında değil, tam üstündeki bir odak noktasında birleşirler. Yani göze sonsuz veya sonsuz kabul edilebilecek uzaklıktan (6 metre ve ötesi) gelen, bu nedenle de paralel olduğu varsayılan ışık ışınlarının, akomodasyon yapmamış bir gözde, retinaya odaklanmasına *emetropi* denir (24).

Ametropi, gözün eksen uzunluğu ile lens ve korneanın kırma gücü arasında bir uyumsuzluk bulunmasıdır. Sonsuzdan gelen (paralel) ışınların, akomodasyon yapmamış bir gözde, tam retina üzerinde odaklanamamasıdır. Ametropi, daha çok aksiyel, nadiren de refraktif olabilir. Aksiyel ametropide, gözün toplam kırıcılığı, standart şematik gözden farklı olmadığı halde, gözün aksiyel uzunluğu normalden farklıdır. Bu nedenle standart şematik gözdeki mesafeye odaklanan ışık ışınları, retinanın değişen yeri nedeniyle, tam retina üzerine odaklanamaz. Refraktif ametropide, gözün aksiyel uzunluğu standart şematik gözdekinin aynıdır, ama gözün toplam kırıcılığı, standart şematik gözden farklı olduğu için, paralel ışık ışınları normal yerindeki retina üzerine odaklanamaz. Aksiyel ametropilere daha sık rastlanır. Anormallik gözün refraktif komponentlerinden (kornea, lens, aksiyel uzunluk) bir veya birkaçında ise komponent ametropisi, tek tek hepsi normal iken, aralarında diziliş bozukluğu varlığından kaynaklanıyorsa, korelasyon ametropisi adını alır (24).

Genel olarak ametropiler şu nedenlerle gelişebilir:

- 1- Gözün aksiyel uzunluğundaki değişiklikler
- 2- Kırıcı yüzeylerin kurvatür (eğim) değişiklikleri

- 3- Refraktif indeks değişiklikleri
- 4- Lensin yerleşiminde değişiklikler
- 5- Yukarıdakilerin herhangi bir kombinasyonu

Kalıtım:

Literatürde miyopi veya yüksek hipermetropi taşıyan aileler bildirilmiştir. Emetropide veya korelasyon ametropisinde poligenik kalıtım mevcuttur. Toplumun % 95' i bu gruptadır. Bu kalıtım sisteminin biri aksiyel uzunluk, diğeri kornea ile ilgilidir. Emetropi için bu ikisi korelasyon yapar. Anormal aksiyel uzunluğa bağlı miyopi gibi komponent ametropilerinde ise multifaktöriyel kalıtım sözkonusudur. Bunlarda otozomal resesif, otozomal dominant ve cinsiyete bağlı kalıtlar bildirilmiştir (25).

Ametropi ölçümünde silier kas ve lensin etkisi ve siklopleji kavramı

Siklopleji, akomodasyonu sağlayan silier kasın felcidir. Lensin refraksiyonu artırıcı etkisi muayenede yanıltıcı sonuçlar oluşturabileceği için siklopleji kavramı gündeme gelmiştir. Siklopleji için kullanılan etken maddeler tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1: Siklopleji için kullanılan farmakolojik ajanlar:

İlaç	Doz	Uygulama	Siklopleji başlangıcı	Etki süresi
Atropin	% 0.5 - 1	3 gün 1x1 damla	2 - 3 gün	1 - 2 hafta
Homatropine	% 5	15' ara ile 6 kez	1 saat	1 - 3 gün
Siklopentolat	% 0.5 - 1	5 dk ara ile 2 kez	30 - 40 dakika	8 - 24 saat
Skopolamin	% 0.25	5 dk ara il 2 kez	1 saat	4 - 7 gün
Tropikamid	% 1	5 dk ara ile 2 kez	25 - 30 dakika	4 - 8 saat

Sikloplejik ilaçların olası yan etkileri :

1. Allerjik reaksiyonlar
2. Doza bağlı toksik yan etkiler: Yüzde kızarıklık, ateş, taşikardi, davranış bozuklukları, hipnotik etkiler, delirium, hallüsinasyonlar, oryantasyon bozukluğu görülebilir. Ciddi yan etkiler oluştuğunda tedavide fizostigmin kullanılır (26).

Risk Grubu: Bebekler, albinizm, Down Sendromu, allerjik reaksiyon öyküsü.

Kullanılacak sikloplejik ilacın seçimi:

Prematüre bebekte: % 0,25 siklopentolat ve % 1 Fenilefrin

0 - 6 aylık iken: % 0,5 Siklopentolat

Risk grubu 6 aylıktan büyüklerde: % 1 Tropikamid

6 aylıktan büyük normal hastada: % 1 Siklopentolat kullanılması önerilir (27).

KIRMA KUSURLARININ EPİDEMİYOLOJİSİ

Korneal kırıcılık gücü, lens gücü, ön kamara derinliği ve aksiyel uzunluk arasındaki etkileşim bireyin refraktif durumunu belirler. Bu dört eleman göz büyüdükçe sürekli olarak değişir. Ortalama olarak bebekler yaklaşık 3.0 D hipermetropi ile doğarlar ve hipermetropi ilk birkaç ay içinde hafifçe artar. Fakat sonrasında aksiyel büyüme ile korneal ve lens gücündeki belirgin değişikliklere bağlı olarak 1 yaş civarında ortalama 1.0D olacak şekilde düşüş gösterir. İkinci yılın sonu itibarı ile ön segment yapıları yetişkin boyutuna ulaşır fakat kırıcı yüzeylerin eğriliği değişim göstermeye devam eder (28). Doğumdan 6 yaşa kadar gözün ortalama aksiyel uzunluğu yaklaşık 5 mm artar ve buna göre infantlarda yüksek miyopi prevalansı beklenebilir. Öte yandan, çoğu infant aslında emetropik olup ilk 6 yılda miyopi insidansı %2'dir. Bu fenomen, halen tam anlaşılammış bir mekanizma olan emetroplasma ile ilgilidir. Hayatın ilk 6 yılı boyunca, göz 5 mm büyüdükçe, bu durumu kompanse edecek şekilde korneal güçte 4 D, lens gücünde ise 2 D azalma meydana gelmekte ve çoğu göz emetropiye yakın bir refraktif durumda tutulmaktadır. Daha gelişmemiş insan gözünün kırma kusurunu azaltacak bir biçimde büyüme gösterdiği görülmektedir (28-30).

HİPERMETROPI

Hipermetropide gözün kırma gücü ile eksen uzunluğu arasında, paralel ışınların retinanın arkasında toplanmasına neden olan bir uyumsuzluk vardır.

Tanım: Hipermetropi, akomodasyon yapmayan gözde 6 m den uzaktan gelen ışık ışınlarının retinal düzlemin arkasında odaklaşmasıdır.

Etiyoloji-Epidemiyoloji: Yirmi ile 30 yaşları arasındaki kişilerin % 20'sinde +1.00 D veya daha yüksek hipermetropi vardır. Yenidoğanların büyük bir kısmı (% 80 civarı)

da hafif (+ 2.00 D ve daha az) hipermetroptur. Bu durum 3 yıl içinde geriler (31). Göz küresinin gelişimini optik ortam belirli bir kırma gücüne sahip olacak şekilde düzenleyen mekanizma (emetropizasyon) henüz tam olarak anlaşılammıştır (32).

Hipermetropinin etiyolojisi ile ilgili olarak miyopiye göre daha az şey bilinmektedir. Buna rağmen üzerinde daha az araştırma yapılmaktadır. Nükleer sklerotik katarakt gelişenler haricinde, erişkin hipermetropi prevalansında yaş ile birlikte artış olduğu görülmektedir. Beyaz ırkta, hipermetropi prevalansı 40 yaşlarında %20'den 70-80'li yaşlarda %70'e kadar artmaktadır. Nükleer skleroz ise miyopik kayma nedenidir. Miyopinin tam tersine, hipermetropi daha düşük eğitim seviyesi ile ilişkilidir (33).

Patofizyoloji: Hipermetrop kişilerde gözün sanal uzak noktası retinanın arkasında yer alır. Retina üzerinde sadece konverjan olarak giren ışınlar toplanır. Bu durum kırma gücü normal olan aşırı kısa bir gözde olabileceği gibi (aksiyel hipermetropi), daha nadir olarak kırma gücü yetersiz normal boyutlarda bir gözde de (refraktif hipermetropi) görülebilir. Aksiyel hipermetropi genellikle doğumsal olup, dar bir ön kamara ve kalın sklera ile karakterizedir.

Retinadaki görüntü silik olduğu için akomodasyon ile görüntü retinal düzleme getirilmeye çalışılır. Bu nedenle hipermetrop kişiler uzağa bakarken dahi akomodasyon yapmak zorundadır. Yakındaki objeler için ise gözün yakın için yapması gerekenden hipermetropisi kadar da fazla akomodasyon yapmak zorundadır. Eğer akomodasyon gücü buna elvermezse, yakındaki objeleri bulanık görecektir. Hafif hipermetropik olguların en sık başvuru nedeni de budur. Çok yüksek hipermetropide, gerekli akomodasyon ve onunla ilişkili konverjans fazla olduğundan içe şaşılık gelişir.

Optik Sınıflandırma

- Aksiyel Hipermetropi: En sık görülen tiptir. Göz aksiyel uzunluğunun normalden kısa olmasına bağlıdır. Yenidoğanda genellikle hipermetropi bulunmasının da nedeni budur.
- Kurvatür Hipermetropisi: Gözün kırıcı ortamları olan kornea ve lensin kurvatür değişikliklerine bağlıdır. Korneanın göreceli olarak düz olduğu *kornea plana* (düz kornea) denilen hastalıkta hipermetropi bu kurvatür anomalisine bağlıdır.
- Ön kamaranın normalden daha derin olması da korelasyon hipermetropisi'ne neden olur.

- İndeks hipermetropisi: Lensin refraktif indeksindeki değişikliklere bağlı olarak gelişen hipermetropidir. Yaşlılık ve Diabet ile ilgili olarak gelişebilir. Klinik açıdan en belirgin örneği, kan şekeri düşen diabetik hastaların daha hipermetrop hale gelmeleri veya miyopilerinin azalmasıdır (34).

Klinik Sınıflandırma

Basit Hipermetropi: Gözün optik sisteminin komponentlerinin çoğu normal olduğu halde, yukarıda sayılan nedenlerden birine bağlı olarak gelişen hipermetropidir. Dominant kalıtımı olduğu düşünölmektedir. Bu tür hipermetropiler sadece kırma kusuru olarak kabul edilir, hastalık sayılmazlar. Aşağıdaki şekilde bileşkelere (komponent) ayrılabilir;

Total Hipermetropi: Sikloleji ile belirlenen refraksiyondur. Latent ve manifest hipermetropinin toplamıdır.

Manifest Hipermetropi, siklolejisiz iken tolere edilebilen maksimum + cam dioptrisidir.

Latent Hipermetropi: Akomodasyon gücü ile istemsiz olarak düzeltilen hipermetropi miktarıdır. Sadece latent hipermetropisi olanlarda akomodasyon bu durumu kompanse ettiği için konveks merceklerle gerek kalmadan net görme sağlanır. Hatta konveks mercekler görmeyi bulandırır. Siklolejik refraksiyon ile ölçölen toplam hipermetropiden, manifest hipermetropinin çıkarılması ile bulunur.

Absolü(Mutlak) Hipermetropi: Akomodasyon ile düzeltilemeyen hipermetropidir. Klinik ifadeyle, kişinin uzağı iyi görmesini sağlayan en düşük + cam dioptrisidir.

Fakültatif Hipermetropi: Manifest hipermetropi ile absolu hipermetropi arasındaki farktır.

Patolojik Hipermetropi: Nadir görülür. Basit hipermetropiden farkı bu grupta yer alan hipermetropilerin kırılma kusuru olmak yanında, tıbbi veya cerrahi tedavi gerektiren birer hastalık olmalarıdır. Göz küresinin bir deformasyonu (şekil bozukluğu) sonucu oluşurlar. Bu deformasyon genelde aksiyel uzunluğun kılalmasına, bazen de kornea'nın düzleşmesine neden olur. Aksiyel uzunlukta 1 mm'lik kısalma 3 D hipermetropiye neden olur. Bir gelişim anomalisi olan mikroftalmik gözler genellikle

hipermetropiktir. Nanoftalmus diye adlandırılan tabloda ise bu kısalık daha fazladır, gözün aksiyel kısalığına göz içi yapıları ve özellikle lens paralellik göstermemektedir.

- Hipermetropiye yol açan sistemik ve göze ait nedenler

Orbital tümörler veya psödötümörler (yalancı tümörler), arka kutupta yer alan göz içi tümörleri, papilla ödemi, maküla ödemi, retina dekolmanı aksiyel uzunluğu kısaltarak hipermetropiye yol açabilir. Bir gelişme anomalisi olan kornea planada (düz kornea) genellikle yüksek hipermetropi (25 D' den büyük olabilir) mevcuttur.

Akomodasyon felci latent hipermetropiyi manifest hale geçirir ve şu durumlarda görülür;

Konjenital defektler

Sikloplejik ilaçlar

İridosiklit

Silier cisim atrofisi

Travma

Myotonik distrofi

İlaçlar: Asetazolamid, alkol, penisilin, karbamazepin, kloramfenikol

Enfeksiyöz nedenler: Ensefalit, poliomyelit, sifiliz, HZV

Zehirlenmeler: Arsenik, botulizm, karbonmonoksit, difteri toksini

Semptomlar: Gençlerde akomodasyon hafif ve orta düzeydeki hipermetropiyi tolere edebilir. Ancak bu durum silyer kasın sürekli olarak aşırı çalışmasına neden olur. Özellikle okuma gibi faaliyetler göz ağrısı, baş ağrısı, gözlerde yanma hissi, bulanık görme ve yakın işleri sırasında çabuk yorulma gibi astenopik yakınmalara neden olur. Hipermetropi akomodasyonla kompanse edilemeyecek kadar yüksekse veya akomodasyon, hipermetropiyi kompanse edemeyecek kadar düşükse, sadece yakın değil uzak görme de bulanıklaşır. Bu nedenle, miyoplar için yakını net, uzağı bulanık gören kişi tanımı geçerli olsa da; hipermetroplar için ise uzağı net, yakını bulanık gören kişi tanımı her zaman geçerli değildir. Orta ve yüksek hipermetropide içe şaşılık da olabilir. İlerleyen yaş ile birlikte akomodasyon da azaldığından yakın görme giderek daha zorlaşır, bu nedenle hipermetropik kişiler daha erken yaşta presbiyopik hale gelirler (34).

Tanı yaklaşımları: Hafif ve orta düzeydeki hipermetropide kompensasyon için silyer kas sürekli bir yük altındadır. Silyer kasın bu aşırı kullanımı, hipermetropinin artı

merceklerle düzeltilmesinden sonra dahi gevşemeyen rezidüel bir akomodasyona neden olur. Sikloptolat veya atropin gibi sikloplejik ilaçlarla siliyer kasa paralizisi uygulanmadan yapılan refraksiyon muayenelerinde bu rezidüel veya latent hipermetropi kolaylıkla gözden kaçırılır. Nedeni belli olmayan astenopik şikayetlerin varlığında latent hipermetropiyi araştırmak için siklopleji ile refraksiyon muayenesi gereklidir (35).

Tedavi: Yetersiz olan kırma gücü ince kenarlı (konverjan, artı, konveks) mercekler ile artırılmalıdır. Hafif hipermetropisi olan asemptomatik (şikayet yaratmayan) gençlerde, tamamlayıcı akomodasyonun yorgunluk veya yetersizlik yapacağı yaşlara kadar beklenebilir. Sferik artı mercekler ile gözün refraktif gücünün eksikliği tamamlanarak, görüntünün retina arkasından, tam retina üzerine getirilmesi mümkün olur.

Hastanın görme keskinliğini azaltmayan ve rahatça tolere edebildiği en yüksek artı mercek verilmelidir. Böylelikle hem absolu, hem fakültatif hipermetropi, yani manifest hipermetropinin tamamı düzeltilmiş olup, istemli akomodasyona olan ihtiyaç ortadan kaldırılır. Manifest hipermetropiyi aşan ve sadece siklopleji ile ortaya çıkarılabilen latent hipermetropiye yönelik olarak verilen daha yüksek dioptrili artı mercek, kişinin sikloplejisiz iken uzak görmesini azaltıcı etki edecektir. Çünkü sürekli kasılmaktan artık gevşemeyi unutmuş güçlü siliyer kas tonusu, kısa sürede çözülmez ve latent hipermetropiye yönelik artı cam fazlası kişiyi miyopik kişiler gibi uzağı az görür hale getirir. Latent hipermetropiyi de içeren, yani kişinin total hipermetropisine yönelik tam düzeltme, içe şaşılıkla birlikte seyreden hipermetropilerde verilir. Hastanın bu gözlükleri sürekli takması durumunda zamanla latent bileşkeyi de düzeltme olanağı olur. Bunun nedeni siliyer kastaki sürekli yüklenmenin artık kalkmış olmasıdır.

Hipermetropik gençlerin refraktif muayenesinde, tolere edebildiği, uzak görmesini azaltmayan, maksimum artı cam denendikten sonra, siklopleji ile muayene yapıp, her iki gözün total hipermetropileri de belirlenmeli, iki göz arasında fark varsa, cam düzeltmesi de bu farkı koruyacak şekilde verilmelidir. Çünkü tek tek muayene edilen gözlerde akomodasyonun farklı çıkması mümkün olduğu halde, iki göz açıkken eşit oranda akomodasyon yapılması kaçınılmazdır. Bu durumda total hipermetropi düzeylerine paralel olarak yapılmamış artı cam düzeltmesi, her göz için farklı düzeyde akomodasyon gerektirecektir ve iki gözün aynı anda net görmesi mümkün olmayacaktır. Erişkinlerde akomodasyon aralığı giderek daraldığı için, etkisi de azalır. Bu olgularda

binoküler denge testi olarak prizma ayırıştırma, sislendirme ve duokrom testleri gibi subjektif refraksiyon araçları kullanılabilir, sikloplejik muayeneye gerek kalmaz (35).

MİYOPI

Gözün kırma gücü ile eksen uzunluğu arasında göze gelen paralel ışınların retinanın önündeki bir odak noktasında toplanmasına yol açan bir uyumsuzluk vardır.

Tanım: Akomodasyon yapmayan gözde, göze paralel gelen ışık ışınlarının retinal düzlemin önünde odaklanmasıdır.

Etiyoloji-Epidemiyoloji: Yirmi ila otuz yaş arasındaki insanların yaklaşık % 25'inde refraksiyon -1 dioptri veya daha fazla miyopiktir. İlerleyen yaş ile birlikte miyopi sıklığı da giderek artış göstermektedir. Amerikalı çocuklar arasında miyopi varlığı, 5-7 yaş arasında %3, 8-10 yaş arasında %8, 11-12 yaş çocuklarda %14 ve 12 ile 17 yaş arasında %25 olarak tahmin edilmektedir (36). Belirli etnik gruplarda, gruplar arası yüzdelerde farklılık bulunmakla birlikte yaş ile prevalans artışında benzer eğilimler olduğu gösterilmiştir (37). Örneğin Çin'li çocuklar tüm yaşlarda daha yüksek miyopi oranlarına sahiptirler. Tayvan' da yapılan ulusal bir çalışmada prevalans, 6 yaş çocuklar arasında %12, 16 ile 18 yaş arasında ise %84 olarak bulunmuş, 2 nesil boyunca miyopinin prevalans ve ciddiyetinde artış saptanmış olup bu bulgu miyopide genetiğin tek başına tümüyle sorumlu olmadığını ortaya koymaktadır (38). Miyopinin farklı alt grupları da tanımlanmıştır (39). Juvenil başlangıçlı miyopi, 7 ile 16 yaşlar arasında başlayan miyopi olarak tarif edilmiş olup, esas olarak aksiyel uzunluktaki büyümeye bağlıdır. Risk faktörleri arasında, ezofori, kurala aykırı astigmatizma, prematür doğum, aile hikayesi ve aşırı yakın çalışma sayılabilir. Genel olarak, miyopi ne kadar erken başlarsa, progresyon miktarı o kadar fazla olur. ABD'de, çocukluk miyopisinin ortalama ilerleme oranı, yıllık 0,5 D olarak rapor edilmiştir. Gençlerin %75'inde kırma kusuru ortalama 15-16 yaşlarında sabitlenir. Kırma kusurunun sabit hale gelmediği bireylerde ise progresyon çoğunlukla 20 veya 30'lu yaşlara kadar devam eder.

Yetişkin başlangıçlı miyopi ise yaklaşık 20 yaşlarında başlar. Bu yaşlarda miyopinin ortaya çıkmasında uzun süreli yakın çalışma bir risk faktörüdür (40). Miyopik progresyon olasılığı, başlangıç kırma kusurunun derecesi ile ilişkilidir. Uzun süreli yakın çalışma yapması gereken ve düşük dereceli hipermetropisi bulunan ya da emetropik olan kişilerin %20 ile %40' ının 25 yaşından önce miyopik olduğu, öte

yandan yakın çalışması gerekmeyen kişilerde bu oranın %10 olduğu tahmin edilmektedir. Bazı genç erişkinlerde ise bir dönem refraktif stabilizasyon dönemi sonrası miyopide tekrar ilerleme riski bulunur. Düzenli olarak kabul edilebilir yakın çalışma yapan kişilerde emetroplaşmaya benzer bir sürecin işlediği ileri sürülmektedir, ancak bu olgulardaki emetroplaşma alışılmış yakın çalışma mesafesi için olmakta ve miyopik kayma ile sonuçlanmaktadır (41). Miyopinin ortaya çıkmasında etkili olan etiyolojik faktörler kompleks olup, genetik ve çevresel faktörler, miyopinin çeşitli tiplerinde değişen oranlarda rol almaktadır. Genetik rol ile ilgili olarak, tek yumurta ikizlerinde benzer derecede miyopinin bulunması, çift yumurta ikizleri, kardeşler veya ebeveynler ile çocuklara göre daha olasıdır. Doğuştan itibaren ayrı olan ve farklı çalışma alışkanlıklarına sahip tek yumurta ikizleri, kırma kusurunda belirgin farklılık göstermezler (42). Miyopinin hayvan modelleri, gözün büyümesinde altta yatan mekanizmaları anlamamızda yararlı olabilir. Maymunlar, ağaç fareleri ve kuşlar, hayatın erken dönemlerinde görsel uyarıdan yoksun bırakıldıklarında miyopik olurlar. Cıvcıvlara artı mercekler uygulandığında, gözleri daha hipermetropik, eksi mercekler uygulandığında ise daha miyopik olurlar. Göz sanki görüntünün netliğini arttırmak amacıyla, retinaya ulaşan ışının yönünü ayarlamak için uğraşmakta ve şeklini değiştirmekte gibidir. Gerçekte, cıvciv gözlerinin skleral büyümeyi ve koroidal kalınlığı değiştirebildiği ile ilgili kanıtlar mevcuttur (43). Bu durum retina üzerinde odaklanmamış görüntünün tetiklediği ve santral sinir sistemi tarafından düzenlenen bir süreç olup dopamin ve vazoaaktif intestinal polipeptid aracılığı ile yürütülür (44). Bazı kırma kusurlarının gelişiminde beslenmenin önemi de ileri sürülmüştür (45).

Patofizyoloji: Emetropik gözlerde gelen paralel ışınlar retina üzerinde odaklanırken, miyopik gözlerde retinanın önünde yer alan bir noktada buluşurlar. Bu nedenle hastalar uzağa baktıklarında retina üzerinde net bir görüntü oluşamaz. Miyopik göz sadece yakındaki nesnelere net bir görüntüsünü oluşturabilir, çünkü yakındaki nesnelere göze gelen ışınlar paralel değil, diverjan bir şekilde göze girerler. Uzak nokta göze yaklaşır; -2.0 dioptrilik bir miyopide uzak nokta 50 cm'de yer alır (45).

Miyopide uzak nokta (gözden uzaklığı=A) metre cinsinden olmak üzere şu formülle hesaplanabilir: $A = 1/D$, buradaki D miyopinin dioptri cinsinden ifadesidir.

Olası nedenler normal bir kırma gücü olan aşırı uzun bir göz küresi (aksiyel miyopi) ve daha nadir olarak normal uzunlukta aşırı kırma gücü olan bir gözdür

(refraktif miyopi). Göz küresinin uzunluğundaki 1 mm'lik artış, yaklaşık 3 dioptrilik miyopik değişim yaratır.

MİYOPİ ÇEŞİTLERİ

Optik sınıflandırma

Aksiyel miyopi: Anormal retinal uzunluk haricinde yapılar normaldir. Psödoproptozis, peripapiller miyopik crescent (konus) görülebilir.

Kurvatür miyopisi: Kornea veya lensin eğriliği arttığı için oluşur. Keratokonus, sferofaki bu gruba girer.

İndeks miyopisi: Özellikle nükleer katarakta lensin refraktif indeksinin artması sonucu gelişen miyopidir. Diabetik kişilerde kan şekerinin yükselmesine bağlı geçici miyopide de bu neden sorumludur.

- **Lensin öne doğru yer değiştirmesi:** Genellikle glokom cerrahisi sonrasında görülür.

Klinik Sınıflandırma

- **Basit miyopi,** genellikle okul çağında başlar ve puberte çağına kadar artış gösterir. Yalnız miyopi ne kadar artarsa artsın göz sağlıklıdır ve tashih ile görme keskinliği tamdır. Yakındaki objelerden diverjan ışınlar geldiği için bunlar retinal düzlemde odaklaşarak net görülürler. Miyop gözde ön kamara genellikle daha derindir. Basit miyopide fundusta çok önemli bir patoloji gözlenmez. Refraksiyon 6 D' yi nadiren geçer.
- **Konjenital Yüksek Miyopi:** Genellikle 2 - 3 yaşlarında anlaşılır. - 10 D veya daha fazla bir miyopi vardır. Genellikle ilerleyici değildir. Önemli olan erken teşhisi ve düzeltilmesidir. Aksi takdirde bu çocuklar çok yakınları haricindeki dünyadan habersiz olarak yaşamak zorunda kalırlar.
- **Dejeneratif Miyopi (Patolojik Miyopi):** Daha önceleri malign miyopi adı da verilmiştir, fakat günümüzde bu isimlendirmenin uygun olmadığı düşünülmektedir. Özellikle gözün arka kutbunda dejeneratif değişiklikler vardır. Aksiyel uzunluk belirgin olarak artmıştır ve olay ilerleyicidir. Görme keskinliği refraktif düzeltme ile dahi 10/10' a ulaşmaz. Kadınlarda biraz daha siktir. Çin'

li, Japon, Arap ve Yahudi' lerde daha siktir. Siyah ırkta ise daha az rastlanır. En sık kalıtım otozomal resesif formda olur. Genellikle iki taraflıdır. Göz küresi şekil olarak arka kutup uzaması nedeni ile yumurta şeklini almıştır. Sklera incelmiştir. Koroidal atrofi vardır. Koriokapillaris tabakası tamamen kaybolabilir. Retina Pigment Epiteli (RPE) atrofisi, fotoreseptör hücre atrofisi, Bruch membranında çatlaklar görülebilir. Foveal alanda RPE hiperplazisine bağlı 'Fuchs lekeli' oluşur. Periferik kistoid retina dejenerasyonu ve Blessig kistleri oluşabilir. Retina altında kanamalar, posterior stafilomalar görülebilir.

Aksiyel uzunluğu 26,5 mm' den uzun olan gözlerin % 5 – 10' unda koroidal neovaskularizasyon gelişir. Miyopik neovasküler membranların prognozu kötüdür. %60' ında görme keskinliği 1/10'un altındadır (45).

Miyopiye yol açan sistemik ve göze ait nedenler:

Hiperglisemi: Ozmotik nedenlerle lensin genişlemesi ve refraktif gücünün artması ile miyopiye kayma oluşur. Diabetik hastalarda kan glukoz değerlerinden etkilenebileceği düşünülerek refraksiyon muayenesi hasta stabil iken yapılmalıdır.

Gece miyopisi: Tüm refraksiyon kusurları (presbiyopi dahil) gece daha da kötüleşir. Pupilla'nın genişlemesi sonucu odak derinliği küçülecektir. Ayrıca dilate pupilde lensin periferi de fonksiyon gördüğü için miyopiye kayma olacaktır.

Silier spazm: Silier kasın kasılmış olarak kalma halidir. Histeri nöbetlerinde, miyotiklerin kullanılması sonucunda, travmalarda gözlenebilir.

Lensin hidrasyon değişiklikleri: Hiperglisemi, gebelik toksemisi, dizanteri gibi şiddetli diare oluşturan durumlar nedeni ile olur.

Çeşitli ilaçların kullanımı: Bir takım ilaçlar siliyer cisim ödemi oluşturarak veya sığ koroidal dekolman ile lensin öne doğru itilmesi sonucu miyopiye kaymaya neden olabilir. Asetozolamide, alkol, tetrasiklinler, oral kontraseptifler, oksijen, kortikosteroidler, sulfonamidler, nöroleptikler, hidroklorotiazid bu duruma neden olabilen ilaçlardandır.

Prematür Retinopatisi: Gerileme gösteren ROP'lu hastaların %55'inde 6-10 yıl içinde oftalmolojik problemler gelişmektedir. En sık rastlanan problemlerden biri de miyopidir (46).

Doğumsal Glokom: Henüz erişkindeki kadar sert olmayan skleral doku, elastik bir yapı gibi davranır, artan göziçi basıncı ile birlikte genişler, büyür. İri gözün yarattığı bu tabloya, latince “dana gözü” anlamında “**buftalmus**” denir.

Geçirilmiş dekolman cerrahisi: Genellikle göz aksiyel uzunluğunu artırarak miyopiye neden olur.

Geçici Miyopiler:

- Kimyasal ajanlar
- Diabetin yol açtığı hiperglisemi
- İntraoküler cerrahi sonrası: Ön kamara sığılaşması ve lensin öne doğru yer değiştirmesi sonucu, en sık glokom ameliyatları sonrasında görülmektedir.
- Retinal kriyopeksi ve panretinal fotokoagülasyon sonrasında akomodasyon kaybı ve geçici miyopi gelişebilir. Bu durum tedaviye gerek kalmadan 5 hafta içinde düzelmektedir.
- Künt travma: Siliyer spazm sonucu gelişebilir. Ayrıca siliyer cisim ödemi sonucu da gelişebilir (45).

Semptomlar ve Bulgular: Tanı, tipik klinik tabloya ve refraksiyon testlerine göre konur. Miyopik hastalarda yakın görme çok iyidir. Uzağa bakışta ise görme keskinliğini artırmak için gözlerini kısarlar ve bu yolla gözün optik diaframını küçültürler (pin hole benzeri etki). “Miyopi” kelimesi yunancada gözleri kısmak anlamına gelen “myein” kelimesinden gelir. Yaşlı miyopik hastalar okudukları yazıyı, gözün uzak noktasında tutarak herhangi bir yardımcı mercek kullanmaksızın okuyabilirler.

Tedavi: Kırıcı ortamların aşırı kırma gücü azaltılmalıdır. Bunu sağlamak için diverjan mercekler (eksi veya konkav mercekler) kullanılır. Bu mercekler paralel ışınların diverjansına yol açarlar. Bu diverjan ışınlar, merceğin önünde yer alan sanal bir odak noktasından kaynaklanır. Miyopiyi düzeltmek için kullanılan eksi mercekler, kesinlikle mutlak gereksinimden daha fazla güçte olmamalıdır. Bir “fazla düzeltme”

hali akomodasyon ile telafi edilebilirse de hastalar bu durumu çok iyi tolere edemez. Akomodatif astenopi atrofik silyer kasın kronik kontraksiyonun (kasılmasının) yol açtığı aşırı stresten kaynaklanır. Miyopik hastalarda siliyer kasın atrofisine bağlı olarak akomodasyon tembelliği vardır. Hafifçe düşük bir düzeltme, fazla düzeltilmiş ve çok keskin bir görme sağlayan bir düzeltmeden daha iyi tolere edilir (36).

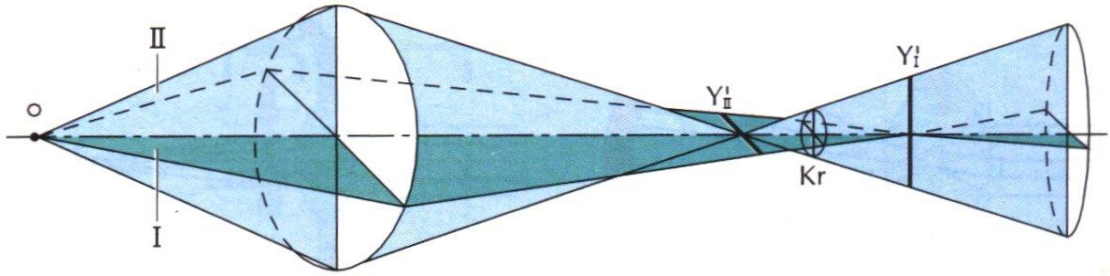
ASTİGMATİZMA

Astigmatizma, Yunanca'da nokta anlamına gelen "stigma" sözünden gelir ve bir odak noktasının olmaması anlamındadır. Hastalık refraktif ortamın eksenler arası kurvatür farklılığı ile karakterizedir ve bu nedenle gelen paralel ışınlar bir noktada toplanmak yerine iki ayrı yerde birer çizgi oluşturacak şekilde odaklanır, iki odak noktası arasında koniye benzer bir şekil oluştururlar. Meridyenler arasındaki refraksiyon değişikliklerinin uniform farklar gösterdiği astigmatizma regüler, meridyenlerdeki kurvatür düzensizliği olan astigmatizma irregüler astigmatizma olarak tanımlanır. İrregüler astigmatizma gözlük camlarıyla düzeltilemez. Kornea veya lense bağlı olabilir. Korneal ve lentiküler astigmatizma toplamına total astigmatizma denmektedir. Korneaya bağlı ön korneal yüzey kaynaklıdır. Keratokonus, korneal skarlar, dejeneratif değişiklikler, kornea opasiteleri gibi nedenlerle olur. Lense bağlı olanlara ise lentiküler ya da rezidüel astigmatizma denir. Lens kolobomu, lentikonus, lens subluksasyonu ve kataraktlarda görülür (47).

Etyoloji-Epidemiyoloji: Toplumun % 42'sinde 0.5 D ve daha fazla bir astigmatizma bulunur. Yüzde yirmi oranında kişide ise bu astigmatizma 1 D'nin üstündedir ve optik düzeltme gerektirir. En sık astigmatizma görülme oranları yenidoğandadır (48). Yenidoğanların %65' inde 0.76 D'den büyük astigmatizma vardır. Bu oran 3,5 yaşında, yetişkinlerdeki değere iner. Emetropizasyonun aktif süreci astigmatizmanın derecesini ve varyansını düşürmektedir (49). Okul öncesi çocuklarda astigmatizma primer olarak kornealdır (50) ve kurala uygun formdadır (51). Literatürde lentiküler astigmatizmanın korneal astigmatizmayı dengelediğini (52) ifade eden çalışmalar olduğu gibi aksi yönde yayınlar da bulunmaktadır (53).

Patofizyoloji: Astigmatik gözün kırıcı ortamları sferik olmayıp birbirine dik olan iki meridyende kırma gücü farklıdır. Bu durum, iki odak noktasının oluşmasına neden olur. Böylece nokta şeklindeki bir objeden gelen ışınlar, her iki meridyenin odak noktalarında

birbirine dik açılı iki keskin çizgi şeklinde odaklanırlar. Bu iki çizgisel odak noktası arasındaki mesafeye “Sturm Aralığı”, bu aralığın tam ortasında bulunan daireye “en az bulanıklık halkası” adı verilir (54). Bunun anlamı, bu bölgede görüntünün tüm yönlerde en az bozulmaya uğramış olması, yani görüntünün en az bulandığı bölge olmasıdır. Şekil 2’de de görüldüğü gibi “en az bulanıklık halkası” daireesel, yani tamamen sferik şekillidir. Bu sferik şeklin yeri, mevcut ametropinin “sferik eşdeğeri” ne denk gelir. Her iki gözde de astigmatizma varsa eksenleri genellikle simetri gösterir, kornea ön yüzünde genellikle vertikal eksen horizontal eksenden daha diktir. Dolayısıyla kırıcılığı daha fazladır (0.50-0.75 D’e kadar). Bu durum fizyolojiktir ve kurala uygun astigmatizma denir. Bu durumun aksine eğer horizontal eksenin kırıcılığı daha fazla ise kurala aykırı astigmatizma adını alır. Kornea arka yüzünde normalde 0.25 ile 0.50 D kadar bir kurala aykırı astigmatizma vardır. Bu durum kurala uygun astigmatizmayı dengeler. Erken çocuklukta sağlıklı bir şekilde çalışan bu dengeleme sisteminin 30 yaşından sonra bozulmaya başladığına yönelik yayınlar yapılmıştır (55).



Şekil 2: Astigmatizmada ışınların odaklanması ve sturm konoidi

Semptomlar: Astigmatizması olan hastalar hem yakını hem uzağı bozuk görürler. Bir eksen net, diğer eksende bulanık gören kişiler, bazen bu durumu çift görme şeklinde ifade ederler. Bulanık eksen netleştirmek için yapılan akomodasyon, bu kez net olan eksen bulandıracaktır. Bu şekilde netlik kaybını akomodasyon ile telafi etme çabaları gözlerde yanma ve baş ağrısı gibi astenopik şikayetlere yol açar (47).

Tanı yaklaşımları: Keratometri, skiaskopi ve otorefraktometri eksenler arasındaki kırıcılık farkını verir. Keratometride aynı hat üzerinde yanyana getirmeye çalıştığımız ayna görüntülerinin, birbirleriyle düz hat yapmamaları, keratoskopide kornea yüzeyinde yansıyan sıralı halkaların eksenler ve/veya kadranlar arasında birbirinden farklı mesafeler gösteren çemberler çizmesi, kornea topografisinde kornea kırıcılığının

merkezden perifere doğru, düzenli azalma gösteren yapısının bozulmuş olması tanı koydurur.

Tedavi: Düzeltilmemesi, çocukta göz tembelliğine (iki gözde birden bulunsa bile), erişkinde astenopik yakınmalara ve görme azlığına neden olacağından düzeltilmesi önemlidir (47).

Düzenli astigmatizmanın tedavisi: Düzeltmenin amacı her iki meridyenin odak çizgilerini tek bir odak noktasında biraraya getirmektir. Bunun için sadece bir düzlemde kırma özelliği olan merceğe gereksinim vardır. Bu amaç için silindirik mercekler kullanılır. Bu iki odak çizgisi bir noktada birleştirildikten sonra, aynen sferik bir ametropi gibi ek sferik mercekler kullanılır. Sadece düzenli astigmatizma gözlükle düzeltilebilir.

Düzensiz astigmatizmanın tedavisi: Gözlük ile mümkün değildir. Sert kontakt lensler ile yeni ve düzgün bir sferik yüzey oluşturularak düzeltilir.

AFAKİ

Tanım: Afaki, kristalin lensin yokluğudur.

Etiyoloji: Katarakt ameliyatı ile, travmayla veya doğuştan olabilir.

Epidemiyoloji: M.Ö. 2000 yıllarında Babilliler'in, opaklaşmış lensleri (katarakt) vitreusun içine düşürmek yoluyla optik akstan uzaklaştırıp, kataraktı tedavi ettikleri bilinmektedir. Böylelikle opaklaşmış ve görmeyi engeller hale gelmiş lens, optik akstan farklı bir yere gönderilmekte, ilerleyen kataraktla birlikte güçsüzleşen zonüllerinden kopan lens vitreusa düşmekte, aslında halen göz içinde olmakla birlikte, optik açıdan ortadan kalkmaktadır. Göz içine ilk lensin 1950'li yıllarda konduğunu düşünecek olursak, afakinin, katarakt hastalığında 3950 yıldır uygulanan tedavi yöntemi olduğunu söyleyebiliriz. Son 15 yıldır, erişkinlerin katarakt ameliyatında planlı olarak afaki yaratılmamakta olup, arka kamara göz içi lensleri, kataraktlı lensin yerini almıştır (56). Ancak halen 2 yaş ve altındaki çocuklarda, göz yuvarlağının küçüklüğü ve hızlı gelişimine bağlı olarak, konulması gereken göz içi lensinin boyutunda ve dioptrik gücünde önemli değişiklikler meydana geliyor olması, doğumsal kataraktların tedavisinde, geçici bir süre için de olsa afakiyi zorunlu kılmaktadır (57).

Patofizyoloji: Kristalin lensin yokluğu, gözün toplam refraktif gücünü azaltmakta, gözün toplam kırıcılığı, korneanınki kadar olmaktadır. Gözün istirahat konumundaki bu fark dışında, artık akomodasyon yapabilme yeteneği de yoktur.

Bulgular: Bu olguların görme keskinliği düzeltme yapılmadığında bir-iki metreden parmak sayma düzeyindedir. Doğuştan lens yokluğu çok nadir olduğundan, sorulduğunda ameliyat ya da travma geçirdiklerini ifade ederler.

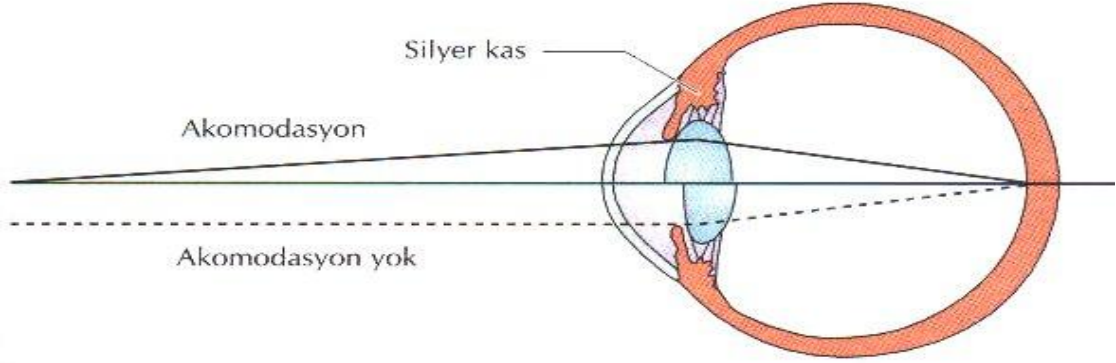
Tedavi: Aslında hipermetropinin özel bir tipi olan afakide, refraksiyon muayenesi için siklopleji gerekmez. Çünkü akomodasyon yapabilecek doğal lensleri yoktur. Burada da düzeltme için artı mercekler gerekir. Bu mercekler göze ne kadar yakın olursa, gelen ışınları retina üzerinde toplamak için gereken kırma gücü de o ölçüde yüksek olur. Bu nedenle bir katarakt merceği yaklaşık +12.0 D'lik bir kırma gücüne sahipken, bir kontakt lens +14.0 D, bir ön kamara lensi yaklaşık 20 D ve bir arka kamara lensi ise yaklaşık 23 D gücündedir.

AKOMODASYON

Gözün kırma gücü sabit bir değer değildir. Değişik uzaklıktaki objeleri net olarak görmek için kırma gücünü değiştirir. Gözün iki temel refraktif ortamından biri olan kornea statik ve sabit bir yüzey iken; lens gücünü değiştirebilir. Değişik uzaklıktaki objeleri net görebilmek için, lenste meydana gelen bu güç değişikliği akomodasyon adını alır (Şekil 3). Akomodasyon lens, zonül lifleri ve silyer kasla sağlanır (58).

Scheiner ve Porterfield gözün uyum yeteneğine yönelik çalışmalar yapmış, 1816'da Magendie uyum ile ilgili fikirler öne sürmüştür. 1763'te Haller, uyumun pupillanın daralması ile ilgili olduğunu belirtmiştir. Helmholtz, uyumun lensin eğriliğinde ve kalınlığında bir artış ile birlikte olduğunu saptamış, silier kasın kasılması ile lensin baskı altında kalarak bombeleştiğini ileri sürmüştür. Tscherning ise silier kasın kasılması ile zonüler liflerin üzerinde baskının arttığını, uyum sırasında lens periferinin incelmesini, aksiel kısmının ise konoidal olarak bombeleştiğini belirtmiştir. 1960'dan bu yana yapılan çalışmalarda ise lens şeklinde oluşan değişikliklerin kapsülün elastikiyeti ile lens materyalinde doğal olarak bulunan ve kapsül elastikiyetine zıt olarak hareket eden kuvvet arasında dengeye bağlı olduğu belirtilmektedir. Schachar'ın teorisine göre ektodermal kökenli olan lens hayat boyunca büyümeye devam eder. Her sene çapı 0,2 mikron artar ve silier sulkusa olan uzaklığı azalır. Sonuçta ekvatoryal zonül fibrilleri gevşer, uyum gücü de azalır (16).

Akomodasyonda morfolojik değişimler



Şeklin üst bölümü: Akomodasyonda lensin küreselliği giderek artar. Özellikle ön yüzün kurvatüründe artış olur. Silyer kas hafifçe öne ka- var ve ön kamara biraz daralır. Yakındaki nesnelerin görüntüsü (devamlı çizgi) retinaya net olarak düşer.

Şeklin alt yarısı: Silyer cisim gevşediğinde paralel gelen ışınlar (çizgili hat) retinada odaklanırlar. Uzaktaki nesnelerin görüntüleri retinaya net olarak düşer.

Şekil 3: Akomodasyonda morfolojik değişiklikler

Lens: Lensin çözülebilen proteinleri ince, elastik bir kapsül ile çevrilidir. Lensin arka kapsülünün eğriliği ön kapsülünkenden fazladır. Arka eğrilik yarıçapı 6,0 mm, ön eğrilik yarıçapı ise 10,0 mm'dir. Lens kapsülünün elastikiyeti, lensi sferik bir şekil almaya eğilimli hale getirir. Ancak akomodasyon yapmadığında bu durum zonül liflerinin gerginliği ile önlenir. Lensin iç dokularının elastikiyeti çözülemeyen proteinlerin artması yüzünden yaş ile birlikte giderek azalır

Zonül lifleri: Radyal yerleşimli bu lifler lensin ekvatoruna yapışır ve lensi silyer cisme bağlar. Lensin yerinde emniyetli bir şekilde durmasını sağlar ve silyer kasın çekme gücünü lense iletirler.

Silyer kas: Halka şeklindeki silyer kasın kasılması, zonül liflerindeki gerginliği azaltır. Bu durumda lens fiziksel yapısının ve kimyasal bileşiminin gerektirdiği sferik şekle dönüşür (eğrilik yarıçapı 5,3 mm). Bu şekil değişimi lensin kırma gücünü artırır, odak noktası göze doğru yaklaşır ve yakındaki objeler daha net görülebilir. Silyer kas gevşediğinde ise lensin gerginliği artar ve lens düzleşir. Bu sayede azalan lensin kırma gücü odak noktasını uzağa taşır ve uzaktaki objelerin görüntüsü netleşir. Silyer kas istirahat halinde iken zonül lifleri gergindir ve göz uzaktaki objelere odaklanmıştır.

Akomodasyon bir denetim döngüsü tarafından düzenlenir. Buradaki kontrolün ana değişkeni retinadaki görüntünün netliğidir.

Akomodasyon Amplitüdü:

Gözün refraktif gücünde lensin akomodasyon ile oluşturabildiği dioptri cinsinden artı güç aralığıdır. Kişinin net olarak görebildiği en yakın nokta, punktum proksimum adını alır. Kişinin net olarak görebildiği en uzak nokta ise punktum remotum adını alır.

Akomodasyon amplitüdü pratik olarak $D = 1/f$ formülünden (burada D; refraktif güç, F; metre cinsinden mesafe olmak üzere) en yakın noktanın dioptrik karşılığından, en uzak noktanın dioptrik karşılığı çıkarılarak bulunur (yaklaştırma metodu). Yaşlara göre yaklaşık akomodasyon değerleri tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2:Çeşitli yaşlarda akomodasyon amplitüdü

<u>YAŞ (YIL)</u>	<u>ORTALAMA (D)</u>	<u>ARALIK (D</u>
10	13	11 - 16
20	11	9 - 13
30	9	7 - 11
40	6	3 - 8
50	2	1 - 3
60	1	1 - 2

Kişiler yakını görmek için akomodasyon amplitüdülerinin yarısından fazlasına gerek duyduklarında, artık yakın gözlüğü ihtiyaçları var demektir ki, buna presbiyopi denmektedir. Yakın görmeden genellikle anlaşılın 33 cm olup, bu mesafe yaklaşık 3.0 D ($D=1/F$ formülünden $D= 1 / 0.33$ (metre), $D=3.0 D$)’ dir. Sonuç olarak yakın görme işlevi genellikle 3.0 D gerektirir. Gözün toplam refraksiyonu [akomodasyon amplitüdü – refraksiyon kusuru] 3.0 D’ye varmıyorsa, kişi yakını hiçbir zaman net göremez. Bu değer 3.0 D’yi geçiyor, fakat [akomodasyon amplitüdü/2 – refraksiyon kusuru] 3.0 D’ye varmıyorsa kişide, uzun süre yakın bakışta yorgunluk ve astenopi ortaya çıkar.

[Akomodasyon amplitüdü/2 – refraksiyon kusuru] 3.0 D’yi geçiyorsa, o kişinin yakın görme sorunu yoktur (59).

Akomodasyon - Refraksiyon İlişkisi

Uzağı net olarak görebilen bir emetrop kişi, yakın çalışma için akomodasyonunu kullanır. Hipermetropisi olan kişiler ise uzağı net görebilmek için de akomodasyonlarını kullanmak zorundadır. Yakın görmeye daha da fazla akomodasyon gerekir. Böylece yakın çalışmada siliyer kas üzerine aşırı bir yük biner. Bir miyop ise uzağı net göremez, ancak yakını emetrop ve hipermetroplardan daha az bir akomodasyon ile görebilir.

Hipermetroplar ve karma astigmatizması bulunanlar net görüntü elde edebilmek için devamlı akomodasyon yapma gereksinimi duyarlar. Eğer iki gözün refraktif kusuru farklı ise, akomodasyon ancak simetrik olarak yapılabildiğinden bir göz yine bulanık görecektir. Akomodasyon, refraktif kusurlara bağlı astenopiden sorumludur. Bu durumda daha çok kaşlara lokalize olan künt bir başağrısı olur.

Yaşla İlgili Refraktif Değişiklikler

İnsan gözü, doğumdan yaşlılık evresine kadar bir çok refraktif değişiklik gösterir. Aynı anda hem kornea, hem lens, hem aksiyel uzunlukta meydana gelen değişiklikler, aralarında mükemmel denge sayesinde gözü emetropik hale getirir ve emetropik konumda tutarlar (32).

Korneada meydana gelen değişiklikler:

Doğumda korneanın kırıcılığı 53-54 D civarında olup, prematürelde bu değer daha yüksektir. Sonra hızla azalmaya başlayan kornea kırıcılığı yaşamın 6. ayında 46 D, 12. ayında 45 D ve 24. ayında 44 D'ye düşer. Erişkinde ortalama 43 D civarındadır. Korneal astigmatizma doğuştan 0.75 D civarında kurala aykırı tipte iken, 6 yaş civarında kurala aykırı astigmatizma kaybolur, kurala uygun 0.50 D düzeyine değişebilir (60).

Aksiyel uzunlukta meydana gelen değişiklikler

Doğumda 17,0 mm olan aksiyel uzunluk, ilk 2 yılda büyük bir artış göstererek 22 mm'ye 3.yılda 23 mm'ye ulaşır. Sonraki 10 yıl boyunca her yıl 0,1 mm uzayarak, 13 yaşa ulaşıldığında erişkin düzeyi olan 24 mm'ye oldukça yaklaşır (61).

Lenste meydana gelen değişiklikler

Lensin kırıcılığı doğumda 35 D, 1 yaşında 27 D, 2 yaşında 23 D, 5 yaşında 21 D, 8 yaşında 20 D ve 10 yaşından sonra erişkin düzeyi olan 19 D civarındadır.

Akomodasyon yeteneği doğuşta yoktur. 18 aylıktan itibaren belirginleşir. 8 yaşında 14 D civarındaki en yüksek seviyesine ulaşır. Sonra her 4 yılda yaklaşık 1 D azalır ve 60 yaş civarında 1 D'e düşer (62).

Lenste yaşla birlikte meydana gelen diğer bir değişiklik, saydamlığını yitirerek, opaklaşması, yani katarakt dediğimiz hastalığın meydana gelmesidir. Olgun katarakt ışığın tama yakınını süzer, ancak ışığın varlığı ve hangi yönden geldiği hissedilebilir, rengi dahi algılanamayabilir. Ancak bu evreye varmadan önce, henüz ışığın geçişine kısmen izin verdiği dönemde, ilk olarak kamaşma artışı, görmenin çok parlak ışıktaki azalması hissedilir. Bu dönemde normal oda aydınlatmasında ve loş ışıktaki görme keskinliği pek etkilenmemiştir. Sonraları, ışığın kısa dalga boyuna yakın spektrumdan başlayarak geçişi kısıtlanmaya başlar. Bu evrede de normal oda aydınlatmasında görme keskinliği iyi düzeyde olduğu halde, kontrast duyarlılık bozulmuştur. Artık zeminle, iyi kontrast vermeyen objeler pek seçilemez. Bu evredeki katarakta sahip kişiler mavi rengi eskisi kadar görmezler, sonraki kaybedilen renk yeşildir, en fazla sarı renk hakimdir, kırmızı en son kaybedilir (63).

Refraksiyonda meydana gelen değişiklikler

Yeni doğan bebeklerin % 75'i 2 D'ye kadar hipermetrop, % 25'i miyoptur. 1 yaşına ulaşıldığında bu ametropik hakimiyet azalır, çoğu emetropik hale gelir. Doğumda % 50 civarında olan 0.75-1.00 D ve üzerindeki astigmatizma sıklığı da hızla azalarak, 2 yaş civarında % 20'nin altına düşer.

Anizometri (iki göz arasında 0.75 D ve daha yüksek fark) doğumda % 25 oranında rastlanırken, 1 yaşa ulaşıldığında % 4-8'e, okul çağındaki çocuklarda % 2.5 – 3.0'e düşer. Görüldüğu gibi aksiyel uzunluktaki hızlı değişime paralel olarak, ilk 2-3 yaşta kornea ve lense ait kırıcılık gücünde de önemli azalmalar meydana gelmekte, yaklaşık 5 mm'lik uzamanın yaratması beklenen 15 D'lik miyopi ortaya çıkmamaktadır (64).

Organizmanın gözü emetropik tutma çabasına yönelik aksiyel uzunluk, kornea-lens kırıcılığını içeren kombine düzenlemesine emetropizasyon denilmekte olup, halen kesin mekanizması açıklanamamıştır. Işık ışınlarının retinaya ulaşmasında engel olan tembel gözlerde aksiyel uzunluğun fazla oluşu, bu mekanizmanın devreye girememesine bağlanmaktadır. Çocukluk döneminde (en büyük bölümü ilk 4 yaşta

olmak üzere, 8 yaşına kadar) refraksiyon kusurlarının düzeltilmemesi, ileride kalıcı görme keskinliği kayıplarına neden olur. Özellikle tek taraflı refraksiyon kusurları, diğer gözüyle günlük aktivitelerini rahatlıkla yapabilen çocuklarda kolay fark edilemez.

REFRAKSİYON KUSURLARININ MUAYENE YÖNTEMLERİ

1)SUBJEKTİF YÖNTEMLER

a)Astigmatizmanın tespiti için testler:

Astigmatik kadran testi: hastanın gözü yaklaşık 20/50 görecekte şekilde miyopik hale getirilerek akomodasyon engellenir. Hasta astigmatik diyal bakarak en koyu ve en keskin gördüğü çizgiyi söyler. Sonra ekseni bu eksene dik gelecek şekilde (-) silindirik değerlikli mercekler yerleştirilerek tüm çizgilerin aynı koyulukta görülmesi sağlanır (65).

Çapraz silindir testi: Birbirine 90 derece açılı eşit güçteki Jackson çapraz silindirleri denilen planokonveks (beyaz noktalı) ve planokonkav (kırmızı noktalı) silindirlerden oluşur. Lens güçleri +/- 0.25 den +/- 1.00 D'ye kadar değişir. Hastanın silindirik mercek ekseninin doğru olup olmadığını belirlemek için çapraz silindir kulpu deneme silindirik merceği eksenine paralel olacak şekilde deneme çerçevesine yerleştirilir. Çapraz silindir kulbundan sıra ile her iki yöne çevrilir. Hangi tarafa doğru görme netleşiyorsa, deneme çerçevesi de o tarafa doğru çevrilerek kontrol edilir. Her iki yöne doğru harekette de görme bulanıyorsa eksen doğru demektir. Silindirik merceğin gücünün doğru olup olmadığını anlamak için de çapraz silindir kulbu, deneme çerçevesindeki mercek 45 derece açı yapacak şekilde yerleştirilir. Böylece çapraz silindirin bir ekseni denenen silindirik merceğin ekseni ile paralel olacak, diğer ekseni deneme merceğinin eksenine dik olacaktır. Deneme merceği ile aynı tip (- veya +) olan eksen deneme merceğinin eksenine paralel iken görme netleşiyorsa deneme merceğinin gücü arttırılmalı demektir. Aksi durumda tersi geçerlidir (65).

b) Sferik değerinin tespiti için testler

Sislendirme testi: Hastanın uyum yapmasını engellemek için muayene edilen gözde görme keskinliğini 0,4-0,5 düzeyine düşüren artı cam ilavesi yapılır. Amaç görüntünün retinanın önüne düşmesini sağlamaktır. Uyumun gevşemesi için 1-2 dakika beklenir.

$\pm 0,25$ D sferik ilaveler yapılarak görme artışı sağlanmaya çalışılır. Görme keskinliği 1,0 seviyesinde bırakılmayıp 1,2-1,5'e kadar çıkarılmaya çalışılmalıdır. En fazla görme keskinliği sağlayan en yüksek (+) ve en düşük (-) sferik değer sağlandıktan sonra, duokrom testi ile değerlerin doğruluğu kontrol edilir. Bu teknik günümüzde muayene amaçlı kullanılmamakta olup objektif muayene yöntemlerinde uyumun kaldırılması için kullanılmaktadır (66).

Duokrom Testi: Kromatik aberasyon temeline dayanır. Hasta vertikal olarak iki ayrı renge bölünmüş eşle bakar. Kırmızı ışık en uzun dalga boyunda ve en az kırılan ışıktır. Yeşil ışık ise en kısa dalga boyunda ve en çok kırılan ışıktır. Miyop bir kişi kırmızıyı daha net görecektir. Hastanın gözü (+) değerli cam koyulduğunda hasta miyop hale geldiği için kırmızıyı daha net görür. Sonra her iki renk eşit görülene dek sferik değer azaltılır (67).

Binoküler balans testi: Amaç her iki gözde eşik akomodatif tonus varken en iyi görmeyi sağlamaktır. Her iki gözün refraksiyon farkları en çok 1 D olmalıdır. Sağ göz önüne 3 D tabanı yukarıda prizma, sol göz önüne 3 D tabanı aşağıda prizma yerleştirilir. Hastanın vertikal diplopisi olacaktır. Sağ göz aşağıdaki görüntüyü, sol göz yukarıdaki görüntüyü görür. Her iki gözün önüne +0.75 D lik mercek konularak bulandırma yapılarak 20/40 sırasına baktırılır. Her iki görüntü eşit netlikte olana dek sferik değer azaltılır. Eşitlik sağlanınca prizmalar çıkarılır (16).

2)OBJEKTİF YÖNTEMLER:

Keratometri: Korneal kurvaturun ölçülmesinde kullanılır, kornea merkezinin her iki yüzünde yaklaşık 1.25 mm'de iki noktada kornea ön yüzünün astigmatizmasını ölçer (15).

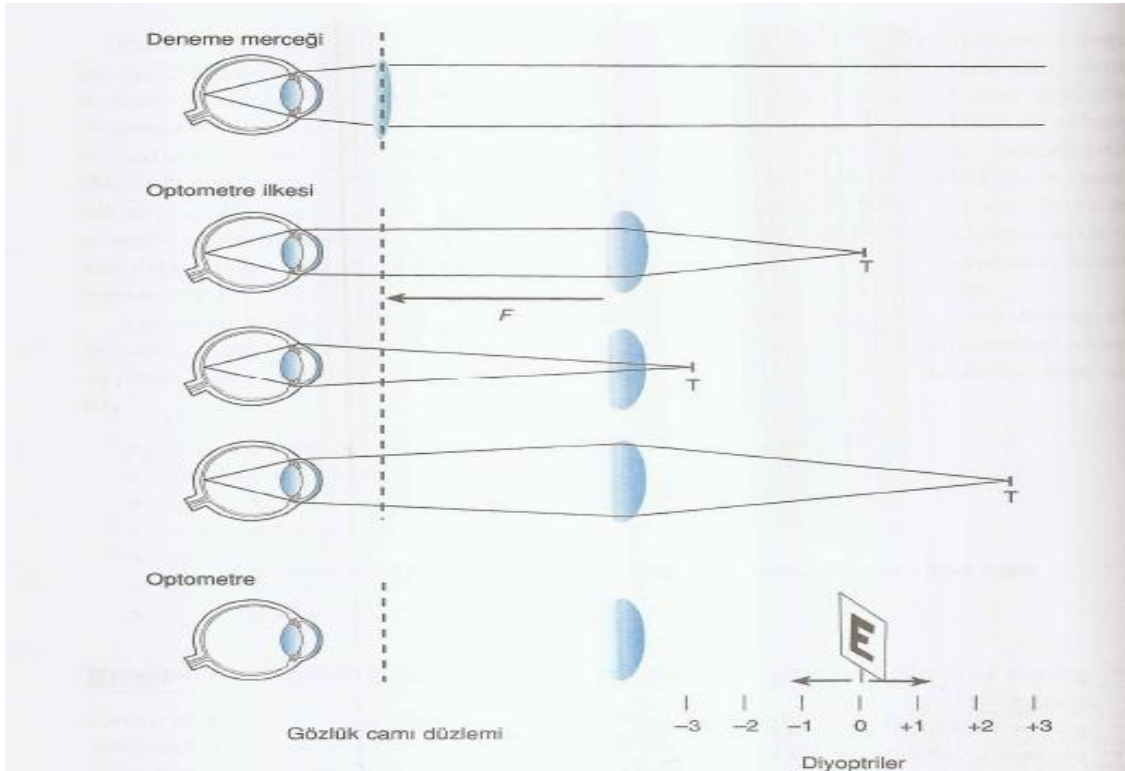
Skiascope (retinoscope): Işık, hastanın retinasına ulaştırılır ve yansıyan ışık hastanın pupillasında bir refle oluşturur. Bu refletin hareket yönüne göre değerlendirme yapılır. Skiascope siklopleji sonrası yapılmalıdır. Eğer şaşılık varsa skiascope yapılırken diğer göz kapatılır. Siklopleji yapılan hastalarda hasta direkt retinoscope ışığına bakmalıdır. Emetropalarda, ışıklar paralel olarak gözü terk eder. Hipermetropalarda diverjan olarak, miyoplarda ise konverjan olarak terk eder. Eğer ışık kaynağı hareketi ile gölge aynı yönde hareket ediyorsa hasta 1 D'den az olmak kaydıyla miyop ya emetrop ya da

hipermetroptur. Bu durumda nötralizasyon sağlanana dek (+) mercekler göz önüne konur. Eğer ışık kaynağı ile gölge ters yönde hareket ediyorsa, hasta 1D'den büyük miyoptur, bu durumda (-) mercekler göz önüne konularak nötralizasyon sağlanır (68).

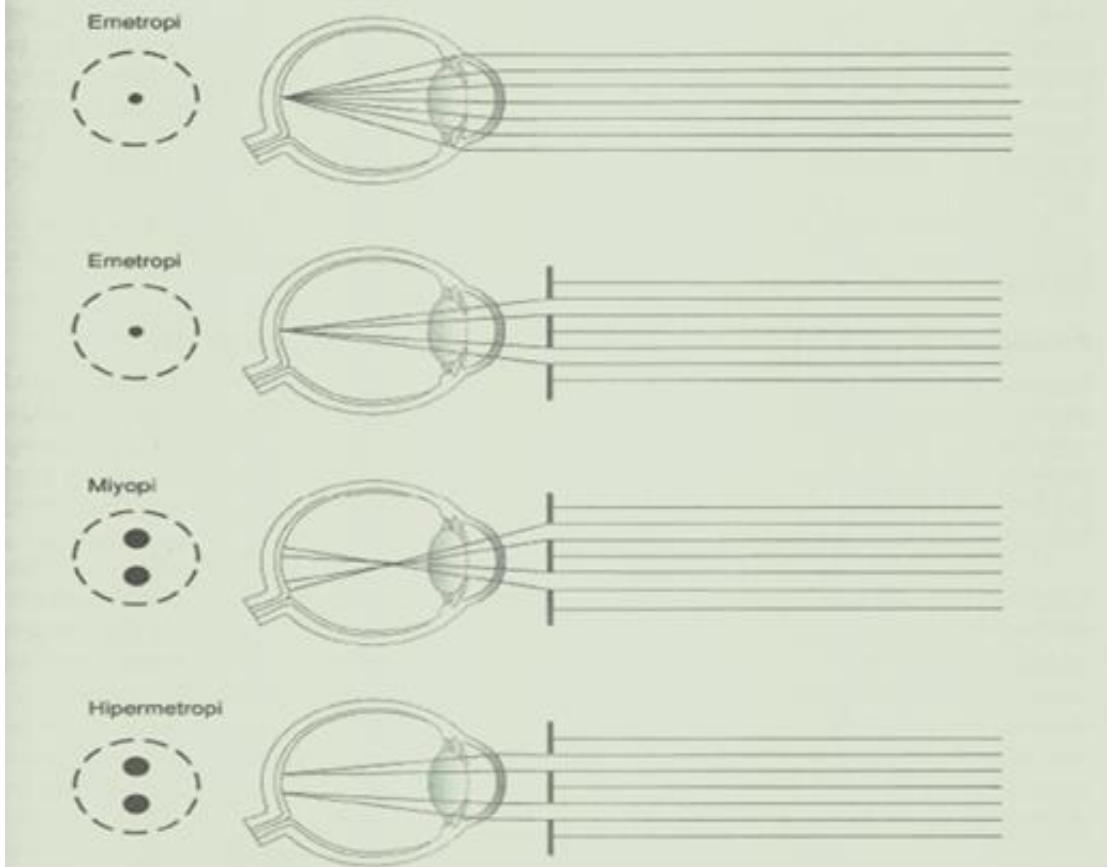
Otorefraktometri: Ölçüm için infared ışınları kullanılır. Çoğu optometre ve Schneider ilkesi temeline dayanır. Kıırma kusurunun nötralizasyonu için verjans değiştirilir.

Optometre ilkesi: Değişirilebilir deneme mercekleri yerine gözlük düzleminden odak uzaklığı mesafesine tek bir yoğunlaştırıcı mercek kullanılır. Hedeften gelen ışın hedefin yerine bağlı olarak farklı miktarlarda verjans etkisi ile göz içine girer (Şekil 4) (69).

Schneider çift iğne deliği ilkesinin değişimleri, odaklama son noktası yerine, aynı hizaya getirme, son nokta ölçümünü elde etmek için kullanılır. Ancak göz optiğinin küçük bir parçası sayesinde kırma kusuru ölçümü sağlar ve farklı ölçüm açıklıklarının hastanın pupillası ile aynı hizada olması önem taşır (70) (Şekil 5).



Şekil 4: Optometre ilkesi



Şekil 5: Schneider ilkesi: Çift iğne deliği açıklığı iki küçük ışın demetini izole eder. Retinaya düşmeyen görüntü bulanık görülmek yerine çift olarak görülür

Günümüzde kullanılan otorefraktometreler (OR) iki gruba ayrılabilir. Bunlardan biri masaüstü sabit ve yakından ölçüm yapan konvansiyonel OR'ler, diğeri ise taşınabilir ve belirli mesafeden ölçüm yapan OR'lerdir (69).

Sabit OR'ler kendi içlerinde

- 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 konvansiyonel objektif OR olarak alt bölümlere ayrılabilir.

OR'lerin çoğu sadece objektiftir ve görme keskinliği ölçüm özellikleri yoktur. Bazılarında ise subjektif ölçüm özelliği de vardır. Bunlar daha çok hasta uyumu gerektirir; ancak kırma kusuru ve tashih işleminin bir parçası olan subjektif ölçümü de yapabilir. Yeni nesil konvansiyonel OR'de kızıl ötesi ışık otomatik olarak retinaya düşürülür ve yansıyan ışıkla ölçüm yapılır.

Belirli mesafeden ölçüm yapan taşınabilir OR'ler ise kendi içlerinde

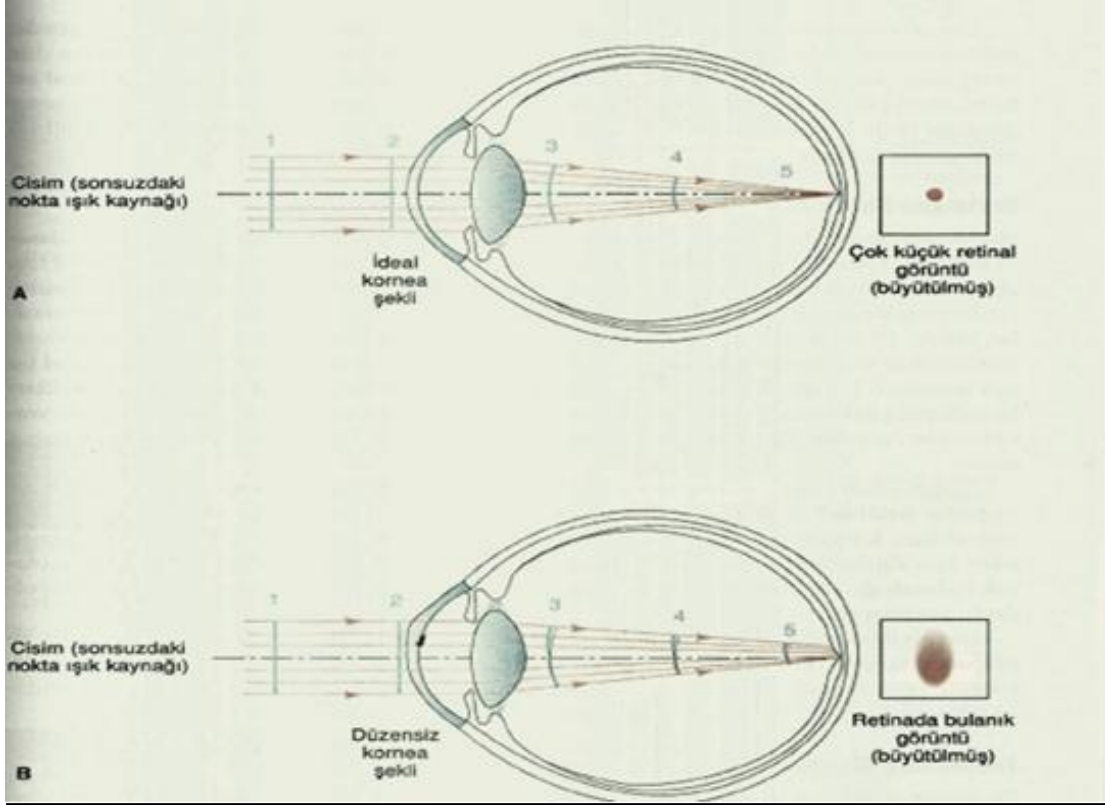
1.Sabit OR deki sisteme benzer kızılötesi ışınların gönderilmesi ve geri yansıyan ışınların değerlendirilmesi ile çalışan Retinomax,

2.Aberasyon ölçümünü değerlendiren Suresight

3. Fotorestinoskopi tekniğini kullanan Plusoptix ve Powerreflektör olarak üç gruba ayrılmaktadır. Bu cihazlar kullanıcının cihaz –hasta mesafesini ayarlaması ve cihazın optimal mesafeye geldiğinde kilitlenerek ölçüm ışınlarını otomatik olarak göndermesi şeklinde çalışmaktadır.

Wavefront aberometreleri (Dalga önü sapmaları ölçüm cihazı)

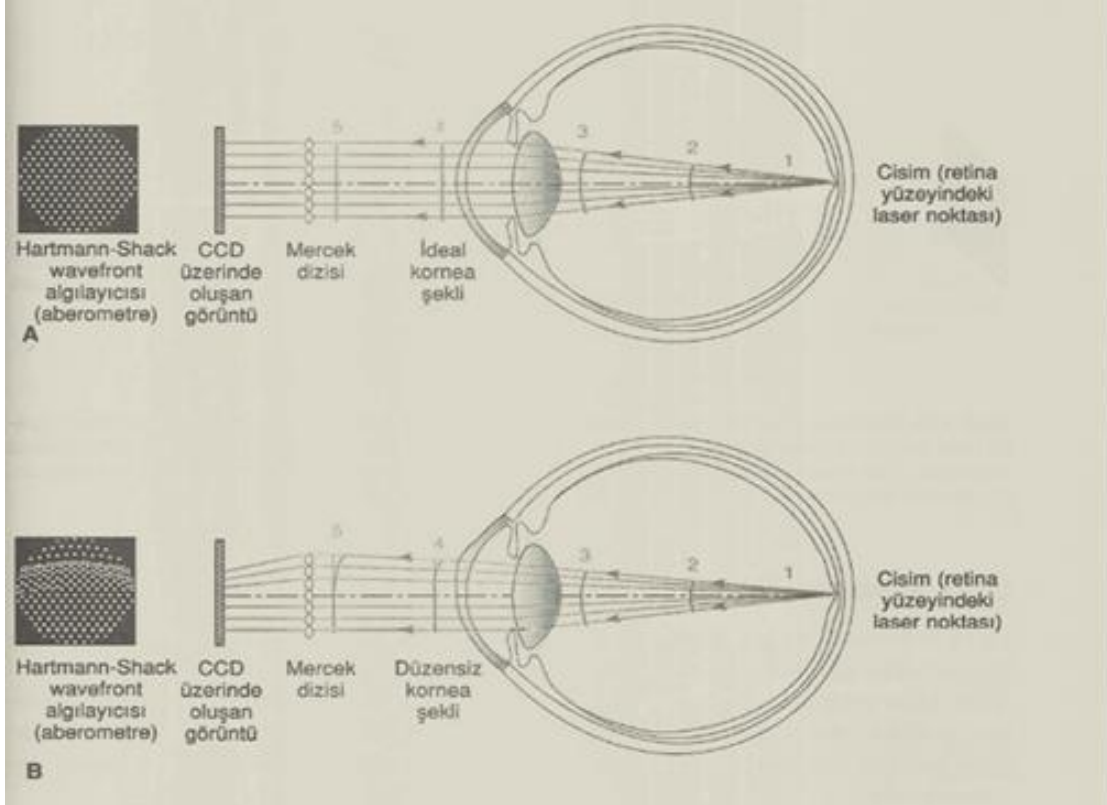
Konvansiyonel otorefraktörler temel sferik ve silindirik kusurları ölçebilse de düzensiz astigmatizmayı ölçmezler. Kornea topografisi düzensiz bir kornea yüzeyinin şeklini ölçebilir, fakat lens ve korneadan oluşan tüm optik sistemin kırıcılık topografisi ölçümünü yapamaz. Bunu wavefront analizi yapan cihazlar ölçebilmektedir. Wavefront analizi ışık dalgalarının bir noktadan ayrılırken oluşan şekillerinin ve optik ortamlardan nasıl etkilendiğinin araştırılmasıdır. Aynı anda belirli bir noktadan salınan fotonlar wavefront olarak adlandırılırlar. Bu wavefrontlar kornea ve lens tarafından kırınımına uğratılır ve içbükey küresel bir şekil alır. Emetrop bir gözde bu sferik wavefront makulada yoğunlaşır ve küçük bir retina noktası oluşturur. Ametrop gözlerde ise iletilen wavefrontlar mükemmel küre şeklinde değildir ve makulada küçük bir nokta oluşturamazlar (15) (Şekil 6).



Şekil 6: Wavefront oluşumu

- a) İdeal bir optik sistem tarafından üretilmiş wavefrontlar
- b) Aberasyonu olan bir optik sistem tarafından üretilen wavefrontlar

Hartmann Shack Aberometresi: Düşük yoğunluklu bir laser ışın retinaya yönlendirilir. Bu ışınlar retinayı terk ederken birbirinden uzaklaşır ve gözün ön segmentine doğru giden dışbükey küresel wavefrontlar oluşur. Emetrop bir göz bunları düz wavefrontlara çevirir ve cihazdaki lens sistemi bunu ışın algılayıcısına (CCD) odaklar. Ölçülen wavefrontlar gözden dışarı çıkan ışınlar olduğu için buna outgoing (giden) aberometri denir. Emetrop olmayan gözde ise bu wavefrontlar planar değildir. Işın algılayıcısından alınan bilgiler düşük ve yüksek aberasyonlu alanlar üzerinden incelenir ve rakamsal değere ulaşılır (15) (Şekil 7).



Şekil 7: Hartmann Shack sensöründeki wavefrontlar

- a) İdeal bir optik sistem tarafından oluşturulan Hartmann-Shack görüntüleri
- b) Aberasyonlu sistemce oluşturulmuş Hartmann-Shack görüntüleri

Tscherning Aberometresi: Hartmann Shack aberometresine benzer. Ancak burada incelenen wavefrontlar göze girenlerdir. Retina üzerine düşen görüntü de yüksek büyültmeli bir kamera tarafından yakalanır.

Retinal Işın İzleyici Teknik: Göz içine giren aberometriye bir örnektir. Emetropi varlığında dışarıdan gönderilen laser ışını makulada odaklanır. Optik aberasyonların bulunduğu yerlerde ise ışının yolu cihaz tarafından değiştirilir ve bu değişim ölçülerek aberasyon saptanır (15).

Refraksiyon ölçümünde hata kaynakları:

Cihaz miyopisi; yani cihaza bakarken oluşan akomodasyona meyil, geçmişte otomatik refraktörlerde büyük sorunlara neden olmuştur. Bu sorunun çözümünde sisleme ve otomatik izleme gibi yöntemler kullanılır (71). Ölçümde infrared ışınları kullanılması akomodasyonu engellemede de yardımcıdır.

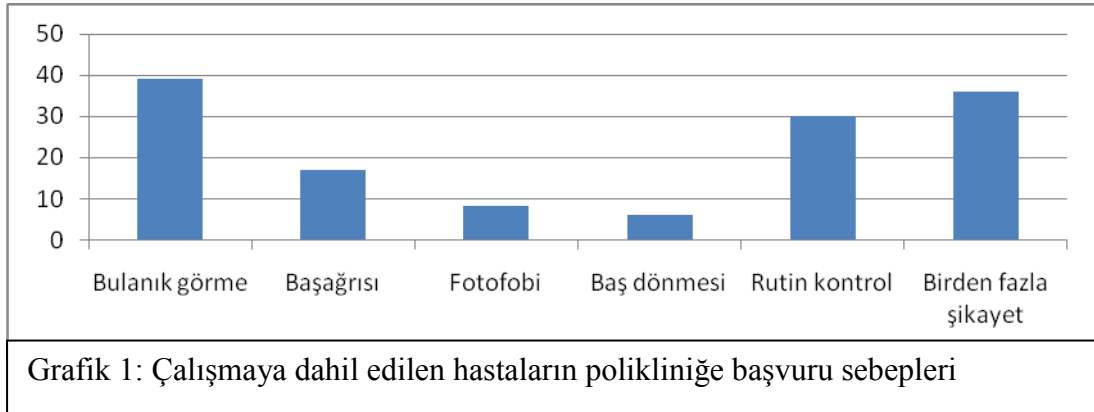
GEREÇ VE YÖNTEM

Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu'nun onayı ile yapılan bu klinik çalışmaya Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Göz Hastalıkları Polikliniğine başvuran 5-15 yaş arası toplam 100 hastanın 100 gözü dahil edildi. Sadece sağ gözlerin ölçümleri istatistiksel analizde kullanıldı.

Helsinki Deklerasyonu Prensiplerine uygun olarak çalışmaya katılan tüm hasta ve yakınlarından bilgilendirilmiş onam belgesi alındı.

Çalışma grubundaki hastaların yaşları, cinsiyetleri, varsa sistemik hastalıkları, tashihsiz ve tashihli görme keskinlikleri, biyomikroskop bulguları, fundus bulguları kaydedildi.

Polikliniğe başvuru sebepleri arasında; 39 hastada bulanık görme, 17 hastada başağrısı, 8 hastada fotofobi, 6 hastada baş dönmesi, 30 hastada rutin muayene ve 36 hastada ise birden fazla şikayet bulunmaktaydı. Bu veriler grafik 1'de yer almaktadır.



Hastalar 5-10 yaş (1.grup) ve 10-15 yaş (2.grup) grubu olmak üzere iki gruba ayrıldı.

Refraksiyon ölçümünde hataya sebep olabilecek korneal yüzey hastalıkları, şaşılık, ekzantrik fiksasyon, retina hastalıkları gibi diğer oftalmolojik patolojileri olan hastalarla birlikte cihazların güvenli ölçüm sınırları dışında sonuç alınan, tekrarlanan ölçümlerinde tutarsızlık görünen veya cihazlardan birisi ile ölçüm alınamayan hastalar çalışmadan çıkarıldı.

Otorefraktometre ölçümleri her seferinde aynı hekim tarafından Nidek ARK 510 A (Japonya) model sabit konvansiyonel otorefraktometre (KO) ve Welch Allyn Suresight (A.B.D.) model taşınabilen (mobil) otorefraktometre (TO) kullanılarak

yapıldı. Cihazlar poliklinik şartlarında tozsuz ve loş bir ortamda dikkat dağıtıcı unsurlardan uzakta hasta rahat bir şekilde oturtularak yapıldı.

KO ölçümleri için çene ve alın alete yerleştirilerek cihaz içindeki test objesine bakması istendi. Bu sırada ayar kolu kullanılarak pupilla ekranda net olarak santralize edildi. Daha sonra ayar kolu üzerinde bulunan düğmeye basılarak ölçüm yapıldı.

TO ölçümleri için hastanın 35 cm mesafeden cihazın üzerinde bulunan hareketli ışıklara bakması ve sabit kalması istendi. Cihazın objektifi üzerinde bulunan fiksasyon noktası pupillaya santralize edilerek cihazın kilitlenme sesi duyulana kadar beklendi ve sonra ölçüm alındı.

Hastalardan her iki gözleri için iki cihaz ile ölçüm alındı. Ardından düzeltilmemiş ve en iyi düzeltilmiş görme keskinlikleri snellen eşeli kullanılarak saptandı. Daha sonra siklopleji uygulaması yapılarak her iki cihaz ile tekrar ölçüm alındı.

Siklopleji uygulaması için 10 dakika aralıklarla her iki göze 3 kez damlatılan sikloplejin (Siklopentolat HCl 1 %) damla kullanıldı. Son damladan 45 dakika sonra ölçümler yapıldı.

Nidek ARK 510 A (Nidek Co. Ltd. Japonya) model cihaz, göze gönderilen infrared ışınların geri yansması ve cihaz tarafından algılanması sonucu bir işlemci ile değerlendirilmesi neticesinde refraktif durumu ölçer. Cihaz -30 ile +25 diyoptri sferik ve ± 12 diyoptri silindirik aralıkta ölçüm yapabilmektedir. Cihazın kumanda kolu üzerindeki düğmeye basıldığında 3 ölçüm alınmakta ve ortalaması ekranda gösterilmektedir.

Suresight cihazı ise (Welch Allyn Medical Division, A.B.D.) Hartmann Shack aberasyon ölçümünün otorefraktometre algoritmini kullanarak ölçüm yapar. Cihaz tarafından düşük yoğunluklu bir laser ışını retinaya yönlendirilir. Bu ışınlar retinayı terk ederken, gözden çıkan wavefront aberasyonların cihazın CCD algılayıcısında toplanıp işlenmesi sonucu gözün refraktif durumu ölçülür. Cihaz +6 ile -5 diyoptri sferik ve ± 3 diyoptri silindirik aralıkta ölçüm yapmakta, ortalama 2.5 saniye içinde 5-8 ölçüm yapmakta ve bunun ortalaması ekranda gösterilmektedir. Cihaz ekranında ölçümün güvenilir olduğunu gösteren bir skala vardır ve 6 ve üzerindeki rakamlar güvenilir kabul edilir.

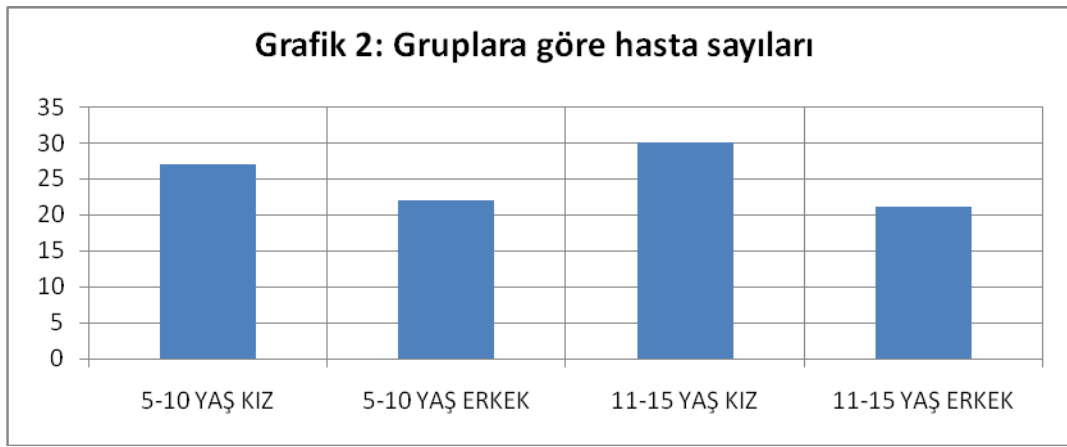
İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Çalışma verileri SPSS 16.0 (SPSS 16.0 for Windows Chicago, IL, USA) istatistik paket programı ile analiz edildi.

Birinci ve ikinci gruplar arasında tashihsiz-tashihli görme keskinliklerinin karşılaştırılmalarında bağımsız gruplarda t testi, birinci ve ikinci gruplarda siklopleji sonrası TO ile ölçülen sferik refraktif değerlerin karşılaştırmasında yine bağımsız gruplarda t testi, birinci ve ikinci gruplar arasında siklopleji sonrası TO ile ölçülen silindirik refraktif durum ve aksların karşılaştırmalarında Mann Whitney U testi, siklopleji öncesi KO ve TO ölçümlerinin karşılaştırılması, siklopleji sonrası KO ve TO ölçümlerinin karşılaştırılması, siklopleji öncesi ve sonrası KO ölçüm karşılaştırmaları, siklopleji öncesi ve sonrası TO ölçüm karşılaştırmalarında sferik değerler için bağımlı gruplarda t testi; silindirik değer ve akslarda ise Wilcoxon testi kullanıldı. $P < 0,05$ bulunması sonucun istatistiksel olarak anlamlı olduğu şeklinde yorumlandı.

BULGULAR

Birinci gruptaki 49 hastanın 22'si erkek 27'si kız olup yaş ortalaması 8.3 idi (Grafik 2). Tashihsiz görme keskinlikleri 0.87 ± 0.20 (minimum: 0.2, maksimum: 1.0), Tashihli görme keskinlikleri 0.99 ± 0.28 (minimum: 0.8, maksimum: 1.0) idi.



Siklopleji öncesi ortalama sferik kırma kusuru: KO ile -0.55 ± 1.40 D (minimum: -4, maksimum: +4) ; TO ile 0.33 ± 1.45 D (minimum: -2.50, maksimum: +5.50) idi. Fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($P < 0.001$) (Tablo 3).

Birinci gruptaki 49 hastanın 9'unda $\pm 0,50$ D üzerinde astigmat tespit edildi. Yine siklopleji öncesi KO ile silindirik değerler ortalama 0.36 ± 1.59 D (minimum: -1.5, maksimum: +3) akslar ise ortalama $108.8 \pm 30.1^\circ$ idi (minimum 80, maksimum 180), TO ile silindirik değerler ortalama 0.44 ± 1.54 D (minimum: -1, maksimum: +3) akslar ise ortalama $108.3 \pm 29.15^\circ$ (minimum: 90, maksimum: 180) idi.

Fark diyoptri ve derece bazında istatistiksel olarak anlamlı değildi ($P > 0.05$) (Tablo 3).

Tablo 3: 1. Grupta siklopleji öncesi KO ve TO sferik, silindirik ve aks ölçümlerinin karşılaştırılması			
Siklopleji öncesi	KO	TO	P değeri
Sferik (D) (S.D.)	-0.55 ±1.40	0.33 ±1.45	P<0.001
Silindirik (D)* (S.D.)	0.36 ±1.59	0.44 ±1.54	P>0.05
Aks(derece)* (S.D.)	108.88 ±30.18	108.33 ±29.15	P>0.05

S.D. :Standart sapma

(*Silindirik değer ve aks 9 hastada çalışmaya katıldı)

Siklopleji sonrası ortalama sferik kırma kusuru KO ile 1.09 ± 1.39 D (minimum: -1.5, maksimum: +6), TO ile 1.18 ± 1.40 D (minimum: -1.5, maksimum: +6) idi.

Astigmat tespit edilmiş 9 hastada ise KO ile silindirik değerler ortalama 0.38 ± 1.45 D (minimum: -1.5, maksimum: +3) akslar ise ortalama $110 \pm 32.03^\circ$ (minimum: 85, maksimum: 175), TO ile silindirik değerler ortalama 0.45 ± 1.54 D (minimum: -1 D, maksimum: +3) akslar ise ortalama $110 \pm 32.15^\circ$ (minimum: 95, maksimum: 175) idi.

Siklopleji sonrası cihazların verileri sferik, silindirik ve aksiyal değerlerde anlamlı değildi. Sferik değer için (P=0.068), silindirik değer için (P=0.066) idi (Tablo 4).

Tablo 4: 1. Grupta siklopleji sonrası KO ve TO sferik, silindirik ve aks ölçümlerinin karşılaştırılması			
Siklopleji sonrası	KO	TO	P değeri
Sferik (D) (S.D.)	1.09 ±1.39	1.18 ±1.40	P>0.05
Silindirik (D)* (S.D.)	0.38 ±1.45	0.45 ±1.54	P>0.05
Aks(derece)* (S.D.)	110 ±32.03	110 ±32.15	P>0.05

S.D. :Standart sapma

(*Silindirik değer ve aks 9 hastada çalışmaya katıldı)

Ancak siklopleji öncesi ve sonrası KO'nin sferik ölçümleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı idi ($P<0.001$). Silindirik ölçümler ve akslar arasında ise anlamlı fark yoktu ($P=0.0673$) (Tablo 5).

Tablo 5: 1. Grupta siklopleji öncesi ve sonrası KO cihazının sferik, silindirik ve aks ölçümlerinin karşılaştırılması			
KO	Siklopleji öncesi	Siklopleji sonrası	P değeri
Sferik (D) (S.D.)	-0.55 ±1.40	1.09 ±1.39	$P<0.001$
Silindirik (D)* (S.D.)	0.36 ±1.59	0.38 ±1.45	$P>0.05$
Aks* (S.D.)	108.88 ±30.18	110 ±32.03	$P>0.05$

S.D. :Standart sapma

(*Silindirik değer ve aks 9 hastada çalışmaya katıldı)

Siklopleji öncesi ve sonrası TO ile yapılan sferik ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı farka rastlandı. ($P<0.001$) Silindirik ölçümler ve akslar arasında ise anlamlı fark yoktu ($P=0.059$) (Tablo 6).

Tablo 6: 1. Grupta siklopleji öncesi ve sonrası TO cihazının sferik, silindirik ve aks ölçümlerinin karşılaştırılması			
TO	Siklopleji öncesi	Siklopleji sonrası	P değeri
Sferik (D) (S.D.)	0.33 ±1.45	1.18 ±1.40	$P<0.001$
Silindirik (D)* (S.D.)	0.44 ±1.54	0.45 ±1.54	$P>0.05$
Aks* (S.D.)	108.33 ±29.15	110 ±32.15	$P>0.05$

S.D. :Standart sapma

(*Silindirik değer ve aks 9 hastada çalışmaya katıldı)

İkinci gruptaki 51 hastanın 21'si erkek 30'si kız olup yaş ortalaması 12.9 idi (Tablo 1).

Tashihsiz görme keskinlikleri ortalama 0.80 ± 0.24 (minimum: 0.3, maksimum: 1.0). Tashihli görme keskinlikleri ortalama 1 ± 0.00 (minimum ve maksimum 1.0) idi. İlk grup ile ikinci grup arasında tashihli ve tashihsiz görme keskinlikleri arasında anlamlı fark yoktu ($P=0.064$).

Siklopleji öncesi ortalama sferik kırma kusuru KO ile -0.79 ± 1.23 D (minimum: -4.25 , maksimum: $+1.75$) TO ile 0.20 ± 1.25 D (minimum: -2.50 , maksimum: $+2.5$) idi. Fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($P<0.001$) (Tablo 7).

İkinci gruptaki 51 hastanın 12'sinde ± 0.50 D üzerinde astigmat tespit edildi. Yine siklopleji öncesi KO ile silindirik değerler ortalama -0.16 ± 1.25 D (minimum: -3 , maksimum: $+1$) akslar ise ortalama $106.25 \pm 51.12^\circ$ idi (minimum: 30 , maksimum: 180) idi. TO ile silindirik değerler ortalama -0.08 ± 1.10 D (minimum: -2.25 , maksimum: $+1.25$) akslar ise ortalama $105.4 \pm 51.05^\circ$ (minimum: 30 , maksimum: 180) idi. Fark, diyoptri ve derece bazında istatistiksel olarak anlamlı değildi ($P>0.05$) (Tablo 7).

Tablo 7: 2.grupta siklopleji öncesi KO ve TO sferik silindirik ve aks değerlerinin karşılaştırılması			
Siklopleji öncesi	KO	TO	P değeri
Sferik (D) (S.D.)	-0.79 ± 1.23	0.20 ± 1.25	$P<0.001$
Silindirik (D)* (S.D.)	-0.16 ± 1.25	-0.08 ± 1.10	$P>0.05$
Aks(derece)* (S.D.)	106.25 ± 51.12	105.4 ± 51.05	$P>0.05$

SD: Standart sapma

(*Silindirik değer ve aks 12 hastada çalışmaya katıldı)

Siklopleji sonrası ortalama sferik kırma kusuru KO ile 0.32 ± 1.41 D (minimum: -2.5 , maksimum: $+3.5$) TO ile 0.44 ± 1.44 D (minimum: -2.5 , maksimum: $+3.5$) idi.

Astigmat tespit edilmiş 12 hastada KO ile silindirik değerler ortalama 0.18 ± 1.37 D (minimum: -3 , maksimum: $+2.5$), akslar ise ortalama $105 \pm 50.00^\circ$ (minimum: 35 ,

maksimum: 180), TO ile silindirik değerler ortalama -0.10 ± 1.12 D (minimum: -2.0, maksimum: +1.50), akslar ise ortalama $108.49 \pm 52.15^\circ$ (minimum: 35, maksimum: 180) idi.

Siklopleji sonrası cihazların sferik, silindirik ve aksial değerleri arasındaki fark anlamlı değildi ($P=0.065$) (Tablo 8).

Siklopleji sonrası	KO	TO	P değeri
Sferik (D) (S.D.)	0.32 ± 1.41	0.44 ± 1.44	$P > 0.05$
Silindirik (D)* (S.D.)	0.18 ± 1.37	-0.10 ± 1.12	$P > 0.05$
Aks(derece)* (S.D.)	105 ± 50.00	108.49 ± 52.15	$P > 0.05$

S.D. :Standart sapma

(*Silindirik değer ve aks 12 hastada çalışmaya katıldı)

Siklopleji öncesi ve sonrası KO'nin sferik ölçümleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı idi ($P<0.001$). Silindirik ölçümler ve akslar arasında ise anlamlı fark yoktu ($P=0.072$) (Tablo 9).

Tablo 9: 2.grupta siklopleji öncesi ve sonrası KO sferik silindirik ve aks değerlerinin karşılaştırılması			
KO	Siklopleji öncesi	Siklopleji sonrası	P değeri
Sferik (D) (S.D.)	-0.79 ±1.23	0.32 ±1.41	$P<0.001$
Silindirik (D)* (S.D.)	-0.16 ±1.25	0.18 ±1.37	$P>0.05$
Aks (derece)* (S.D.)	106.25 ±51.12	105 ±50.00	$P>0.05$

S.D. :Standart sapma

(*Silindirik değer ve aks 12 hastada çalışmaya katıldı)

Yine siklopleji öncesi ve sonrası TO ile yapılan sferik ölçümler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıydı. ($P<0.001$) Silindirik ölçümler ve akslar arasında ise anlamlı fark yoktu ($P=0.054$) (Tablo 10).

Tablo 10: 2.grupta siklopleji öncesi ve sonrası TO sferik silindirik ve aks değerlerinin karşılaştırılması			
TO	Siklopleji öncesi	Siklopleji sonrası	P değeri
Sferik (D) (S.D.)	0.20 ±1.25	0.44 ±1.44	$P<0.001$
Silindirik (D)* (S.D.)	-0.08 ±1.10	-0.10 ±1.12	$P>0.05$
Aks (derece)* (S.D.)	105.4 ±51.05	108.49 ±52.15	$P>0.05$

S.D. :Standart sapma

(*Silindirik değer ve aks 12 hastada çalışmaya katıldı)

TO'nin siklopleji sonrası sferik ölçümlerinin birinci ve ikinci grupta karşılaştırılmaları sonucu ilk grubun anlamlı olarak hipermetrop ikincinin ise emetropa kayma gösterdiği gözlemlendi ve bu durum da istatistiksel olarak anlamlıydı ($P<0.001$). Sferik değerler ilk grupta 1.18 ± 1.40 D (minimum: -1.5, maksimum: +6), ikinci grupta ise 0.44 ± 1.44 D (minimum: -2.5, maksimum: +3.50) idi (Tablo 11).

TO'nin siklopleji sonrası silindirik değerleri ilk grupta ortalama 0.45 ± 1.54 D (minimum: -1, maksimum: +3) akslar ise ortalama $110 \pm 32.15^\circ$ (minimum: 95, maksimum: 175), ikinci grupta ise ortalama -0.10 ± 1.12 D (minimum: -2, maksimum: +1.5) akslar ise ortalama $108.49 \pm 52.15^\circ$ (minimum: 35, maksimum: 180) olarak bulundu. Silindirik değerler arasındaki fark ilk grup hipermetrop astigmat, ikinci grup ise miyop astigmat olacak şekilde istatistiksel olarak anlamlıydı ($P<0.001$). Aks değerlerinde ise anlamlı bir farka rastlanmadı ($P=0.061$) (Tablo 11).

Tablo 11 : Her iki grupta siklopleji sonrası TO cihazı ile elde edilen ortalama sferik, silindirik ve aksial değerler			
TO	1.grup	2. grup	P değeri
Sferik (D) (S.D.)	1.18 ± 1.40	0.44 ± 1.44	$P<0.001$
Silindirik (D)* (S.D.)	0.45 ± 1.54	-0.10 ± 1.12	$P<0.001$
Aks (derece)* (S.D.)	110 ± 32.15	108.49 ± 52.15	$P>0.05$

S.D. :Standart sapma

(*Silindirik değer ve aks ilk grupta 9 ikinci grupta 12 gözde çalışmaya dahil edildi.)

TARTIŞMA

Hastaların görsel durumlarının bilinmesi günümüzde tıbbi ve kanuni açıdan bir zorunluluktur. Erken çocukluk çağında göz tembelliğine sebep olabilecek oküler ve refraktif patolojilerin; görsel yolların gelişiminin %90'ının tamamlandığı ilk 2 yılda ortaya konması son derece önemlidir (72). Daha sonra yapılacak tedavilerin etkinliği düşecek, yaklaşık 9 yaşından sonra da hiçbir etkisi kalmayacaktır (73).

Bebek ve çocukların refraktif kusurları hayatın ilk 5 yılında karmaşık bir değişim sürecinden geçer. Bebek ve küçük çocukların özellikle hipermetrop oldukları ve ilk 6 yılda hipermetropinin emetropiye dönüştüğü bilinmektedir (74). Ambliyojenik faktörler olan anizometri, ileri miyopi, hipermetropi ve astigmatizma erken çocukluk çağında sıkça görülebilmektedir. Yüksek derecelerde hipermetropiye erken çocuklukta %5 oranında rastlanmaktadır (75). Atkinson ve ark. yüksek hipermetropisi olan çocukların kontrol grubuna göre kognitif ve motor yeteneklerinin daha düşük olduğunu ortaya koymuştur (76).

7-11 yaşları arasındaki çocuklarda sikloplejik refraksiyon kusurlarının ölçüldüğü bir çalışmada, hipermetropik çocukların miyoplara göre daha kötü bir öğrenme performansı gösterdikleri, daha düşük zeka seviyesine sahip oldukları, kognitif ve motor yeteneklerini kapsayan defisitlerin daha çok görüldüğü açıklanmış ancak aşırı miyopinin de hipermetropilere benzeyen sonuçlar gösterdiği saptanmıştır (77). Hipermetrop çocukların yakın mesafeli çalışmalardan uzak durduğu, bunun da beyin ve göz gelişimini etkilediği düşünülmektedir. Daha az öğrenen çocuğun neticede santral sinir sistemindeki gelişiminin ve aksonal bağlantı sisteminin daha az gelişeceği fikri kabul görmektedir (78). Orta düzeyde miyopik olan çocuklarda bu defisitlere daha az rastlanmaktadır. Ancak literatürde bunu desteklemeyen araştırmalar da mevcuttur (79,80).

Shankar ve ark.'nın emetrop ve hipermetrop çocuklar üzerinde yaptığı çalışmada orta derecede hipermetropi ile azalmış öğrenme performansı arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulmuşlardır (81). Orta derecedeki asemptomatik hipermetropinin bile, öğrenme ve okul başarısını etkileyen sonuçlar gösterdiği yönünde yayınlar da yapılmıştır (82).

Çocuklarda ilk 1 yaş içerisinde 1 D'den büyük astigmatizma insidansı %45-53 arasında iken (47), 5-6 yaş civarında bu rakam %24'e inmektedir (83). Emetropizasyon süreci bu astigmatizmayı da dengelemektedir. Ancak özellikle tek gözlerinde astigmatizma olan küçük çocuklarda bu emetropizasyon sürecinin sekteye uğradığına yönelik yayınlar da vardır (84,85).

Çocukluk çağındaki görsel sistem taramalarında hipermetropi kadar astigmatizm varlığının saptanması da önemlidir (74). Bir çalışmada hipermetropik astigmatizmanın ambliyojenik etkisinin hipermetropiden daha fazla olduğu sonucuna varılmıştır (86).

Tüm bu nedenlerle de görme keskinliğinin düzeltilmemiş ve düzeltilmiş değerlerinin bilinmesi gereklidir. Düzeltilmiş görme keskinliğinin saptanabilmesi için de refraksiyon durumu gözün tüm refraktif elemanlarıyla birlikte değerlendirilmelidir (87).

Özellikle küçük çocukların az görmelerini kendilerinin fark etmesi bu sebeple şikayetlerini ifade etmesi olanak dışı görünmektedir. Pek çok erişkinin bile tek gözlerindeki az görme başka bir şikayetle müracaat ettikleri oftalmologlarca belirlenmektedir. Bu noktada tarama programlarının önemi ortaya çıkmaktadır. Tarama programlarının temel hedefi amliyopi açısından risk altındaki tüm çocukları hızlı bir şekilde saptamaktır. Patoloji saptananlar oftalmologlara refere edilirler. Rutinde siklopleji uygulanmaksızın gerçekleştirilir. Okul öncesi tarama uygulandığından beri amliyopi prevalansının düştüğü gözlenmiştir (88). Bu taramalarda özellikle de taşınabilir otorefraktometreler, uygulama kolaylığı ve uzman gereksinimi olmaksızın yapılabilmesi nedeniyle öne çıkmışlardır (89).

Biz çalışmamızda taşınabilir bir otorefraktometre (OR) olan Welch Allyn Suresight ile masaüstü konvansiyonel bir otorefraktometre olan Nidek ARK 510 A modelini karşılaştırdık.

Geleneksel refraksiyon tespiti subjektif ölçümler ve retinoskopi ile başlamıştır (87). Gerek subjektif gerek objektif ölçümler yapılırken akomodasyon komponenti muayenede hatalara sebep olmaktadır. Optik cihazlarla ölçüm yapılırken oluşabilen akomodasyon refleksi, alet miyopisi olarak tanımlanmıştır ve engellemek amacıyla değişik yöntemler denenmiştir (90). Bunlar; hastanın gözlemcinin gerisindeki bir noktaya dalgın baktırılması, diğer göze (+) güçteki lens konularak görüntünün sislendirilmesi, yansıtıcı aynalar yoluyla görüntünün 6 metre ileriye alınması, cihazların

belli bir ölçüm mesafesinde kullanılması, hastaya hedefin binoküler gösterilmesi gibi yöntemlerdir. Ancak bu yöntemler akomodasyonun sadece dinamik komponentini ve bunu da kısmi olarak bloke edebilmektedir. Özellikle hipermetrop ve genç hastalardaki silier kasın devamlı bir tonus halinde bulunması şeklinde tarif edilebilen statik komponentin bloke edilmesi ancak sikloplejik ilaçların kullanımıyla sağlanabilmektedir (91). Hastanın akomodasyon miktarı, ortamdaki ışık şiddeti, latent –manifest hipermetropik durum, lensin uyum yeteneği, yaş ve kişinin anksiyete derecesiyle değişkenlik gösterebilir.

Halk arasındaki yaygın tabiriyle bilgisayarlı muayene aletlerinden biri olan OR'ler, subjektif refraksiyon ve retinoskopi ile karşılaştırıldığında, kullanımının kolay olması ve çabuk sonuç alınması sebebiyle günlük poliklinik pratiğinde önemli bir nokta teşkil etmiş; oldukça pahalı olan bu cihazların objektiflikleri ve güvenilirliği endişesi gündeme gelmiştir (92).

Optometre, streak retinoskopi ve Scheiner çift pinhol prensiplerine göre çalışan cihazlarla ölçülen refraksiyon, gözün gerçek optik eksenini dışındaki sanal bir eksene ait olup, gözün total refraksiyon durumunu tespit etmeyebilir (68). Bu sebeple infrared (kızıl ötesi) ya da düşük yoğunluklu lazer ışınlarının kullanıldığı yeni nesil OR'ler kullanıma girmiştir (90). Halen kullanılmakta olan OR'ler iki gruba ayrılabilir. Bunlardan biri masaüstü sabit ve yakından ölçüm yapan konvansiyonel OR, diğeri ise mobil ve belirli mesafeden ölçüm yapan taşınabilir OR'dir (68).

Okul öncesi çocuklarda, akomodasyonu kontrol ederek refraksiyonu ölçmek için optik sisleme ile uzak retinoskopi, sikloplejik retinoskopi, sikloplejili ve sikloplejisiz otorefraksiyon ve fotorefraksiyon yöntemleri denenmiştir.

Okul öncesi çocuklarda refraktif kusurun saptanmasında retinoskopi geleneksel bir yöntemdir ve altın standarttır (93). Sikloplejisiz optik sisleme ya da siklopleji ile uygulanabilir. Litmann tarafından retinoskopinin en doğru tekniklerden biri olduğu gösterilmekle birlikte, yine de siklopleji öncesi miyopik kayma görülmüştür. Bu çalışmanın sonuçları akomodasyonun statik komponentinin sikloplejisiz bloke edilemeyeceğini ortaya koymaktadır (94). Sikloplejisiz retinoskopinin çocuklarda ve genç erişkinlerde akomodasyon amplitüdü nedeniyle hipermetropiyi gösterme etkinliği yeterli değildir. Hipermetropik durum olduğundan daha az değerlendirilmektedir. Bu nedenle özellikle küçük yaş guruplarında yüksek sferik kusuru olan olgularda yapılan

ölçümlerin retinoskopi yöntemiyle ve siklopleji uygulaması yapılarak değerlendirilmesi önerilmiştir (95-98). Ward'ın çalışmasında optik sisleme ile retinoskopi yapılan çocukların hipermetrop durumunun siklopleji sonrası ölçümlerine göre belirgin olarak az bulunduğu gözlenmiştir (99). Tüm bu olası sorunlara ilave olarak retinoskopi tekniğini uygulayanlar arasında da değişken ölçümler görülmektedir. Retinoskopinin doğru uygulanabilmesi için profesyonel eğitim ve doğru veriyi elde edene kadar çocukların dikkatini oyalamak gerekmektedir (93). Bu zorluklar, tarama programlarında uzman olmayanların uygulayabileceği sensitif ve spesifik OR'lerin geliştirilmesi gereğini ortaya çıkarmıştır (89).

Konvansiyonel OR'ler yakından ölçüm yapar ancak akomodasyonu azaltmak için özel sisleme ve görüntünün ötelenmesi tekniğini kullanır. Bu teknikler erişkinlerde işe yaramakta ve alet miyopisini azaltmaktadır. Çocuklarda ise etkinliği azdır (100). Apaydın ve ark. sikloplejisiz OR ölçümlerinin hastanın gerçek refraksiyon durumuna oranla miyoplarda daha fazla miyop, hipermetroplarda ise mevcut değerinin daha az, hatta miyop şeklinde sonuçlar verdiğini gözlemlemiştir. Bu bilgiyi cihaz miyopisi olarak değerlendirmişlerdir (101). Bizim çalışmamızda da KO ile yapılan sikloplejisiz ölçümlerde anlamlı miyopiye kayma saptanmıştır.

Nayak ve ark. yaptığı bir çalışmada da yüksek refraksiyon kusuru olan hastalarda sikloplejisiz otorefraktometre sonuçları ile klinik refraksiyon sonuçları karşılaştırılmıştır. Yüksek miyoplarda (>-6D) emetrop ve düşük refraksiyon kusurları olan hastalardaki kadar olmamakla birlikte belirgin miyopik kayma oluşurken, yüksek hipermetroplarda ise (>+6D); cihazın akomodasyonu artırıcı etkisine rağmen hipermetropiye kayma olduğunu bildirmişlerdir. Yüksek miyopların yeterince akomodasyon yapabildikleri; ancak yüksek hipermetropların akomodasyon yeteneklerinin hiç olmadığı bildirilmiştir. Buradan yola çıkılarak OR'lerin yüksek hipermetroplarda güvenilir olduğu; yüksek miyoplarda sikloplejisiz otorefraktometre sonuçlarına güvenilmemesi gerektiği vurgulanmıştır (102).

Rotsos ve ark. çalışmasında RMA 3000 KO ile retinoskopiye karşılaştırmışlardır. Önce sikloplejisiz olarak KO ile ölçüm alınmış, daha sonra sikloplejik olarak hem KO hem de retinoskopi ile ölçümler tekrar edilmiştir. Siklopleji öncesi ve sonrası değerlendirmede retinoskopiye göre RMA 3000 cihazında sislendirme sisteminin

başarısız olduğu ve nonsikloplejik grupta retinoskopiye göre anlamlı olarak miyopiye kayma olduğunu göstermişlerdir (103).

Uzak mesafeden refraksiyon ölçen cihazlar da fiksasyon yönünden sıkıntılıdır. Bunların sisleme sistemleri yoktur. Aletin ucuna ya da muayene odasının duvarına yerleştirilen gerçek fiksasyon hedeflerini kullanır. Sonuç olarak; göz istirahat konumunda değil psodomyopi durumunda ölçülür ve aynı zamanda optik eksen dışındaki bir eksenden ölçüm yapar (100). Çalışmamızda kullandığımız TO'nun 35 cm'den ölçüm yaptığı düşünülürse hastanın refraktif durumuna. 2.86 D miyopik kayma ilave etmek gerekir (104) .

Fotoretinoskopi; akomodasyon, verjans ve pupil çaplarının iki gözde eş zamanlı, uzaktan ölçülmesine olanak sağlayan bir yöntemdir. Bu triadın ölçülmesi için fotoretinoskopi yöntemini kullanan ilk ticari cihaz 'powerrefraktör'dür (PWR) (105-108). Daha sonra Plusoptix cihazı piyasaya sürülmüştür. Bu cihazların kitle taramalarında kullanımı önerilmiştir (105,106). 1 metre mesafeden ölçüm yapan fotorefraktörler kullanılarak Abrahamson ve ark. yaptıkları çalışmada, siklopleji öncesi ve sonrası anlamlı fark bulunurken siklopleji uygulamasında siklopentolat veya tropikamid kullanımında bir fark olmadığı bildirilmiştir (108).

Schmitzeg ve Lagreze; PWR ile retinoskopi arasında siklopleji ile yaptıkları ölçümlerde sferik değerlerini ortalama -0.12 D, sikloplejisiz olarak ise ortalama -0.73 D daha düşük olarak saptamıştır (109). Alen ve ark. yetişkinlerde sikloplejisiz olarak yapılan PWR ölçümlerinin, KO'dan daha hipermetropik olduğunu göstermiştir. Bu durum, cihazın daha hipermetropik ölçüm yaptığı şeklinde değil miyopik kaymanın PWR ölçümünde daha az olduğu şeklinde değerlendirilmiştir (110). Ancak PWR kullanarak yapılmış çalışmalarda sikloplejili ve sikloplejisiz sferik değerlerin farklarının istatistiksel olarak anlamlı olduğu gösterilmiştir (107,108). Buradan çıkarılacak sonuç; PWR'nin KO'dan daha başarılı olduğunu, yine de akomodasyonu tam anlamıyla gideremediği şeklinde yorumlanabilmektedir.

Cihaz miyopisini engellemek için kullanılan sikloplejik ilaçların bir etkisi de pupilla dilatasyonudur. Hipermetropik durumun tam dökümante edilmesine olanak sağlayan siklopleji uygulaması pupillayı büyütürken astigmat ve aks ölçümünde hatalara sebep olmaktadır (111). Gekeler ve ark. çalışmasında PWR ile siklopleji kullanılmadan yapılan silindirik güç ve aks ölçümlerinin yüksek doğrulukta gerçekleştiği, siklopleji

sonrası yapılan silindirik güç ve aks ölçümlerinin ise hatalı olduğunu ortaya çıkarmışlardır (112). Bu durumu dilate pupillada oluşan periferik aberasyonların sonuçları etkilemesiyle açıklamışlardır (109).

Erdurmuş ve ark. plusoptix kullanarak çocuklarda siklopleji öncesi fotorefraksiyon ve otorefraksiyon ile siklopleji sonrası otorefraksiyon ölçümü üzerinde yaptıkları çalışmada, siklopleji öncesi her iki cihaz ile miyopiye kayma olduğunu ancak plusoptix'te daha az olduğunu göstermişlerdir. Silindirik değer ve akslarda ise anlamlı değişikliğe rastlamamışlardır. Altın standart olarak sikloplejili ölçümü önermişlerdir (113).

Retinomaks plus 5 cm. uzaklığında çalışma mesafesi olan, kızılötesi bir OR'dir. Aletin içindeki hedefe bakarken, kişinin akomodasyonunu durdurmak için, optik sisleme eklentisi içerir. Ancak optik sisleme sisteminin, akomodatif komponenti bloke etmekte yeterince etkin olmadığına dair bildirimler vardır. Sikloplejisiz Retinomaks ölçümleri sikloplejili retinoskopiye göre daha miyopik bulunmuştur (100,114). Sikloplejisiz PWR ve sikloplejili retinoskopi ölçümleri arasındaki farkın ise daha az olduğu ancak yine de sikloplejik retinoskopiye göre anlamlı olarak miyopiye kayma gösterdiği görülmüştür (115). Barry ve ark. sikloplejisiz retinomaks incelenmesinde; cihazın güvenilirlik değerlerinin etkili bir refraktif izlem aracı olarak kullanılamayacak kadar düşük olduğu sonucuna varmışlardır (116). Cowen ve ark. Retinomaks ile yaptıkları çalışmada, siklopleji öncesi ve sonrası astigmat değerleri ve aksları arasında anlamlı fark bulmamışlar ve silindirik değerlerin akomodasyondan etkilenmediğini ve ölçümlerde değişikliğe yol açmadığını bildirmişlerdir (117).

Refraktif durumu ölçmenin bir diğer yolu da wavefront analizidir. Bu teknik, Liang ve ark. tarafından geliştirilmiştir (118). Bir gözün dalga aberasyonları bilindiğinde sferik ve silindirik komponentlerin saptanmasından çok daha ideal olarak gözün refraktif durumuyla ilgili bilgi alınabilir. Wavefront analizi özellikle refraktif cerrahinin gelişmesiyle birlikte daha da popüler olmuştur (119,120).

Bu teknikle çalışan ilk OR Welch Allyn Suresight'dır. 2003 yılında kullanıma sunulmuş portatif bir cihazdır. Teknolojinin gelişmesi, daha hafif, hızlı çalışan ve daha az elektrik kullanan elektronik altbirimlerin geliştirilebilmesiyle wavefront ölçümü portatif bir cihaza sığdırılabilmektedir. Hastanın dikkatini çekmek için yanıp sönen 8 yeşil ışık halkası vardır. Hizalandığında hasta merkezi bir kırmızı ışıktan oluşan test paternini

görmektedir. Retina üzerindeki lazer odağı oldukça küçüktür ve ametropi derecesinden bağımsız olarak göze girer. Retinaya düşen ışık daha sonra geri yansır ve Hartman-Shack sensörüne ulaşır. Hastanın gözü emetrop ise, gözü terk eden ışıklar paraleldir ve CCD kamera üzerinde üniform yerleşmiş ışık noktaları oluşturur. Gözü terk eden ışınlar diverjan ya da konverjan olduğunda nokta paterni genişlemiş ya da daralmıştır. Astigmatik ametropide ise, gözü terk eden ışık demeti simetrik değildir ve ışık noktaları arasındaki mesafe silindirik güce ve aksa bağlı olarak değişir.

Suresight cihazı ile temas olmaksızın ölçüm yapıldığından cihazla temas etmekten korkan çocuklarda; engelli, dik oturamayacak ve yatalak kişilerin ölçümü için de avantajlı görünmektedir. Ayrıca taşınabilir olması nedeniyle saha taramalarında kullanılabilir (121).

Siklopleji olmadan 7 yaşın altındaki çocuklara ölçüm yapılacağı zaman Suresight üreticisi çocuk modunu tavsiye etmektedir (121). Bu modda sferik sonuçlara 2.5 D sabit bir değer eklenir. Bu düzeltmenin 35 cm uzakta olan aletin fiksasyon hedefine yapılacak akomodasyonu dengelemesi beklenmektedir. Bu mod, miyopik kaymayı engellemiş gibi görünse de, ölçümleri sikloplejik retinoskopiden belirgin olarak farklı bulunmuştur (104). Bizim çalışmamızda da; hastaların siklopleji öncesi refraksiyon değerlerinde suresight cihazında miyopiye kayma tespit edilmiştir. Bu da literatür ile uyumludur (122-123).

Nonsikloplejik koşullarda Suresight ve Retinomaks kullanılarak yapılan bir çalışmada yaş ortalaması 4 olan 1180 okul öncesi çocuk incelenmiş, Suresight'ın miyopik kaymasının Retinomax'tan daha az olduğu ancak silindirik ölçümlerin birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir (124).

Schmitzek ve Wesemann, Suresight ile 108 hastanın 195 gözünde siklopleji öncesi ve sonrası yaptıkları çalışmada siklopleji sonrası miyopik kaymanın belirgin olarak azaldığı sonucuna varmışlardır. Ancak; silindir gücü üzerinde sikloplejinin anlamlı bir fark oluşturmadığı saptanmıştır (104). Bu sonuç bizim çalışmamızla da uyumludur.

Harvey ve ark. 825 okul öncesi çocuğun sikloplejisiz olarak astigmat taramalarında Suresight ve Retinomaks'ın cihazların ölçüm aralıklarında olmak koşulu ile tutarlı bulunduğunu ifade etmiştir. Bununla birlikte, aynı çalışmada her iki cihazda, miyopiye kayma olduğu ortaya çıkmıştır (125).

Siklopleji altında Retinomaks ve Suresight'ı yine sikloplejik retinoskopi ile karşılaştıran Steele ve ark. çalışmasında sferik eşdeğerler göz önüne alındığında, her iki cihazın birbirleriyle ve yine her iki cihazın ayrı ayrı retinoskopiyle uyumlu olduğunu ve silindirik ölçümler göz önüne alındığında ise; Retinomaks ile retinoskopinin ve yine Retinomaks ile Suresight'ın istatistiksel olarak belirgin fark gösterdiğini; ancak Suresight'ın retinoskopi ile uyumlu olduğunu göstermişlerdir (123). OR ölçümleri karşılaştırıldığında, araya sislendirme amaçlı lens konmadan uzak mesafeli (PWR-Suresight) ölçümlerinde akomodasyonun azaldığına yönelik Suryakumar ve ark. nın çalışmaları mevcuttur. Yakın mesafeden çalışan Retinomaks ya da KO gibi cihazlarda çocuklardaki akomodasyonun daha fazla olduğu gözlenmiştir (127).

Schmitzek ve Wesemann'ın Suresight kullandıkları çalışmalarında, sikloplejik gözlerde pupilla genişlemesine bağlı olarak periferik aberasyonların etkisinin silindirik değer ve aks üzerinde değişkenlik yarattığını, ancak bunun istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmadığını ortaya koymuşlardır (104). Bu bilgi Gekeler ve ark. nın PWR kullanarak yaptıkları çalışmaya göre, Suresight'ın dilate gözlerde astigmatı daha efektif ölçtüğü şeklinde yorumlanabilmektedir (112). Bizim çalışmamızda da literatürle uyumlu olarak siklopleji öncesi ve sonrası her iki cihazın silindirik değer ve aks ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır

Bobier tarafından okul öncesi çocuklar dahil Retinomaks, Suresight, PWR ve retinoskopinin sikloplejisiz karşılaştırma çalışmaları yapılmış ve en az miyopik kaymanın retinoskopide olduğunu, daha sonra PWR ardından Suresight ve Retinomax'ın geldiğini göstermişlerdir. Bu durumu da cihazların çalışma mesafesi ile açıklamışlardır (127). Bizim çalışmamızda da 35 cm'den ölçüm yapan Suresight cihazındaki miyopik kaymanın, yakın mesafeden ölçüm yapan KO'e göre daha az olduğu tespit edilmiştir.

The Vision in preschoolers Study Group 2005 yılındaki çalışmasında refraktif kusurun tespiti için retinoskopi / Retinomaks /Suresight /PWR ile siklopleji olmadan uygulanan çalışmada; PWR 'nin ve Suresight 'ın tarama amacıyla spesifitesinin düşük olduğunu; ancak sensitivitesinin yeterli olduğunu bununla beraber şüpheli durumlarda siklopleji ile ölçümün gerektiğini göstermişlerdir (128).

Iuorno ve ark. sikloplejisiz Suresight ile sikloplejili otorefraksiyon ve retinoskopi kullanarak yaptıkları karşılaştırmalı çalışmada Suresight'ın basit ve kolay

kullanılan bir cihaz olduğunu, ancak ölçümlerinde miyopik kaymanın bulunduğunu; çocuklarda daha güvenilir kitle taramaları için fotorefraktör ile birlikte kullanılabileceğini; astigmat ölçümlerinde ve akslarında ise üç yöntemde de istatistiksel olarak farkın olmadığını ifade etmişlerdir (129).

Çalışmamızda her iki cihazda da sikloplejisiz ölçümlerde miyopiye kayma olmakla birlikte bu durum Suresight'ta anlamlı olarak daha azdı ($P<0.001$). Astigmat ölçümlerindeki fark siklopleji öncesi ve sonrası istatistiksel olarak anlamsızdı.

Yine çalışmamızda 1. ve 2. gruplarda siklopleji sonrası TO ile sferik ve silindirik ölçümlerde 1. grupta refraktif durumun hem sferik hem silindirik değerlerde hipermetrop olduğu, 2. grupta ise refraktif durumun sferik değerlerde emetropa, silindirik değerlerde ise miyopiye kaydığı saptandı. Bu değişim istatistiksel olarak anlamlı bulundu. Akslar arasında ise anlamlı bir farka rastlanmadı.

Biz, Suresight'ın refraktif izlem ve tarama aracı olarak kullanılabilecek yetenekte olduğunu, ancak şüpheli sonuçların sikloplejik muayene ile konfirme edilmesi gerektiği sonucuna vardık. Suresight cihazı çalışmamızda her iki yaş gurubunda da konvansiyonel bir refraktometre olan Nidek ARK 510A cihazına göre siklopleji öncesi anlamlı olarak daha iyi sonuç vermektedir ve portatif olması sayesinde taramalarda kolaylıkla kullanılabilir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

İlk gruptaki 49 ve ikinci gruptaki 51 hastanın sağ gözünün değerlendirilmesi sonucu gruplar arasında tashihsiz ve tashihli görme keskinlikleri arasında fark bulunmadı.

Siklopleji öncesi cihazların sferik değerlerinin karşılaştırılmasında KO, TO'ye göre daha fazla miyopiye kayma göstermiştir. Bununla beraber siklopleji öncesi- sonrası KO ve yine siklopleji öncesi -sonrası TO sferik değerleri arasında istatistiksel anlamlı fark bulunmuştur. Bu bilgi, her iki cihazda da siklopleji öncesi miyopiye kayma olduğu, ancak KO'nin TO'ye göre daha fazla bir miyopik kayma gösterdiği anlamına gelmektedir.

Siklopleji öncesi iki cihazın silindirik değer ve aksları arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Siklopleji öncesi-sonrası KO ve yine siklopleji öncesi-sonrası TO incelemesinde her iki cihazın silindirik değerleri ve aksları arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Siklopleji sonrası iki cihazın sferik, silindirik ve aks değerleri arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Bu bilgi, cihazların silindirik değer ve aks ölçümünün birbiriyle korele olduğunu ve her ikisinin de sikloplejiden etkilenmediği anlamına gelmektedir.

Çalışmamızda 1. ve 2. gruplarda siklopleji sonrası TO ile sferik ve silindirik ölçümlerde 1. grupta refraktif durumun, hem sferik hem silindirik değerlerde hipermetrop olduğu, 2. grupta ise refraktif durumun sferik değerlerde emetropa, silindirik değerlerde ise miyopiye kaydığı saptandı. Bu değişim istatistiksel olarak anlamlı bulundu. Akslar arasında ise anlamlı bir farka rastlanmadı.

Bu bulgularla Welch Allyn Suresight cihazının taramalarda, engelli hastalarda ve günlük poliklinik pratiğinde kullanımının güvenli olduğu sonucuna vardık.

ÖZET

Amaç: Çocuklarda taşınabilir otorefraktometre (TO) ile yapılan sikloplejisiz ve sikloplejili refraksiyon ölçümlerinin standart konvansiyonel otorefraktometre (KO) ile yapılan sikloplejisiz ve sikloplejili refraksiyon ölçümleriyle karşılaştırılması.

Gereç ve Yöntem: Bu çalışmada 5-15 yaş arası toplam 100 hasta. 5-10 yaş arası (1. Grup) ve 10-15 yaş arası (2. Grup) olmak üzere iki gruba ayrıldı. Her iki grupta önce sikloplejisiz olarak KO ve TO ölçümleri alındı. Görme keskinlikleri tashihli ve tashihsiz olarak belirlendi. Ardından siklopleji uygulaması gerçekleştirilerek KO ve TO ölçümleri tekrar alındı. Siklopleji öncesi her iki cihazın sonuçları. KO'in siklopleji öncesi ve sonrası sonuçları. TO'in siklopleji öncesi ve sonrası sonuçları. KO ve TO'nin siklopleji sonrası ölçümleri karşılaştırıldı. Sadece sağ gözler çalışmaya dahil edildi.

Bulgular: 1.gruptaki 49 hastanın 22'si erkek 27'si kız olup yaş ortalaması 8.3 idi. Tashihsiz görme keskinlikleri 0.87 ± 0.20 , tashihli görme keskinlikleri 0.99 ± 0.28 idi.

Siklopleji öncesi ortalama sferik kırma kusuru: KO ile -0.55 ± 1.40 D, TO ile 0.33 ± 1.45 D idi. ± 0.50 D üzerinde astigmat tespit edilen 9 hastada siklopleji öncesi silindirik değerler KO ile ortalama 0.36 ± 1.59 D, TO ile ortalama 0.44 ± 1.54 D akslar ise KO ile ortalama $108.8 \pm 30.1^\circ$, TO ile ortalama $108.3 \pm 29.15^\circ$ idi.

Siklopleji sonrası ortalama sferik kırma kusuru: KO ile 1.09 ± 1.39 D, TO ile 1.18 ± 1.45 D idi. Astigmat tespit edilmiş 9 hastada ise silindirik değerler KO ile ortalama 0.38 ± 1.45 D, TO ile ortalama 0.45 ± 1.54 D. akslar ise KO ile ortalama $110 \pm 32.03^\circ$, TO ile ortalama $110^\circ \pm 32.15^\circ$ idi.

2. gruptaki 51 hastanın 21'i erkek 30'u kız olup yaş ortalaması 12.9 idi. Tashihsiz görme keskinlikleri ortalama 0.80 ± 0.24 , tashihli görme keskinlikleri ortalama 1 ± 0.00 idi.

Siklopleji öncesi ortalama sferik kırma kusuru KO ile ortalama -0.79 ± 1.23 D TO ile ortalama 0.20 ± 1.25 D idi. ± 0.50 D üzerinde astigmat tespit edilen 12 hastada

siklopleji öncesi silindirik değerler KO ile ortalama -0.16 ± 1.25 D, TO ile ortalama -0.08 ± 1.10 D, akslar ise KO ile ortalama $106.25 \pm 51.12^\circ$, TO ile ortalama $105.4 \pm 51.05^\circ$ idi.

Siklopleji sonrası ortalama sferik kırma kusuru KO ile 0.32 ± 1.41 D, TO ile 0.44 ± 1.44 D idi. Astigmat tespit edilmiş 12 hastada silindirik değerler KO ile ortalama 0.18 ± 1.37 D, TO ile ortalama -0.10 ± 1.12 D akslar ise KO ile ortalama $105 \pm 50.00^\circ$; TO ile ortalama $108.49 \pm 52.15^\circ$ idi.

1. ve 2. gruplar arasında tashihli ve tashihsiz görme keskinlikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu.

Her iki grupta da siklopleji öncesi ve sonrası KO sferik ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardı. Siklopleji öncesi ve sonrası TO sferik ölçümleri arasında da anlamlı fark vardı ($P < 0.05$).

Siklopleji öncesi KO ve TO sferik ölçümleri arasında KO'de miyopiye kayma daha fazla olacak şekilde anlamlı fark bulundu ($P < 0.05$). Siklopleji öncesi KO ve TO'nin silindirik ölçümleri ve aksları arasında, siklopleji sonrası KO ile TO'nin sferik, silindirik ve aks ölçümleri arasında anlamlı farka rastlanmadı. Siklopleji öncesi ve sonrası KO'nin silindirik ölçümleri ve aksları arasında, siklopleji öncesi ve sonrası TO'nin silindirik ölçümleri ve aksları arasında anlamlı farka rastlanmadı.

1. ve 2. Gruplarda siklopleji sonrası TO ile sferik ve silindirik ölçümlerde 1. grupta refraktif durumun, hem sferik hem silindirik değerlerde hipermetrop olduğu, 2. grupta ise sferik değerlerde emetropa, silindirik değerlerde ise miyopiye kaydığı saptandı. Bu değişim istatistiksel olarak anlamlı bulundu. Akslar arasında ise anlamlı bir farka rastlanmadı.

Sonuç: Uzak mesafeden ölçüm yapan TO'de cihaza bağlı akomodasyon refleksi daha az görülmüştür. KO ise yakın mesafeden ölçüm yaptıkları için ölçümlerinde miyopiye kayma daha fazla olmaktadır.

SUMMARY

Purpose: The aim of this study is to compare the results of refraction measurement with or without cycloplegia in children aged 5-15 years with hand-held autorefractor (HO) and conventional autorefractor (CO).

Material and Methods: In this study, one hundred patients aged 5-15 years were classified according to their age group: Group 1 (5-10 years of age) and Group 2 (10-15 years of age). Firstly, refraction status with CO and HO were measured without cycloplegia in both groups. Uncorrected visual acuity (UCVA) and best corrected visual acuity (BCVA) of all patients were defined. Cycloplegia was performed 3 times with 10 minutes intervals to both eyes with topical eye drops. After 45 minutes, refraction status with CO and HO was measured with cycloplegia. Spherical, cylindrical power and axis measurement of right eyes only were statistically compared.

Results: In Group 1, there were 49 patients; 22 male and 27 female. Mean age of patients was 8.3 years. UCVA was 0.87 ± 0.20 and BCVA was 0.99 ± 0.28 .

Mean spherical measurement with CO was -0.55 ± 1.40 D, with HO was 0.33 ± 1.45 D before cycloplegia. Only 9 patients astigmatism detected upper ± 0.50 D before cycloplegia, the cylindrical power with CO was 0.36 ± 1.59 D, with HO was 0.44 ± 1.54 D, axis measurement with CO was $108.8 \pm 30.1^\circ$, with HO was $108.3 \pm 29.15^\circ$.

After cycloplegia application, mean spherical measurement with CO was 1.09 ± 1.39 D; with HO was 1.18 ± 1.45 D. For the 9 patients astigmatism detected, the cylindrical power with CO was 0.38 ± 1.45 D, with HO was 0.45 ± 1.54 D, axis measurement with CO was $110 \pm 32.03^\circ$, with HO was $110 \pm 32.15^\circ$.

In Group 2, there were 51 patients; 21 male and 30 female. Mean age of patients was 12.9. UCVA was 0.80 ± 0.24 and BCVA was 1.00 ± 0.00 .

Before cycloplegia application, mean spherical measurement with CO was -0.79 ± 1.23 D, with HO was 0.20 ± 1.25 D. For the 12 patients, astigmatism detected upper ± 0.50 D before cycloplegia, the cylindrical power with CO was -0.16 ± 1.25 D, with

HO was 0.08 ± 1.10 D, axis measurement with CO was $106.25 \pm 51.12^\circ$, with HO was $105.4 \pm 51.05^\circ$.

After cycloplegia application, mean spherical measurement with CO was 0.32 ± 1.41 D; with HO was 0.44 ± 1.44 D. For the 12 patients astigmatism detected, the cylindrical power with CO was 0.18 ± 1.37 D, with HO was -0.10 ± 1.12 D, axis measurement with CO was $105 \pm 50.00^\circ$, with HO $108.49 \pm 52.15^\circ$.

There was no statistically significant difference between UCVA of group 1 and group 2 and between BCVA of group 1 and group 2.

In both of groups, there was statistically significant difference in spherical measurements of CO before and after cycloplegia. There was statistically significant difference in spherical measurements of HO before and after cycloplegia. Before cycloplegia, there was statistically significant difference between CO and HO in spherical measurement. CO measurement showed more myopic accommodation shift than HO measurement. Before cycloplegia, there was no statistically significant difference between CO and HO cylindrical and axis measurement. After cycloplegia, there was no statistically significant difference between CO and HO spherical, cylindrical and axis measurement. There was no significant difference after and before cycloplegia with CO cylindrical and axis measurement. Similarly former, there was no significant difference after and before cycloplegia with HO cylindrical and axis measurement. After cycloplegia with HO; spherical, cylindrical and axis measurement comparison of group 1 and group 2; group 1 was hyperopic at both the spherical and cylindrical power, group 2 was more emmetropic at the spherical, and more myopic at the cylindrical power. The difference was statistically significant. But there was no significant difference between axis measurement.

Conclusion: The use of the autorefractors in children without cycloplegia may underestimate the actual hyperopia and overestimate the actual myopia. However; HO working from a distance and showed less myopic accommodative shift than CO. Astigmatic error and cylindrical axis recordings were statistically similar by 2 methods before and after cycloplegia. This data means both of autorefractors do not affect cycloplegia and pupil dilation for measuring astigmatism and axis. We found portable autorefractor to be simple and easy to use. Portable autorefractor can use screening programs in the children.

KAYNAKLAR

1. Longhurst. Physical optics in: Geometry and physical optics. Gordon L, Breach eds. Cambridge, Cambridge University Press, 1968: 1171.
2. Tipler P. Physics for scientist and engineers in: Light, Electricity and magnetism. Freeman W ed. New York, Worth Publ, 1999:21-33.
3. Mandel L, Wolf E. Quantum Optics in: Optical Coherence and Quantum Optics. Walmsey I.A, Stroud J eds. Cambridge, Cambridge University Press, 1995:683-691.
4. Walls D, Milburn G. Quantum Optics. New York, Springer, 1994:50-55.
5. Fowles G.R. Introduction to Modern Optics. New York, Courier Dover Publications, 1989:117–120.
6. Serway R.A, Jewett J. Principles of physics. Boston, Cengage Learning, 1998: 404-440.
7. American Academy of Ophthalmology. Geometrik Optik. In: Çeviri Ed: Aydın PO, editor. Klinik Optik. Güneş Tıp Kitapevleri: American Academy of Ophthalmology, 2009: 25-104.
8. Palmberg PE, Wiggs JL. Evolution of IOL implantation in: Yanoff M, Duker J ophthalmology. Werner L, Andrea M eds. St. Louis, Mosby Co, 2004:294.
9. Güler Ç, Çobanoğlu Z. Elektromanyetik Radyasyon. Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi. 1994;1:11-21.
10. Kumar N. Optics in: Comprehensive Physics 12. Kumar N ed. New York, Laxmi Publications, 2008: 1416.
11. Fowles G. R. Optical Spectra in: Introduction to modern optics. Holtz, Rinehart, Winston eds. New York, Courier Dover Publications, 1989: 117–120.
12. Sabra A. I. Explanation of Refraction in Theories of Light from Descartes to Newton. Cambridge, Cambridge University Press, 1981:185-250.

13. Barton H. Visual Defects & Eye Tests in: Introduction to human vision. Byrne M ed. Manchester, University Press, 2007: 22-33.
14. Spraul CW, Lang GK. Optik ve kırılma kusurları. In: Lang GK, editor. Göz hastalıkları kitabı-atlas. Ankara: Palme Yayıncılık, 2001: 423-58.
15. American Academy of Ophthalmology. Teleskop ve Optik Cihazlar. In: Çeviri Ed: Aydın PO, editor. Klinik Optik. Güneş Tıp Kitapevleri: American Academy of Ophthalmology, 2009: 125-173.
16. American Academy of Ophthalmology. Klinik Refraksiyon. In: Çeviri Ed: Aydın PO, editor. Klinik Optik. Güneş Tıp Kitapevleri: American Academy of Ophthalmology, 2009: 269-325.
17. Smith G, Cox M.J. The spherical aberration of the crystalline lens of the human eye Vision Research 2001;2: 235-243.
18. Hecht E. Chromatic aberration in: Optics. Hecht E ed. New York, Addison Wesley, 1998:409.
19. Wald G. Human vision and the spectrum. *Science* 1945;101:653-658.
20. Atchison D, Smith G. Chromatic dispersions of the ocular media of human eyes. *Journal of the Optical Society of America* 2005;22:29-37.
21. Harris W. F. Torsional analogue of Prentice's equation and torsional prismatic effect in astigmatic lenses. *Ophthalmic Physiol and Opt* 1990;10: 203–204.
22. Campbell F. W, Green D. G. Optical and retinal factors affecting visual resolution. *J. Physiol* 1965;181:576-593.
23. Saxby G. Diffraction in: Diffraction and limitation. Barker C ed. New York, CRC Press, 2002:1-57.
24. Benjamin W. B. Principles in: Borish's Clinical Refraction. Benjamin W. B. ed. Oxford, Professional Press, 1970;213-50.
25. Dunaway D. Worldwide distribution of visual refractive errors and what to expect at a particular location. Texas, Infocus Press, 2006:2-7.
26. Bartlett JD. Administration of and adverse reactions to cycloplegic agents. *Am J Optom Physiol Opt.* 1978;55:227–233.
27. Foggitt D. K. Mydriasis and Cycloplegia. *Br J Ophthalmol.* 1963;4: 253.
28. Lawrence MS, Azar DT. Myopia and models and mechanisms of refractive error control. *Ophthalmol Clin North Am.* 2002;15:127-133.

29. Cavalotti C, Cerulli L (eds) : Age Related Changes of the human eye. Humana Press, 2008, internet ed, S: 49-84.
30. Zadnik K, Mutti DO, Mitchell GL, Jones LA, Burr D, Moeschberger ML. Normal eye growth in emmetropic school children. *Optom Vis Sci.* 2004 ;11:819-28.
31. Saunder KJ. Early refractive development in humans. *Surv. Ophthalmol.* 1995;40:207-16.
32. Smith EL, Hung LF, Harwerth RS. Developmental visual system anomalies and the limits of emmetropization. *Ophthal Physiol Opt* 1999;19:90–102.
33. Williams SM, Sanderson GF, Share DL, Silva PA. Refractive error, IQ and reading ability: a longitudinal study from age seven to 11. *Dev Med Child Neurol* 1988;30:735–42.
34. Moore B. Hyperopia in: American Optometric Association optometric clinical practice guideline care of the patient with hyperopia reference guide for clinicians. Augsburger A, Ciner E eds. St. Louis, AOA press,1997:14-35.
35. Attebo K, Ivers RQ, Mitchell P. Refractive errors in an older population: the Blue Mountains Eye . *Ophthalmology* 1999; 106: 1066-1072.
36. McCarty CA, Taylor HR. Myopia and vision . *Am J Ophthalmol.* 2000;129:525-527.
37. Feldkamper M, Schaeffel F. Interactions of genes and environment in myopia. *Dev Ophthalmol.* 2003;37:34-49.
38. Lin LL, Shih YF, Tsai CB, et al Epidemiologic study of ocular refraction among school children in Taiwan in 1995. *Optom Vis Sci.* 1999;76:275-281.
39. Grosvenor T .A review and a suggested classification system for myopia on the basis of age-related prevalence and age of onset. *Am J Optom Physiol Opt* 1987; 7: 545–54.
40. Gilmartin B. Myopia and nearwork Elsevier Health Sciences 1998;1:33-34.
41. Bayramlar H, Cekiç O, Hepşen IF. Does convergence, not accommodation, cause axial-length elongation at near? A biometric study in teens *Ophthalmic Res.* 1999; 4: 304–8.
42. Fisher AJ, McCuire JJ, Schaeffel F, et al. Light- and focus-dependent expression of the transcription factor ZENK in the chick retina. *Nat Neurosci.* 1999;2:706-712.

43. Winawer J, Wallman J. Differential responses of ocular length and choroidal thickness in chick eyes to brief periods of plus and minus lens-wear. *Invest Ophthalmol Vis Sci Suppl.* 1999; 40: 963.
44. Pendrak K, Nguyen T, Lin T, Capehart C, Zhu X, Stone RA. Retinal dopamine in the recovery from experimental myopia. *Curr Eye Res.* 1997;16:152-7.
45. Goss D. Myopia in: American Optometric Association optometric clinical practice guideline care of the patient with myopia reference guide for clinicians. Grosvenor T, Keller J eds. St. Louis, AOA press,1997: 12-50.
46. Cats BP, Tan KEWP. Prematures with and without regressed retinopathy of prematurity: Comparison of long term (6-10 years) ophthalmological morbidity. *Pediatr Ophthalmol Strabismus* 1989;26:271-5.
47. Atchison D. ,Smith G. *Optics of the human eye* Elsevier science 2002;1:60-61
48. Gwiazda J, Mohindra I, Brill S, Held R. Infant astigmatism and meridional amblyopia. *Vision Res* 1985;25:1269–76.
49. Mohindra I, Held R, Gwiazda J, Brill J. Astigmatism in infants. *Science* 1978;202:329–31.
50. Dobson V, Miller JM, Harvey EM. Corneal and refractive astigmatism in a sample of 3- to 5-year-old children with a high prevalence of astigmatism. *Optom Vis Sci* 1999;76:855–60.
51. Atkinson J, Braddick O, French J. Infant astigmatism: its disappearance with age. *Vision Res* 1980;20:891–3.
52. Artal P, Guirao A, Berrio E, Williams DR. Compensation of corneal aberrations by the internal optics in the human eye. *Journal of Vision* 2001;1:1–8.
53. Shankar S, Bobier W, Corneal and lenticular components of total astigmatism in a preschool sample *Optometry and vision science* 2004;7: 536-542
54. Askovitz S. I. The Circle of Least Confusion on Sturm's Conoid of Astigmatism *AMA Arch Ophthalmol* 1956;56:691-697.
55. Asano K, Nomura H, Iwano M, et al. Relationship between astigmatism and aging in middle-aged and elderly Japanese. *Jpn. J. Ophthalmol.* 2005;49: 127–33.
56. Norman S, Mark S, Gary F. *Cataract Surgery and Its Complications*, 6th Edition. St. Louis: Mosby, 1997;1:80-122.

57. Ben Ezra D, Paez J. H. Congenital cataract and intraocular lenses. *Am J Ophthalmol* 1983;96:311-314 .
58. Coleman DJ. Unified model for the accommodative mechanism. *Am J Ophthalmol* 1970;69:1063-79.
59. Ocular Accommodation, Convergence and Fixation Disparity in: *A Manual of Clinical Analysis* (2nd ed.), Goss, David A eds. Boston: Butterworth-Heinemann, 1995;1:12-36.
60. Dobson V, Fulton AB, Sebris SL. Cycloplegic refractions of infants and young children: the axis of astigmatism. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1984;25:83–7.
61. Katuzny BJ, Koszewska-Kołodziejczak A Changes of axial dimensions of the eye during growth in emmetropia, myopia and hyperopia *Klin Oczna*. 2005;107:292-6.
62. Werner LP, Werner L, Pandey SK, Trindade F. Physiology of accommodation and presbyopia. In: *Textbook of Ophthalmology*, Agarwal S, Agarwal A, Apple DJ, Buratto L, Alio JL, Pandey SK, Agarwal A. (eds), New Delhi: Jaypee, 2002;1:66-74.
63. Bloemendal H, de Jong W, Jaenicke R, Lubsen NH, Slingsby C, Tardieu A. Aging and vision: structure, stability, and function of lens crystallins. *Progress in Biophysics and Molecular Biology* 2004;86: 407-485.
64. Smith G, Atchison DA, Pierscionek BK. Modeling the power of the aging human eye. *J Opt Soc Am [A]*. 1992;9:2111-2117.
65. Michaels DD. *Visual optics and Refraction in: A Clinical Approach*(3rd edition.). Michaels DD ed. St Louis, Mosby, 1985: 319-322.
66. Alp M. N, Huban A, Erkam N. A comparative study of refraction in emmetropic eyes with automated refractometer and retinoscopy. *T. Klin Oftalmoloji* 1998;7:178-183.
67. Colligon-Bradley P. Red-green duochrome test. *J Ophthalmic Nurs Technol.* 1992;11:220-2.
68. Corboy JM. *The retinoscopy Book in: An introductory manual for eye professionals*(4th ed). Corboy JM ed. NJ, Thorofare, 1995:12-56.
69. Guyton D L. Automated clinical refraction. in: *Clinical ophthalmology*. Duaue T, Jaeger P A, eds. Philadelphia, Harper and Row Publishers Inc, 1988: 1-43.

70. Howland HC. Physiological optics in: Principles and practice of ophthalmology. Albert D M , Jakobicc PA eds. Philadelphia, WB Saunders Company, 1994: 261-8.
71. Bobrow JC. Office management of refractive error in: Mechanics of ophthalmology. Milder B ed. Philadelphia, Will Saunders Company,1993:515-23.
72. Simons K, Preslan M. Natural history of amblyopia untreated owing to lack of compliance. Br J Ophthalmol 1999;83:582-587.
73. Özdemir Y. Ambliyopide güncel yaklaşımlar S.D.Ü. Tip Fak. Derg. 2007;14:43-50.
74. Saunders KJ. Early refractive development in humans. Surv Ophthalmol 1995;40:207-16.
75. Atkinson J. Infant vision screening: prediction and prevention of strabismus and amblyopia from refractive screening in the Cambridge Photorefraction Program. In: Simons K, ed. Early Visual Development: Normal and Abnormal. Oxford: Oxford University Press; 1993:335–48.
76. Atkinson J, Anker S, Nardini M, Braddick O, Hughes C, Rae S, Wattam-Bell J, Atkinson S. Infant vision screening predicts failures on motor and cognitive tests up to school age. Strabismus 2002;10:187–98.
77. Williams SM, Sanderson GF, Share DL, Silva PA. Refractive error, IQ and reading ability: a longitudinal study from age seven to 11. Dev Med Child Neurol 1988;30:735–42.
78. Storfer M. Myopia, intelligence, and the expanding human neocortex: behavioral influences and evolutionary implications. Int J Neurosci 1999;98:153–276.
79. Helveston EM, Weber JC, Miller K, Robertson K, Hohberger G, Estes R, Ellis FD, Pick N, Helveston BH. Visual function and academic performance. Am J Ophthalmol 1985;99:346–55.
80. Kohler L, Stigmar G. Testing for hypermetropia in the school vision screening programme. Acta Ophthalmol (Copenh) 1981;59:369–77.
81. Shankar S, Evans M, Bobier W. Hyperopia and emergent literacy of young children: Pilot Study Optometry and vision science 2007;84:1031-1038
82. Rosner J. The relationship between moderate hyperopia and academic achievement: how much plus is enough? J Am Optom Assoc 1997;68:648–50.
83. Gwiazda J, Scheiman M, Mohindra I, Held R. Astigmatism in children: changes in axis and amount from birth to six years. Invest Ophthalmol Vis Sci 1984;25:88–92.

84. Atkinson J, Anker S, Bobier W, Braddick O, Durden K, Nardini M, Watson P. Normal emmetropization in infants with spectacle correction for hyperopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2000;41:3726–31.
85. Mayer DL, Hansen RM, Moore BD, Kim S, Fulton AB. Cycloplegic refractions in healthy children aged 1 through 48 months. *Arch Ophthalmol* 2001;119:1625–8.
86. Ozan N, Ökten Z, Erda S. İlkokul çocuklarında ambliyopi sıklığı ve nedenleri. XX . Ulusal Türk Oftalmoloji Kongresi Bülteni. Editörler: Özçetin H, Ertürk H. Bursa 1986; 323-6.
87. Howland HC. Physiological optics. In: Albert D M . Jakobicc PA. editors. *Principles and Practice of Ophthalmology. Basic Science*. Philadelphia: WB Saunders Company. 1994: 261-8.
88. Simons K. Preschool vision screening: rationale, methodology and outcome. *Surv Ophthalmol* 1996;41:3–30.
89. el-Defrawy S, Clarke WN, Belec F, Pham B. Evaluation of a handheld autorefractor in children younger than 6. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 1998;35:107–9.
90. Bobrow JC. Mechanics of ophthalmology: Office instrumentation. In: Stamper R L , editor. *Ophthalmology Clinics of North America. Office management of refractive error*. Philadelphia: WJL Saunders Company, 1993;6:515-23.
91. Loewen N, Barry JC. The use of cycloplegic agents. Results of a 1999 survey of German-speaking centers for pediatric ophthalmology and strabology. *Strabismus* 2000;8: 91-99.
92. Numan M, Atilla H A Comparative study of refraction in emmetropic eyes with automated refractometer and retinoscopy *T Klin Oftalmoloji* 1998; 7:178-183.
93. Zadnik K, Mutti DO, Adams AJ. The repeatability of measurement of the ocular components. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1992;33:2325–33.
94. Littmann H. Foveale Prazisionsskiaskopie. *Albrecht von Graefes Arch Ophthalmol* 1949; 149:520–539.
95. Chan OY, Edwards M. Comparison of cycloplegic and noncycloplegic retinoscopy in Chinese pre-school children. *Optom Vis Sci* 1994; 71:312–8.
96. Young FA, Leary GA, Box RA, Harris E, Baldwin WR, West DC, Johnson C. Comparison of cycloplegic and non-cycloplegic refractions of Eskimos. *Am J Optom Arch Am Acad Optom* 1971;48:814–25.

97. Hiatt RL, Braswell R, Smith L, Patty JW. Refraction using mydriatic, cycloplegic, and manifest techniques. *Am J Ophthalmol* 1973;76: 739–44.
98. Shultz L. Variations in refractive change induced by Cyclogyl upon children with differing degrees of ametropia. *Am J Optom Physiol Opt* 1975;52:482–4.
99. Ward PA, CharmanWN. Anobjective assessment of the effect of fogging on accommodation. *Am J Optom Physiol Opt* 1987;64:762–7.
100. Wesemann W, Dick B. Accuracy and accommodation capability of a handheld autorefractor. *J Cataract Refract Surg* 2000; 26:62–70.
101. Apaydın KC, Karslıoğlu Ş, Yardımsever M. Objektif otorefraksiyon (objektif otorefraktometre sonuçlarının konvansiyonel klinik refraksiyon verileri ile üç yönlü mukayesesi). *Türk Oft Gaz* 1989; 19:515-25.
102. Nayak BK, Ghose S, Singh JP. An evaluation of the NR-1000F auto refractometer in high refractive errors. *Br J Ophthalmol* 1987; 71:682-4.
103. Rotsos T, Grigoriou D, Kokkolaki A. A comparison of manifest refractions, cycloplegic refractions and retinoscopy on the RMA-3000 autorefractometer in children aged 3 to 15 years 2009;3:429-431.
104. Schimitzek T, Wesemann W. Clinical Evaluation of refraction using a handheld wavefront autorefractor in young and adult patients *J. Cataract Refr. Surgery* 2002;28:1655-1666.
105. Schimitzek T, Haase W. Efficiency of a videoautorefractorused as a screening device for amblyogenic factors. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2002;240: 710-6.
106. Choi M, Weiss S, Schaeffel F, Seidemann A, Howland H, Wilhelm B & Wilhelm H. Laboratory, clinical and kindergartentests of a new eccentric infrared photorefractor. *Optom Vis Sci* 2000;77:537-748.
107. Hunt OA, 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.
108. 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.

109. Schimitzek T, Lagreze WA. Accuracy of a new photorefractometer in young and adult patients. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2005;243:637-45.
110. Allen PM, Radhakrishnan H & O'Leary DJ. Repeatability and validity of the PowerRefractor and the Nidek AR600- A in an adult population with healthy eyes. *Optom Vis Sci* 2003;80:245-51.
111. Wang Y, Zhao K, Jin Y, Niu Y, Zuo T. Changes of higher order aberration with various pupil sizes in the myopic eye. *J. Refract Surg.* 2003;19:270-4.
112. Gekeler F, Schaeffel F, Howland HC, Wattam-Bell J. Measurement of astigmatism by automated infrared photoretinoscopy. *Optom Vis Sci* 1997;74:472-82.
113. Erdurmuş M, Yağcı R, Aydın B, Karadağ R, Durmuş M. Çocuklarda fotorefraksiyon ve otorefraksiyon ölçümlerinin karşılaştırılması MN oftalmoloji 2006;13:263-67.
114. Bobier WR, Cowan L, Machan C, Lane M, Parks M, Wintermyer D, Robinson BE. Autorefractors in preschool screenings. *Optom Vis Sci* 1999;76:186.
115. Harvey EM, Miller JM, Dobson V, Tyszko R, Davis AL. Measurement of refractive error in Native American preschoolers: validity and reproducibility of autorefraction. *Optom Vis Sci* 2000;77:140-9.
116. Barry JC, König HH. Non-cycloplegic screening for amblyopia via refractive findings with the Nikon Retinomax hand held autorefractor in 3-year-old kindergarten children. *Br J Ophthalmology* 2001; 85: 1179-82.
117. Cowen L, Bobier WR. The pattern of astigmatism in a Canadian preschool population. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2003;44:4593-600.
118. Liang J, Williams DR. Aberrations and retinal imagequality of the normal human eye. *J Opt Soc Am A* 1997; 14:2873-2883.
119. MacRae SM, Krueger RR, Applegate RA. Customized corneal Ablation; the Quest for Super Vision. Thorofare, NJ, Slack, 2001;66:81-92.
120. McRae SM, Schwiegerling J, Snyder R. Customized corneal ablation and super vision. *J Refract Surg* 2000; 16:230-235.
121. Welch Allyn SureSight Autorefractor Manual. Skaneateles Falls, NY.

122. Vricella M, Fitzgerald D. Effectiveness of the Welch Allyn SureSight autorefractor as a screening tool in a sample of children aged 3-69 months journal of behavioral optometry journal of behavioral optometry 2002;13: 123-125.
123. Steele G, Ireland D. Cycloplegic autorefraction results in pre-school children using the Nikon Retinomax Plus and the Welch Allyn SureSight optometry and vision Science 2003; 80:573–577.
124. Robinson B, Bobier W. Setting the referral criteria for autorefractors used in the Oxford county preschool vision screening Pediatric Optometry 1999; 26:76.
125. Harvey M, Dobson V. Accuracy of the Welch Allyn Suresight for measurement of magnitude of astigmatism in 3 to 7 years old children Journal of AAPOS 2009; 13:466-471.
126. Suryakumar R, Bobier W. The manifestation of noncycloplegic refractive state in pre-school children is dependent on autorefractor design optometry and vision Science 2003 ; 80: 578–586.
127. Bobier WR, Suryakumar R, Machan C. Reducing differences between wet and dry refractions of pre-school children. ARVO abstract 2110. Invest Ophthalmol Vis Sci 2000; 42: 391
128. The Vision in Preschoolers Study Group. Sensitivity of Screening Tests for Detecting Vision In Preschoolers-targeted Vision Disorders When Specificity Is 94% Optometry and Vision science 2005;82:432–438
129. Iuorno J, Grant W. Clinical Comparison of the Welch Allyn SureSight handheld autorefractor versus cycloplegic autorefraction and retinoscopic refraction J. AAPOS 2004;8:123-127