



T.C.

AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

GÖZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

AKILLI TELEFON VE KONVANSİYONEL YAKIN AKTİVİTENİN YAKIN REFLEKSLER VE BİNOKÜLARİTE ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

UZMANLIK TEZİ

DR. DUYGU GÜLER

DANIŞMAN

Dr. Öğr. Üyesi Ayşe İpek AKYÜZ ÜNSAL

AYDIN - 2020

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
GÖZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

**AKILLI TELEFON VE KONVANSİYONEL
YAKIN AKTİVİTENİN YAKIN REFLEKSLER
VE BİNOKÜLARİTE ÜZERİNDEKİ ETKİSİ**

UZMANLIK TEZİ

DR. DUYGU GÜLER

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Ayşe İpek AKYÜZ ÜNSAL

AYDIN - 2020

ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim süresince deneyimlerini esirgemeyen, iyi bir göz doktoru olarak yetişmemde emeği geçen, başta değerli tez danışmanım Dr. Ayşe İpek AKYÜZ ÜNSAL'a; asistanlık eğitimimize ve kliniğimize verdiği önemden ve katkılardan dolayı anabilim dalı başkanımız Prof. Dr. Sema DÜNDAR'a, Doç. Dr. Harun ÇAKMAK'a ve Doç. Dr. Tolga KOCATÜRK'e teşekkürlerimi sunarım.

Eğitim hayatım boyunca manevi destekleriyle hep yanımda hissettiğim ailem ve bu süreçte bana tüm sabırla yoldaşlık eden eşim Ahmet GÜLER'e sonsuz sevgilerimi sunarım.

Birlikte çalışmaktan büyük mutluluk duyduğum asistan doktor arkadaşlarıma, kliniğimizde özveriyle çalışan tüm hemşire, sekreter ve personele teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Dr. Duygu GÜLER

Prof. Dr. Seyhan Bahar Özkan...

Hocam ve de doktorum... Bunu söylemeden geçemem, böyle özel bir durum her zaman olmayacaktır... Ne büyük şanstı sizin kliniğinizde asistan olmak, sizinle çalışmak... Gözlerimde imzanızı taşımak...

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
TABLO DİZİNİ.....	v
ŞEKİL DİZİNİ.....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	v
RESİMLER DİZİNİ	ix
EKLER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Ekstraoküler Kasların Anatomisi	3
2.2. Göz Hareketleri.....	7
2.2.1. Monoküler Göz Hareketleri.....	7
2.2.2. Binoküler Göz Hareketleri	7
2.3. Gözün Kırıcı Ortamları ve Saydamlık.....	8
2.3.1. Kornea	8
2.3.2. Limbus	10
2.3.3. Uvea.....	10
2.3.4. Siliyer Cisim	10
2.3.5. Lens	11
2.3.6. Ön Kamara.....	13
2.3.7. Humor Aköz	14
2.3.8. Aksiyel Uzunluk	14
2.3.9. Vitreus	15
2.4. Yakın Görme Kompleksi.....	15
2.4.1. Akomodasyon.....	15

2.4.2. Konverjans.....	18
2.4.2.1. Akomodatif Konverjans ve Akomodasyon Oranı (AK/A)	19
2.4.3. Miyozis	21
2.4.4. Akomodasyon – Verjans Anomalileri	21
2.4.4.1. Presbiyopi	21
2.4.4.2. Akomodasyon Yetersizliği.....	22
2.4.4.3. Konverjans Yetmezliği	23
2.4.4.4. Yakın Refleksin Spazmı	23
2.4.4.5. Diverjans Yetersizliği	24
2.5. Binoküler Görme	24
2.5.1. Normal Binoküler Görme	24
2.5.1.1. Eş Zamanlı Algılama (Simultane Persepsiyon)	25
2.5.1.2. Füzyon	26
2.5.1.3. Füzyonel Verjans	26
2.5.1.4. Stereopsis.....	27
2.5.2. Binoküler Görme Anomalileri.....	28
2.5.2.1. Diplopi	28
2.5.2.2. Konfüzyon	29
2.5.3. Şaşılıkta Duyusal Adaptasyon Mekanizmaları.....	29
2.5.3.1. Supresyon	29
2.5.3.2. Anormal Retinal Korespondans(ARK)	30
2.5.3.3. Monofiksasyon Sendromu.....	30
2.5.4. Binoküler Görmenin Değerlendirilmesi	32
2.5.4.1. Füzyonun Değerlendirilmesi	32
2.5.4.2. Stereopsisin Değerlendirilmesi	35

2.5.4.3. Şaşılık Hastalarının Ortoptik Değerlendirilmesi	36
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	39
3.1. Olgular	39
3.2. Çalışma Ortamı.....	39
3.3. Ölçümler	40
3.4. İstatistiksel Analiz	44
4. BULGULAR	45
4.1. Demografik Özellikler.....	45
4.2. Akomodasyon Parametreleri	45
4.3. Füzyonel Verjans Parametreleri	50
4.4. Refraksiyon Değerleri.....	52
4.5. Heteroforia Değerleri	53
4.6. Stereopsis.....	54
4.7. Anket	54
5. TARTIŞMA.....	56
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	64
ÖZET	66
SUMMARY	68
KAYNAKLAR.....	70
EKLER	79

TABLO DİZİNİ

Tablo I. Demografik Özellikler	45
Tablo II. Akomodatif Konverjans /Akomodasyon Oranı ve Akomodasyon Amplitüdü İçin Tekrarlı Ölçümlerin Gruplar Arası Karşılaştırılması	47
Tablo III. Rölatif Akomodasyon Değerleri İçin Tekrarlı Ölçümlerin Gruplar Arası Karşılaştırılması	49
Tablo IV. Verjans Amplitütleri İçin Tekrarlı Ölçümlerin Gruplar Arası Karşılaştırılması	51
Tablo V. Konverjansın Yakın Noktası İçin Tekrarlı Ölçümlerin Gruplar Arası Karşılaştırılması	52
Tablo VI. Sferik Ekivalan Değerleri İçin Tekrarlı Ölçümlerin Gruplar Arası Karşılaştırılması	53
Tablo VII. Ekzoforya Değerleri İçin Tekrarlı Ölçümlerin Gruplar Arası Karşılaştırılması	53
Tablo VIII. TNO ve İlk Algılama Süresi	54
Tablo IX. Anket Sonuçları.....	55

ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 1. Listing Planı ve Fick Eksenleri	3
Şekil 2. Tillaux Spirali	4
Şekil 3. Ekstraoküler Kasların Anatomisi: Oblik ve Vertikal Rektus Kaslarının Eksenel Yerleşimi	6
Şekil 4. Helmholtz Hipotezi	16
Şekil 5. Schachar Teorisi	17
Şekil 6. Horopter ve Panum Alanı	25
Şekil 7. AK/A Oranlarının Farklı Grup Aktiviteleri ile Değişimi.....	48
Şekil 8. KYN Değerlerinin Farklı Grup Aktiviteleri ile Değişimi	52
Şekil 9. Ekzoforya Değerlerinin Farklı Grup Aktiviteleri ile Değişimi	54

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

µm	: Mikrometre
AA	: Akomodasyon amplitüdü
AK/A	: Akomodatif konverjans / akomodasyon oranı
ARK	: Anormal retinal korespondans
BGS	: Bilgisayar görme sendromu
cm	: Santimetre
D	: Diyoptri
dk	: Dakika
DU	: Diyoptri Uzak
DY	: Diyoptri Yakın
ETDRS	: Early Treatment Diabetic Retinopathy Study
g	: Gram
HA	: Humor aköz
İO	: İnférieur oblik
İPM	: İnterpupiller mesafe
İR	: İnférieur rektus
K	: Kontrol grubu
KO	: Kitap okuma grubu
KYN	: Konverjansın yakın noktası
LR	: Lateral rektus
m	: Metre
max.	: Maksimum
mg	: Miligram
min.	: Minimum

ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
MR	: Medial rektus
MSS	: Merkezi supresyon skotomu
NF	: Negatif füzyonel verjans
NRA	: Negatif rölatif akomodasyon
NRK	: Normal retinal korespondans
OD	: Optik Dekster (sağ göz)
OR	: Ostorefraksiyon
Ort±SD	: Ortalama ±standart sapma
OS	: Optik Sinister (sol göz)
PD	: Prizm diyoptri
PFV	: Pozitif füzyonel verjans
PRA	: Pozitif rölatif akomodasyon
SE	: Sferik (küresel) Ekivalan
sn	: Saniye
SO	: Süperior oblik
SR	: Süperior rektus
T	: Telefon grubu
TD	: Tabanı dışarıda
Tİ	: Tabanı içeride
W4N	: Wörth 4 nokta testi

RESİMLER DİZİNİ

Resim 1. Push-up Metodu ile AA Ölçülmesi.....	41
Resim 2. Konverjansın Yakın Noktasının Ölçülmesi	42
Resim 3. TNO Stereotest Plakalarından Örnekler	42



EKLER DİZİNİ

Ek 1. Anket	79
--------------------------	----



1. GİRİŞ VE AMAÇ

Basılı metin (kitap) okumak konvansiyonel yakın aktivite olarak kabul edildiğinde; akomodasyon, binokülerite ve refraksiyon kusuru gibi çeşitli görme fonksiyonları üzerinde değişiklik yapabildiği bilinmektedir. Gelişen teknoloji ile bilgisayar kullanımı arttıkça basılı metinlerin yerini dijital ekranlar almaya başlamıştır. Cep telefonlarındaki teknolojik yenilikler akıllı telefon olarak adlandırılan, pek çok fonksiyona sahip cihazlar haline dönüşmüş, boyut ve taşınabilirliğin artmasıyla dijital ekranlar hayatımızın bir parçası haline gelmiştir.

Konuyla ilgili literatürdeki mevcut çalışmalara bakıldığında; masaüstü bilgisayar kullanımına bağlı gelişen bilgisayar görme sendromundakine benzer (BGS) şekilde, akıllı telefonlar ve tabletlerde de görsel fonksiyonlar açısından etkilenmenin olması mümkün görülmektedir. Elde taşınır cihazlar, özellikle kullanım mesafesi gibi pek çok özellik bakımından bilgisayarlardan farklıdır. Değişken mesafelerde kullanılan, daha küçük ekran boyutu ve farklı aydınlatma ayarlarına sahip akıllı telefonlar yeni ve ilgi çekici araştırma konusu haline gelmiştir.

Akomodasyon, gözün kristalin lensinin kurvatürünü değiştirerek yakın bir hedefe odaklanma sürecidir. Konverjans da, akomodasyon ile birlikte göz eksenlerinin birbirine yaklaşması ve pupillanın küçülmesi olaylarının birlikte olması halidir. Bunlar yakın görme kompleksini oluşturur (1). Her bir diyoptri (D) akomodasyona sabit bir akomodatif konverjans artışı eşlik eder. Bu oran da akomodatif konverjans / akomodasyon (AK/A) oranıdır (normali 3-5 prizim diyoptridir (PD)) (2). Bu orandaki anormallikler şaşılığın etyolojisinde önemli rol oynar. Bu orandaki değişikliklerle ilgili elde edilecek veriler, son zamanlarda artan edinsel kayma bozukluklarının yaygınlaşan akıllı telefon kullanımıyla ilişkisi olup olmadığını açıklayabilir.

Binoküler fonksiyon olarak füzyon parametreleri ve stereopsis ele alınmaktadır. Binoküler görmenin üçüncü kademesi olarak tanımlanan yüksek düzeyde his stereopsistir. Bunun için her iki gözün birlikte ve koordineli olarak kullanılması gerekmektedir (3).

Toplumda yaygın bir refraksiyon kusuru olan miyopinin yakın aktivite ile etkilendiği bilinmektedir (4). Miyopi gibi refraksiyon kusurunda, akıllı telefon uygulaması

konvansiyonel yöntemlere göre farklı bir etkilenme yapmakta ise, gelecekte bununla ilgili öngörüle bulunulabilir.

Yukarıda belirtilen parametrelere ek olarak daha önceki pek çok çalışmada ele alınan bir diğer konu, oküler yüzey rahatsızlığı ve astenopik şikayetlerdir. Oküler yüzey rahatsızlığı; ağrılı gözler, kuruluk, yanma, kaşıntı ve tahrişi içermektedir. Görme rahatsızlığı ve astenopik semptomlar; bulanık görme, baş ağrısı, göz yorgunluğu, çift görme ve mesafeler arası odaklanma zorluğu gibi bulguları içermektedir (5).

Yaygınlaşan akıllı telefon kullanımı, oküler fonksiyonlar üzerinde basılı metin okuma (kitap) gibi konvansiyonel aktivitelere göre benzer veya farklı yönde etki ediyor olabilir. Bu çalışmada akıllı telefonların akomodasyon, konverjans ve binokülerite ölçümleri üzerine olası etkilerini ortaya koymak amaçlanmıştır.

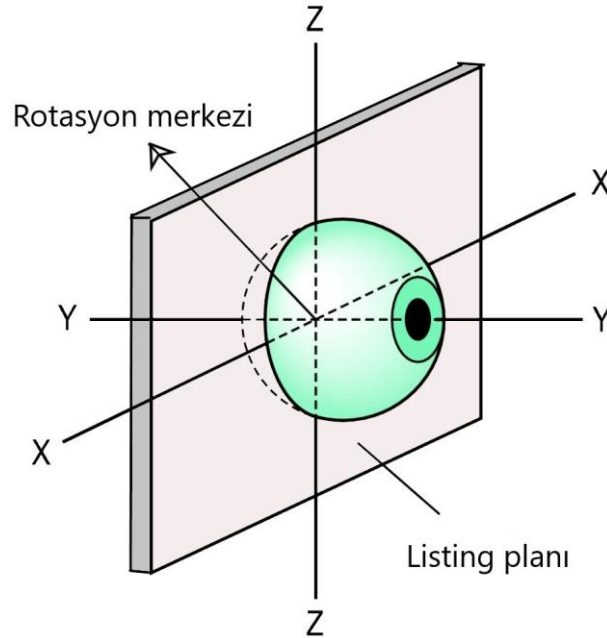
Çalışma sonucunda elde edilen bulguların, göz kliniklerine BGS, astenopik şikayetler vb. semptomlarla başvuran hastaların bu bulgularının artan telefon kullanımına bağlı olup olmadığının anlaşılması, görsel ve oküler yüzey üzerindeki olası etkilerinin tespit edilmesi, gerekli tedbirlerin alınması ve tedavi edilmesi açısından yol gösterici olacağını düşünmekteyiz.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Ekstraoküler Kasların Anatomisi

Lateral ve medial orbital duvarlar, birbirleriyle 45° 'lik bir açıdadır. Bu nedenle yörünge eksenini hem lateral hem de medial duvarlarla $22,5^\circ$ 'lik bir açı oluşturur, bu açı genellikle 23° olarak kabul edilir. Göz dümdüz ileri doğru, baş dik (yatay bakış açısı) ile ufukta sabit bir noktaya bakarken, görsel eksen yörünge eksenini ile 23° 'lik bir açı oluşturur; ekstraoküler kasların hareketleri kas kasılması sırasındaki glob konumuna bağlıdır (6).

Bir kasın primer etkisi, göz primer pozisyondayken ana etkisidir. Sekonder etkisi gözün pozisyonuna bağlıdır. Listing düzlemi, globun dönme merkezinden geçen hayali bir koronal düzlemdir. Glob, Listing düzleminde kesişen Fick eksenleri üzerinde döner (Şekil 1). Glob dikey Z ekseninde sola ve sağa, yatay X ekseninde yukarı ve aşağı hareket eder. Torsiyon hareketleri, gözün anatomik eksenine benzer şekilde geçen Y (sagittal) ekseninde meydana gelir. Üst limbusun nazal olarak dönmesi intorsiyon ve temporal olarak dönmesi ekstorsiyondur(6).

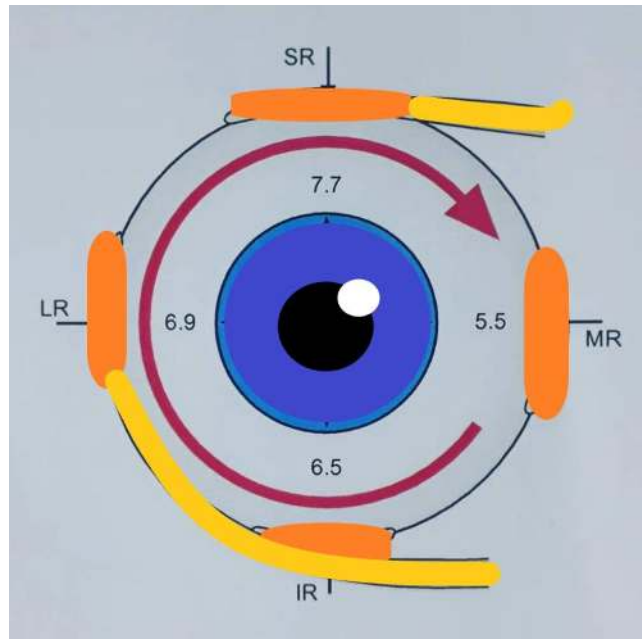


Şekil 1. Listing Planı ve Fick Eksenleri

Göz küresinin hareketlerini sağlayan ekstraoküler kaslar, 4 tane rektus (rektus lateralis, rektus medialis, rektus superior, rektus inferior) ve 2 tane oblik (superior oblik

kas, inferior oblik kas) olmak üzere toplam 6 kastan meydana gelir. Kasların anatomik yerlerinin başlangıç ve bitiş yerlerinin bilinmesi kasların fonksiyonlarını anlamak için önemlidir (6).

Orbita apeksindeki Zinn tendon halkasından köken alırlar. Superior oblik (SO) kas orbitanın apeksinden, optik foramenin üst ve medialinden, inferior oblik (İO) kas orbita tabanından köken alırlar, yani İO kas haricindeki tüm kaslar orbita apeksinden köken alırlar. Rektuslar göz küresinin ön bölümünde skleraya yapışırlar. Yapışma bir spiral şeklindedir ve “Tillaux spiral halkası” ismini alır (Şekil 2). Medial rektus (MR) kası limbusa en yakın yapışan kas iken (5,5 mm) superior rektus (SR) kası limbusa en uzak yapışan kastır. (7,7 mm) Lateral rektusta (LR) bu rakam 6,9 mm, inferior rektusta (IR) 6,5 mm’dir (6).

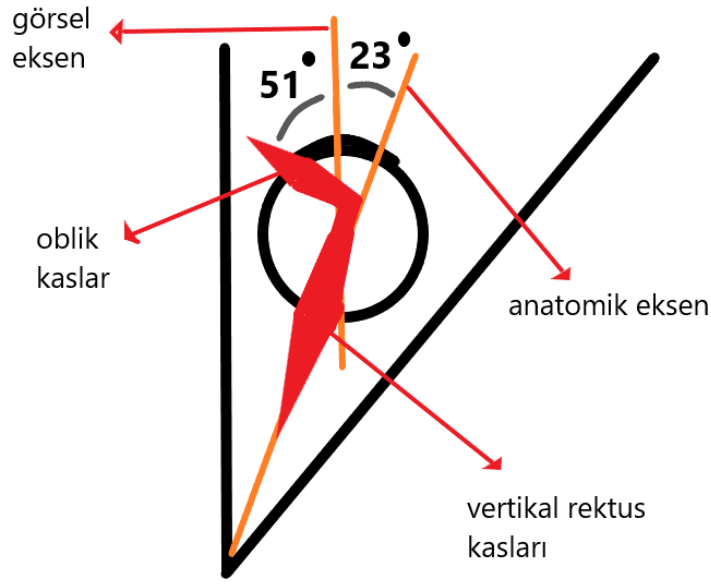


Şekil 2. Tillaux Spirali

Horizontal kaslar; Z eksenini etrafında hareket ederler ve sadece primer etkileri vardır. MR kası Zinn tendon halkasından çıktıktan sonra optik sinire yakın seyrederek ve primer pozisyondaki görevi göz küresini içeriye baktırmaştır. Okülomotor sinir (III. kranial sinir) tarafından uyarılır. Lateral rektus kasının primer pozisyonda görevi gözü dışı baktırmaştır. Abdusens sinir (VI. Kranial sinir) tarafından uyarılır (6).

İnferior rektus kası SR kasına benzer olarak görme aksı ile 23° 'lik açı yaparak dışa doğru uzanır (Şekil 3). Okülomotor sinir tarafından uyarılan kasın primer görevi göz küresini aşağıya baktırmaaktır. Bu fonksiyon göz 23° dışa bakarken en kuvvetlidir. İnferior rektus fonksiyonunu değerdendirmede en uygun pozisyon budur. Sekonder etkileri addüksiyon ve ekstorsiyondur. Glob 67° iken (pratikte mümkün değildir) sadece ekstorsiyon yaptırır. Süperior rektus kasın primer görevi globu yukarı baktırmaaktır. Sekonder görevi addüksiyon ve intorsiyondur. Yukarı bakış hareketi göz dışa bakarken en kuvvetlidir. İçe bakarken ise yukarı bakış hareketinin yanı sıra intorsiyon hareketine katkıda bulunur (6).

Oblik kaslar ekvatorun arkasına yerleşir ve görsel eksenle 51° 'lik bir açı oluşturur (Şekil 3). Süperior oblik kas optik foramenin üst medialinden başlar. Trokleaya kadar kas olarak seyrederken, trokleadan sonra tamamen tendonlaşır. Frontal kemiğin troklear çıkıntısında geriye dönen tendon ekvatorun gerisinde skleraya yapışır. Troklear sinir (IV. Kraniyal sinir) tarafından uyarılan kasın primer görevi intorsiyondur; sekonder görevleri depresyon ve abdüksiyondur. Süperior oblik tendonun anterior lifleri intorsiyondan, posterior lifleri depresyondan sorumludur. Tendonun bu yapısı, iki hareketin ayrı ayrı cerrahi müdahalesine izin verir. Glob 51° addüksiyonda tutulduğunda, görsel eksen kasın çekme çizgisine denk gelir. Bu pozisyonda sadece depresyon yaptırır, dolayısıyla bu pozisyon, SO kasın hareketini test etmek için en iyi pozisyondur. Süperior oblik, primer konumda abdüksiyon etkisine sahip olsa da, bu kasın zayıflığının ana etkisinin, addüksiyondaki depresyonun başarısızlığı olduğu görülmektedir. Göz 39° abdüksiyonda iken görsel eksen ve SO birbiriyle 90° 'lik bir açı yapar. Bu pozisyonda, SO yalnızca intorsiyon yaptırır (6).



Şekil 3. Ekstraoküler Kasların Anatomisi: Oblik ve Vertikal Rektus Kaslarının Eksenel Yerleşimi

Zinn tendon halkasından köken almayan tek kas olan İO orbita iç yan duvarından köken alır. Dışa ve arkaya seyrederek, aşağıdan gözü bir hamak gibi sarar. Ekvatorun gerisinde LR'nin yapışma yerinin altında makulanın lateralinden skleraya yapışır. Okülomotor sinir tarafından uyarılan kasın primer eylemi, ekstorsiyondur; sekonder görevi elevasyon ve abdüksiyondur. Göz 51° addüksiyona getirildiğinde, İO sadece bir elevatör görevi görür. İnferior oblik izole değerlendirildiği pozisyon budur. Göz 39° abdüksiyonda iken, asıl hareketi ekstorsiyondur (6).

Dört rektus kası, ekvatorun hemen arkasına bağlanan bağ dokusu ve düz kas yoğunlaşmalarından geçer. Bu yoğunlaşmalar, kasnaklar gibi hareket eder. Yukarı ve aşağı bakışlar sırasında MR ve LR kas karınlarının dikey hareketlerini; sol ve sağ bakışlarda SR ve İR kas karınlarının yatay hareketlerini en aza indirir. Kasnaklar rektus kaslarının etkili kökenleridir; yatay hareketlerin dikey kas hareketleri üzerindeki etkisini, dikey hareketlerin yatay kas hareketleri üzerindeki etkisini dengeleyerek göz hareketlerinin koordinasyonunda önemli bir rol oynar. Bu kasnak yapılarının yer değiştirmesi, göz hareketlerindeki “V” ve “A” paternleri gibi anomalilerin bir nedenidir (7).

2.2. Göz Hareketleri

2.2.1. Monoküler Göz Hareketleri

Düksiyonlar Fick eksenini etrafındaki tek gözle yapılan hareketlerdir. Addüksiyon globun nazale, abdüksiyon temporale; elevasyon yukarı, depresyon aşağı dönmesidir. İntorsiyon dikey korneal meridyenin üst kısmının nazale doğru, ekstorsiyon ise dikey korneal meridyenin üst kısmının temporale doğru dönmesidir (8).

Belirli bir yöne gözü hareket ettiren primer kas agonist, belirli bir hareketi yapmak için agonist ile hareket eden aynı gözdeki kas sinerjistik (örneğin: gözü aşağı baktırmak için SO, IR kasının sinerjisti), agonistin tersi yönünde hareket eden aynı gözdeki kas antagonisttir (örneğin: aynı gözdeki MR ile LR kasları). Sherrington'un resiprokal innervasyon kuralına göre ekstraoküler bir kasın uyarılması ve kasılması arttığında, antagonist kasın uyarımı ve kasılması azalır. Örneğin, sağ göz abdüksiyon yaparken sağ LR un uyarılması ne kadar artarsa, sağ MR un uyarılması o kadar azalır (8).

Düksiyonlar; tek göz kapatılarak ışıklı kalem ile değerlendirilebilirler. Tam hareket 0, yetersiz hareket -1 den -4 e kadar derecelendirilebilir.

2.2.2. Binoküler Göz Hareketleri

Her iki göz birlikte aynı yöne eş zamanlı hareket ettiğinde versiyonlar oluşur. Gözün primer, sekonder ve tersiyer olmak üzere üç pozisyonu vardır. Primer pozisyon baş ve vücut düzken karşıya doğru bakıştır. Addüksiyon, abdüksiyon, elevasyon ve depresyon sekonder pozisyonlar, oblik olanlar ise tersiyer pozisyonlardır. Globun Fick'in Z ve X eksenlerinde hareketi ile horizontal versiyonlar, elevasyon ve depresyon oluşur. Globun horizontal ve vertikal eksenlerle eş zamanlı olarak Listing düzlemindeki oblik eksenler etrafında dönmesiyle de dört oblik hareket oluşur (sağ yukarı –aşağı, sol yukarı –aşağı). Torsiyonel hareketler de düzeltme refleksi olarak bilinir, böylece baş hareketlerine rağmen görüntü düz kalır. Versiyon hareketleri ile görüş alanı genişler. Versiyonlar istemli ve istemsiz yapılabilir. İstem dışı olanlar görsel, işitsel veya başka uyarılarla oluşan yarı refleks cevaplardır (9). Versiyonlar hasta iki gözüyle bir hedefi izlerken değerlendirilebilir. Her bakış pozisyonunda yapılacak örtme testi ile forya / tropya varlığı kaydedilir, hastaya diplopi olup olmadığı sorulur.

Her iki gözü aynı yöne hareket ettiren kaslara sinerjist kas denir. Bir gözdeki kas çiftiyle diğer gözdeki kas çifti arasında sinerjist ilişki vardır. Bir gözün elevatörleri olan SR ile IO kasları diğer gözün elevatörleriyle sinerjist kaslardır. Sinerjist kaslar farklı tipteki göz hareketlerinde değişir. Binoküler göz hareketleri Hering'in motor korespondans kuralına göre sağlanır. İstenilen bakış pozisyonunda ilgili yöndeş kaslara eşit ve eş zamanlı innervasyon akışı sağlanır (8).

Verjanslar, gözlerin zıt yönlerde eşit ve simültan hareketleridir. Herring kanununa göre, esas hareket ettiriciler eşit derecede kontrakte olurken, eşit derecede gevşeyen antagonistleri de mevcuttur. Horizontal verjans; konverjans ve diverjanstır. Konverjans iç rektusların kasılması, dış rektusların gevşemesi olur. Diverjans ise dış rektusların kasılması, iç rektusların gevşemesi ile oluşur (8).

a) Yakın fiksasyon pozisyonları: Gözlerin 6 m'den daha yakına bakmasıdır. Genellikle 0,25-1 m arasındaki mesafe kabul edilir.

b) Kardinal pozisyonlar: Gözün 6 yöne olan hareketleridir; sağa bakış, sola bakış, sağa-yukarı bakış, sola yukarı bakış, sağa aşağı bakış, sola aşağı bakış.

c) Orta hat pozisyonları: Primer pozisyona göre yukarı veya aşağı yöne bakış hareketleridir (8).

2.3. Gözün Kırıcı Ortamları ve Saydamlık

Görüntünün düzgün bir şekilde algılanabilmesi için, kornea, humor aköz (HA), lens, vitreus ve hatta retinanın saydam olması gerekir. Bu saydamlık, gözü oluşturan kırıcı yüzeylerin ve aradaki sıvıların hücre yapısı, hücrelerin aktivasyonu ve metabolizması gibi yollarla sağlanabilmektedir (10).

2.3.1. Kornea

Göz küresinin en dış kısmında saat camı gibi saydam olan bölümüdür. Aköz humor ile birlikte pozitif bir lens gibi davranarak 43 D'lik kırma gücü oluşturur. Önden bakıldığında vertikal olarak 11,5 mm horizontal olarak 12 mm uzunluğundadır (6). Doğumda çapı 11 mm, kırıcılığı 51 D'dir. Prematürelerde bu daha fazladır. 34. haftada kurvatur daha diktir, kırıcılık 52-53 D ölçülür. Kornea ilk 1-2 yılda erişkin boyuna ulaşır.

Santral kalınlığı 0,54 mm, perifer kalınlığı 0,7 mm'dir. Santral 4 mm'lik kısım sferik olarak kabul edilebilir. Bu bölümde eğrilik yarıçapı ortalama 7,8 mm'dir. Kornea damarsızdır, beslenmesi limbus damarlarından, aköz humorden ve gözyaşından sağlanır (10).

Histolojik olarak en dışta keratinleşmemiş çok katlı yassı epitel vardır. Ortada 2-3 sıra poligonal hücreler, en altta tek sıralı silindirik bazal hücreler vardır. Alttaki hücreler yaşlandıkça yukarı doğru itilir. Hasara uğrayan epitel rejenere olabilir.

Bowman tabakası ise epitelin hemen altında bazal membran görevi gören tabakadır, hasara uğradığında tamir edilemez. Hücresiz kollajenin yoğunlaşmasıyla oluşmuştur. Bowmanın altındaki stroma tabakası uniform çaplı, düzenli dizilimli kollajen lameller, keratositler ve mukopolisakkaritlerden zengin bir matriks yapıdan oluşmuştur, hücre bakımından fakirdir. Kollajen fibriller arasına dağılan keratosit hücreleri stromanın ana hücreleridir. Kollajen fibriller eşit uzunlukta ve kalınlıkta düzenli olarak yerleşmişlerdir. Bu düzen sayesinde saydamlık kazanılmış olur. Kornea kalınlığının % 90'ını stroma oluşturur(11).

Stromal dehidrasyonun sağlanması da kornea saydamlığı için esastır. Bunu sağlayan mekanizmalar epitel ve endotelin baraj işlevleri, stromanın şişme basıncı, iyonik transport, göz içi basınç ve kornea yüzeyindeki buharlaşmadır (10).

Descemet membranı; mukopolisakkarit bir ortamda yer alan kollajen liflerinden oluşmuştur. Anatomik olarak endotelin bazal membranı olarak algılanabilir. Limbusta sonlanır ve trabeküler ağa açılır. Mekanik etkiyle stromadan kolaylıkla ayrılabilir.

Endotel; tek sıralı poligonal hücrelerden oluşmuştur ve mm²'de 2500 hücre bulunur. Bu hücrelerin yenilenme yetenekleri yoktur. Pompa fonksiyonları ve hücreler arası sıkı bağlarla korneanın su dengesini sağlarlar. Çeşitli hastalıklar veya travma nedeniyle sayıları azalırsa hücreler büyüyerek ölen hücrelerin açıklarını kapatmaya çalışırlar. Hücre sayısı mm²'de 500'ün altına inerse endotel yetmezliği oluşur ve kornea ödemlenerek saydamlığını kaybeder (10,11).

2.3.2. Limbus

Kornea, sklera ve konjonktivanın birleşme yeri olan limbus, 1–2 mm kalınlığındadır. Ön kamaranın drenaj sistemi olan trabeküler ağ ve Schlemm kanalının yer alması ayrıca göz içi cerrahi girişimlerde insizyonların bazılarının buradan yapılması nedeniyle önem taşır (10,11).

2.3.3. Uvea

Uveal tabaka; damar, sinir ve bağ dokusundan zengin bir tabakadır. Dışta sklera, içte retina ile sınırlanır. Sadece önde skleral mahmuz bölgesinde, optik sinir çevresinde ve vorteks venleri bölgelerinde sklera ile yapışıktır.

İris, uveanın en önde yer alan tabakasıdır. Pigment epiteli; irisin arka yüzeyinde iki katlı hücrelerden oluşur. Pigment epiteli ile stroma arasında sempatik sistemden uyarı alan dilatatör pupilla kası bulunur ve bu kasın lifleri iris kökünden sfinkter pupilla kasına kadar devam eder. Sfinkter pupilla kası ise arka stromada pupiller kenara yakın olarak yerleşmiştir. Pupillayı halkasal olarak çevreler. Parasempatik sinir lifleri ile uyarılır. Her iki kas da nöral ektodermden köken alırlar. İrisin majör arteriyel halkasından çıkan radyal damarlar aracılığıyla kanlanır. Bu damarlar pupil kenarında minör arteriyel halkayı oluştururlar. Venöz dolaşım vorteks venleri yolu ile olur. İrisin HA ile temas halindeki endotel hücreleri zonula okludensler aracılığıyla bağlıdırlar. Vasküler endotel ve siliyer çıkıntısındaki pigment epitelinin sıkı bağlantıları kan-aköz bariyerini oluştururlar (11).

2.3.4. Siliyer Cisim

Siliyer cisim, iris kökünden koroide kadar uzanan 6 mm kalınlığında bir halkadır. Siliyer cisim iki bölümden oluşur: Uveal kısım ve epitelyal kısım.

Uveal kısmın en önemli oluşumu siliyer kastır. 3 grup düz kas fibrilinden oluşur.

Longitudinal kas grubu: Brücke kas grubu da denir. Skleraya en yakın kas grubudurlar ve siliyer kasın en kalın kısmını oluştururlar.

Radial kas grubu: Longitudinal kas grubundan başlayarak sirküler liflerle devam ederler.

Sirküler kas grubu: Müller kası olarak da bilinirler. Kasın en iç tabakasını oluştururlar. İrisin arkasında bir tekerlek gibi yerleşmişlerdir. Birlikte çalışan bu kas gruplarının kasılması sona erdiğinde içerisindeki elastik lifler yardımı ile eski halini alır.

Siliyer kasın en önemli görevi akomodasyon yapmaktır. Siliyer kasın çalışması sayesinde gözlerimiz uzak ve yakına odaklanabilirler. Siliyer cisimlere zonula lifleri denen ince iplikçikler tutunmuştur. Zonula lifleri diğer uçları ile lensin ekvatoruna tutunmuşlardır. Dinlenme halinde zonula lifleri gergindir ve lensi yassı biçimde tutarlar. Akomodasyon yapıldığında siliyer kaslar kasılır. Siliyer halka küçülür ve zonula lifleri gevşer. Elastik olan lens kırma gücünü artırır ve akomodasyon yapılmış olur. Siliyer kasların inervasyonu III. kraniyal sinir tarafından yapılır. Kısa siliyer sinirlerle göze ulaşan postgangliyonik parasempatik lifler siliyer kası inerve eder (11).

Epitelyal kısım; arka kamaraya ve vitreosa bakan iç kısmıdır. İki kısımdan oluşur. Pars plana, koroide yakın olan 4 mm genişliğindeki arka kısma denir. Damar bakımından fakirdir. Cerrahi girişimlerde kullanılan önemli bir bölgedir.

Pars plikata, 2-3 mm genişlikte ön bölüme verilen addır. Pars plikatada 70-80 tane siliyer çıkıntı bulunur. Siliyer çıkıntılarının boyu 0,8 mm, eni 1 mm'dir. Üzerleri iki katlı epitelle örtülüdür. Humor aköz bu oluşumlardan arka kamaraya salgılanır.

Siliyer cismin kanlanması esas olarak irisin majör arteriyel halkasındandır. Bu halka, iki uzun posterior siliyer arter ve 7 tane ön siliyer arterden oluşur. Ön siliyer arterler rektus kasları ile öne gelirler, her kasta iki adet ön siliyer arter vardır, istisna olarak, LR kası bir tane siliyer arter içerir. Venöz dönüş vorteks venleri yolu ile olur (11).

2.3.5. Lens

Kristalin lens, iris ve pupilin arkasına yerleşmiş, zonüler lifler yardımıyla yerinde tutulan şeffaf, bikonveks bir yapıdadır. Pupilla yolu ile göze giren ışığı kırarak retinada odaklar. Görevleri; kendi saydamlığını korumak, gözün optik sistemi içinde kırıcılık, akomodasyon yapmak ve ultraviyole ışınlarını absorbe etmektir (12,13).

Lens yaklaşık 9 mm çapında ve 4 mm kalınlığındadır. Ön yüzün orta noktası ön kutup, arka yüzün orta noktası arka kutup; ön ve arka yüzlerinin birleştiği yer ekvatorudur.

Lensin ön ve arka yüzlerinin eğrilikleri küresel değildir, paraboliktir. Ön yüzün eğrilik yarıçapı 10 mm, arka yüzün eğrilik yarıçapı 6 mm'dir (12,13).

Lens 20 D dolayındaki kırma gücüyle, korneadan sonra gözün ikinci önemli refraktif gücüdür. Lensin sinirsel inervasyonu, damarları yoktur. Beslenmesini arkasındaki vitreus ve önündeki HA'dan sağlar. Yaşam boyunca büyümeye devam eder. Ekvator da yer alan germinatif hücreler yeni lens lifleri yapmaya devam eder. Eski lens lifleri merkeze doğru itilerek, elastik olmayan lens nükleusunu oluştururlar. Lensin ağırlığı doğumda 65 mg olup, yaşam süresince artarak 220 mg'a kadar ulaşabilir (12).

Lens kapsülü, yarı geçirgendir ve bütün lifleri zarf gibi kaplar. Lens kapsülü yumuşak, homojen, hücrelidir. Ön ve arka kapsül ekvatora yakın zonüllerin yapışma yerlerinde, özellikle de alt arka kısımda en kalındır. Ön lens kapsülü, vücudun en kalın bazal membranı olup, ön lens epitelinin bazal membranıdır. Ön kapsül arka kapsüle göre daha kalındır ve kalınlığını hayat boyu arttırır. En ince 2, en kalın 20 µm kalınlığa sahiptir. Arka lens kapsülü 4 mm olup, kapsülün en ince kısmıdır. Lensin nükleusu içinde yer alan, embriyoner dönemde bulunan, doğumla birlikte kaybolan hücrelerin bazal membranıdır.

Ön lens epiteli; ön kapsülün altında tek sıra kübik hücrelerden oluşur. Arka kapsülün üzerinde epitel hücresi yoktur. Ekvatorun hemen önündeki lens epitel hücreleri bölünerek çoğalırlar. Bu epitel hücreleri uzayarak kutuplara doğru uzanırlar ve lens fibrillerini oluştururlar. Lens fibrilleri hayat boyu oluşmaya devam ederler. Yeni fibriller oluştuğunda eski fibriller merkeze itilir. Bu nedenle fibrillerin en yaşlıları merkezde en gençleri periferdedir. Eski fibriller giderek sertleşen ve büyüyen lens nükleusunu oluşturur. Yeni oluşan lifler ise nükleusun periferinde lens korteksini yaparlar (12,14).

Zonüler lifler; Zinn lifleri, suspensör veya asıcı ligamanlar olarak da bilinir. Lensi yerinde tutmaya yarar. Lens kapsülünün dış yüzündeki kollajen dokunun farklılaşmış ince fibrillerinden oluşurlar. Ekvatorun her iki yanındaki lens kapsülüne ve siliyer cisimler arasındaki girintilerin epitelinin membranına yapışırlar. Siliyer cisim bölgesindeki yapışma fibrilleri uzundur ve fibriller pars planaya kadar uzanabilirler. Bu lifler akomodasyon işleminde kasılmayı lense ileten liflerdir (15).

Bebeklikte lens yumuşıktır, yaş ilerledikçe oluşan yeni tabakalar soğan kabuğu gibi kat kat ortada birikir, sıkışır, sertleşir. Yetişkinde 2100-2300 lens hücresi vardır. Otuz yaşlarında ortadaki sert kısım iyice belirginleşir, bu da lensin total kırıcılığını artırır. Saydamlığı sağlayan etkenler:

1. Lens içinde refraktif indeksi değiştirebilecek fazladan hiçbir yapı yoktur.
2. Hücrelerin kendisi refraktif indeksi değiştirmeyecek şekilde dizilmiştir.

Lens hücreleri yenilenmezler. Normal hücrelerde DNA gibi parmak izi olan organeller vardır. Bu organeller lenste doğumdan önce vardır, fakat doğar doğmaz yok edilirler. Lenste çok iyi kontrol edilen apoptoz mekanizmaları bulunur (16).

Normalde lensin protein ve glutatyon yoğunluğu yüksek, kalsiyum yoğunluğu düşüktür. Yaşlandıkça su içeriği azalır, kalsiyum içeriği artar. Bu değişiklikler lensin sertleşmesi ve katarakt oluşumuyla paraleldir. Lensin şeffaflığını yitirmesinden önce, lensteki glutatyon yoğunluğu azalmaktadır. Bu madde, lens metabolizmasında rol oynamaktadır. Lens % 65 oranında su, % 35 oranında protein içerir. Işıklar kırma indeksi 1,33 olan sıvıdan geçerek lense geldiklerinden, lensin kırıcılık indeksi korneadan büyük olmasına rağmen lenste korneadakinden daha az kırılırlar. Kornea kırıcılık indeksi 1,37, kırma gücü 43 D dir. Lensin kırıcılık indeksi 1,41, kırma gücü 20 D'dir. Lens hayat boyu gelişme gösterir. Ekvatoryal çap ve lensin kalınlığı devamlı artar, ancak eğrilik yarıçapının azalmasına bağlı olarak optik gücünde düşüş meydana gelir (15,16).

2.3.6. Ön Kamara

Önde kornea, arkada iris ve pupilla vardır. Merkezde en derin iken, periferde ön kamara açısının bulunduğu bölgede en dardır. Ön kamara derinliği değişkendir. Katarakt ameliyatı olanlarda ve miyoplarda daha derinken, hipermetrop olgularda daha dardır. Normalde merkezde ön kamara derinliği 3 mm kadardır. İçerisinde 'humor aköz (HA)' denilen saydam bir sıvı bulunur. İnsanlardaki miktarı 0,1 ml kadardır. Siliyer cisimden salgılanan HA lensi ve korneayı besler ve gözün tonusunu (göz içi basıncı) oluşturur. Siliyer cisimden arka kamaraya salınır, pupilla yolu ile ön kamaraya geçer ve iridokorneal açıdaki trabeküler ağdan Schlemm kanalına geçerek gözü terkeder. Schlemm kanalı ile drenaj bozulduğunda göz içi basınçta artma olur (11).

2.3.7. Humor Aköz

Gözün bir optik sistem olarak çalışabilmesi için optik ve sensoryel yapıların arasında belirli ve sabit uzaklıklar olması gerekmektedir. Dış iskeleti olmayan bir yapıda, bu ancak içeriden gelen basınçla sağlanır. Göz içi basıncını (GİB) oluşturan HA, siliyer cismin pigmentsiz epitelinden sürekli şekilde aktif sekresyonla arka kamaraya salgılanan besleyici bir sıvıdır. Humor aközün kıvrıcılığı suya yakındır. Her 100 dk'da bir yenilenir ve avasküler yapılar olan lens, kornea ve siliyer cismi yıkar. Plazmadaki birçok madde HA içinde bulunmaz ya da eser miktarda bulunur. Örneğin serumda 6 g/100 ml olan protein aközde 20 mg/ml'dir. Pigmentsiz siliyer cisim hücreleri arasındaki sıkı bağlantılar ve fenestrasyonsuz iris damarları kan-aköz bariyerinin morfolojik temelleridir. Bu bozulduğunda hemen flare oluşur (10).

Kornea ve irisin birleştiği bölgede oluşan açığa ön kamara açısı denir. Ön kamara açısı gonyoskopi denilen bir teknikle görülebilir. En önde opak, beyaz bir hat olarak gözlenen yapı Schwalbe hattıdır. Burası korneanın descemet membranının bitiş yeridir. Schwalbe hattından sonra trabeküler ağ görülür. Skleral mahmuza kadar uzanır. Skleral mahmuz beyazımsı dar bir bant şeklinde görülür. Bunun da hemen arkasında dar bir bant halinde gri- kahverengi olarak siliyer cisim görülür. Bunun da gerisinde irisin kökü görülür (17).

Trabeküler ağ, HA drenajında en önemli rolü oynayan bölümdür. Trabeküler ağ ve Schlemm kanalının komşu dokularla ilişkisi son derece karmaşıktır. Arka kamara, önde iris, arkada lens ve zonüllerle sınırlandırılmıştır. Siliyer cisimlerden buraya salgılanan HA pupilden geçip büyük oranda trabeküler ağ yoluyla, kalan kısmı da uveoskleral ve uveavorteks yolla gözü terk eder (15,17).

2.3.8. Aksiyel Uzunluk

Aksiyel uzunluk, primer bakış pozisyonunda gözün ön yüzeyi ile arka yüzeyi arasındaki uzunluktur. Doğumda yaklaşık 18 mm, 3 yaşında ise 23 mm'dir. Aksiyel uzunluktaki her 1 mm'lik uzama 3 D'lik miyopiye yol açar ve bu refraksiyon durumu çeşitli mekanizmalarla telafi edilir. Üç ila dört yaş arası ise göz yaklaşık yılda 0,1

mm'lik uzama gösterir. Refraksiyon kusurları, bu dönemde meydana gelebilen telafi edici mekanizmaların aksamasından dolayı ortaya çıkar (18).

2.3.9. Vitreus

Vitreus boşluğu, önde zonula lifleri, korpus siliare, lensin arka yüzü, arkada retina ve papilla arasında kalan boşluktur. Bu boşluk göz küresinin % 80'ini oluşturan jel kıvamındaki vitreus ile doludur. Işığın % 90'ını geçirerek retinaya ulaşmasını sağlar. Retina için yarı katı bir destek oluşturur. Yapısında; tip II kollajen, hyaluronik asit, glikoprotein ve proteoglikanların oluşturduğu fibriler ağ bulunur. Eser miktarda dolaşan monositler de görülür. % 99'dan fazlası sudur, 4,0 ml hacmindedir. Doğumun 9. haftasında primer vitreus gelişmiştir, fakat doğumdan sonra damarlı yapısını kaybeder. Damar duvarlarında ortaya çıkan otolitik vakuollerle damarsal yapı ortadan kalkar. Sekonder vitreus ince lifli ve az hücreli bir yapıdadır. Kollajen ve hyaluronat ağının özel yerleşim şekli nedeniyle vitreus saydamdır. Korteks daima jel formdadır. Merkez kısım genellikle jeldir, yaşlılarda sıvı hale gelebilir. Vitreusun yapısında proteinler, diğer büyük moleküller ve hücre olamaması da saydamlığı sağlar. Metabolik olarak inaktif sayılır (10,11).

2.4. Yakın Görme Kompleksi

Gözlerin kırılma gücünün, net bir retinal görüntünün sağlanması için değiştirildiği süreç akomodasyon olarak bilinir. Globun hareketi esnasında görsel eksenlerin anatomik pozisyon ile oluşturduğu açının artmasına konverjans ve bu açının azalmasına diverjans denir. Ek olarak, yakın görüşte fiksasyon ile pupiller daralma meydana gelir (1).

Yakınlarda fiksasyon sırasındaki akomodasyon, konverjans ve pupiller daralma arasındaki ilişki yakın görme kompleksi olarak adlandırılabilir. Olayların bu üçlüsü gerçek bir refleks değil, gözlemlenen nesnenin yakınlığı tarafından ortaya konan farklı işlevlerin bir birleşimi, yani bir sızkinezidir. Bu işlevlerin her biri birbirinden ayrılabilir (1).

2.4.1. Akomodasyon

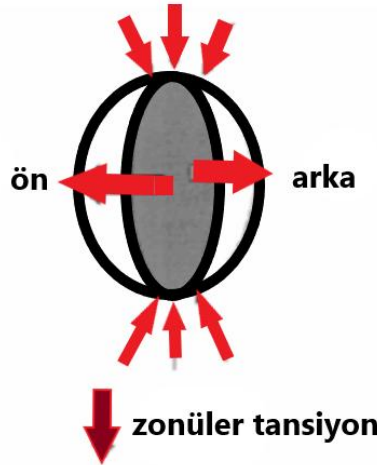
Gözün odağının uzak mesafeden yakına doğru değişmesi, zonüler lifler üzerindeki siliyer kasın hareketinden kaynaklanan lens şeklindeki değişiklik ile sağlanır. Lens, zonüler lifler, siliyer cisim, algılayıcı organ ve korteksten oluşan bu yolağa akomodasyon birimi

denir. Odak noktası değiştiğinde oluşan görüntü bulanıklığını fark eden retina bu bilgiyi merkezi alıcıya gönderir. Bu bilgi ekstraoküler kaslardan da gelen verilerle birleşir, değerlendirilir ve değişen uyarılar gözdeki akomodasyon birimlerine geri gönderilir. Bu olay basit reflekslerden farklı olarak dikkat, hafıza, soyutlama ve motivasyon gerektirmektedir (19, 20, 21).

Kısaca ortaya atılmış akomodasyon teorilerini özetlersek(22);

- Kapsüler teori: Helmholtz, Fincham, Fisher
- Vitreus desteği teorisi: Cramer, Pflugk, Tscherning
- Zonüler teori: Schachar, Rohen
- Suspensiyon (Catenary) teorisi: Coleman

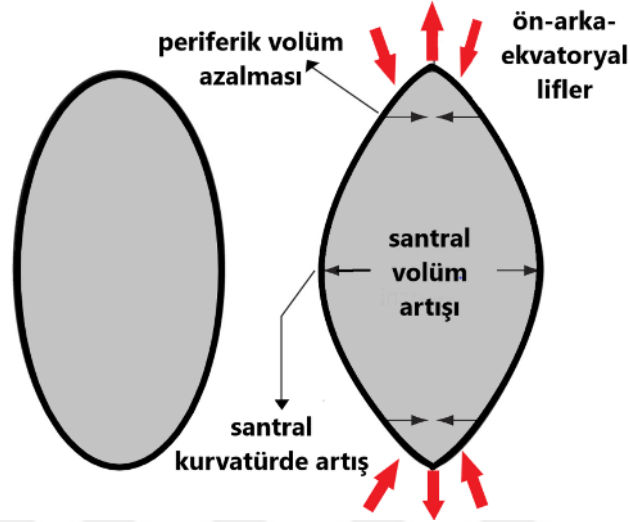
Mevcut akomodasyon anlayışı kapsüler akomodasyon teorisi veya Helmholtz hipotezinde temel oluşturur (şekil 4). Akomodasyon çabasıyla, siliyer kasın kasılması, zonüller üzerindeki gerilimi serbest bırakır, lensin merkezi kalınlığı ve optik gücü artarak yakın görüşe olanak tanır. Arka kapsül şeklini korurken n kapsül daha değişkendir (23).



şekil 4. Helmholtz Hipotezi

Schachar'ın ileri sürdüğü teoride ise siliyer cismin  komponenti (longitudinal, radyal, sirküler fiberler) uyumlu şekilde n ve arka zonüllerin geriliminde azalma ve ekvatoryal zonüllerin geriliminde artma yapacak şekilde hareket ederler (şekil 5). Böylece dinamik i hacim değişikliklerinden ötürü, merkezdeki kalınlığın artması ve periferdeki

kalınlığın azalmasıyla lens çapının uzaması söz konusudur. Sonuç olarak gözdeki refraksiyon gücü oldukça artmaktadır (24).



Şekil 5. Schachar Teorisi

Lens maddesi, çocukluk döneminde ve genç erişkinlerde en yumuşaktır, artan yaşla birlikte şeklini değiştirme yeteneğini kaybeder. Ergenler genellikle 1 – 16 D akomodasyona sahipken, 40 yaşında 4-8 D'dir. Elli yaşından sonra, akomodasyon 2 D'nin altına düşmektedir (25).

Hücresele düzeyde akomodasyon refleksi, hem afferent hem de efferent yolları yürütmek için sinir iletimine dayanır. İmpulslar, optik sinirin lifleri boyunca yol alıp korteks yolaklarından geçerek nihayetinde oküomotor ve Edinger-Westphal çekirdeklerine taşınır. Dahası, görüşün iletilmesinde rol oynayan retinal nöronlar, karmaşık hücresele mekanizmaya sahip olan fototransdüksiyona uğrar (23). Daha önce belirtildiği gibi, akomodasyon refleksi, merkezi ve periferik sinir sisteminin birkaç farklı bileşenini içerir. Pupil ışık refleksinden farklı olarak, akomodasyonda görsel birliktelik için parasempatik sisteme ek olarak korteks ve serebellumun katılımı gerekir (26,27).

Akomodasyon refleksi için uyarıcı odak dışı görüntü; bulanık retina görüntüsü veya yakın bir cisim üzerinde bilinçli görsel fiksasyondur. Bu yolun afferentleri optik sinir, optik kiazma, optik traktüs, talamusun lateral genikülat çekirdeği, oksipital lobda primer görsel alan ve görsel ilişki alanlarını içeren kortekstir. Efferentleri, Edinger Westphal çekirdeğini ve okulomotor nöronlarını içerir. Orta beyindeki Edinger Westphal çekirdeği

parasempatik preganglionik çekirdektir. Aksonlarını okülomotor sinir yoluyla siliyer gangliya gönderir. Gözdeki siliyer kasları ve göz sfinkterini kontrol eder. Okülomotor kompleksinin MR subnükleusundan çıkan lifler, MR kaslarına uyarı verir ve gözlerin yaklaşmasına neden olur. Doğru konverjans diplopi oluşumunu önler. Eş zamanlı olarak Edinger-Westphal çekirdeği, siliyer gangliyon yoluyla parasempatik pupil kontraksiyonunu koordine eder. Pupil kontraksiyonu, alan derinliğini artırır. Parasempatomimetik ilaçlar (örneğin, pilokarpin) akomodasyona neden olurken, parasempatolitik ilaçlar (örneğin, atropin) akomodasyonu bloke eder. Siliyer kası gevşeten ilaçlara sikloplejik denir (25,28).

Optik sonsuzlukta, emetropik veya düzeltilmiş ametropik gözler tarafından hiçbir akomodasyon yapılmadığı varsayılmaktadır. Bu mesafe uzak akomodasyon noktası olarak adlandırılır (1). En yakın akomodasyon noktası, gözlerin net bir şekilde odaklanabildiği en yakın noktadır. Akomodasyon amplitüdü (AA) (D olarak), gözün odağını koruyabileceği en uzak ve en yakın nokta arasındaki mesafe olarak ifade edilebilir (25). Fiksasyon mesafesi 1 m ise, akomodasyon biriminin 1 D olduğu söylenir; eğer 1/2 m ise 2 D dir (1).

Yakın akomodasyon noktasını ölçmek için pratik bir yöntem, hastanın yakın bir hedefe sabitlenmesini sağlamak ve test kartını baskı bulanıklaşana kadar göze doğru kaydırmaktır. Akomodasyon amplitüdü, bir okuma kartını cm ve D olarak kalibre edilmiş bir cetvelle birleştiren basit bir mekanizma ile ölçülebilir. Mercek yönteminde ise; hasta, 40 cm de bir okuma hedefine sabitlenir. Yazılar bulanıklaşana kadar art arda daha güçlü eksi lenslerin yerleştirilmesiyle akomodasyon uyarılır; daha sonra art arda daha güçlü artı lenslerin kullanılmasıyla gevşetilir. Bu eksi ve artı lens güçlerine pozitif ve negatif rölatif akomodasyon değeri (PRA ve NRA) denir. İki lens ölçümü arasındaki fark da AA'nın bir ölçüsüdür. Örneğin, hasta bulanıklaştırma için -3.00 D ve +2.50 D lensleri bildirmişse genlik 5.50 D'dir. Bu ölçümler tek göz kapatılarak gerçekleştirilir. Akomodasyon amplitüdü genellikle iki gözle bakıldığında, tek göze göre daha fazladır (25,29).

2.4.2. Konverjans

Konverjansın yakın noktası (KYN), hastanın kafasının orta düzlemine 40 cm sabitleme objesi yerleştirilerek belirlenir. Hasta nesneye sabitlendiğinde, bir gözü fiksasyonu kaybedinceye kadar hastaya doğru yaklaştırılır. Bunun gerçekleştiği nokta KYN'dir. Fiksasyonu koruyan göz, baskın göz olarak kabul edilir (25). Klinik uygulamada

10 cm yeterli kabul edilir. Gözlere akomodasyonun yakın noktasından çok daha yakındır ve genel olarak yaşla değişmez (1). Bu belirleme, füzyonel konverjans ile akomodatif konverjans arasında ayırım yapmaz (25).

İstemli konverjans, isteğe bağlı olabilecek tek verjans hareketidir, yani konverjans, dış bir uyarıcı olmadan da uygulanabilir. Bununla birlikte, gözlerin sıradan kullanımında konverjans, diğer tüm verjans hareketlerinde olduğu gibi bir reflekstir. Klinik bir ortamda, çocuklar tarafından ebeveynlerinde dikkat çekmeye veya kaygıya neden olmak için kullanılabilir (1).

Refleks konverjans şu şekilde incelenebilir:

Tonik konverjans: Gözleri anatomik pozisyondan fizyolojik dinlenme pozisyonuna getirmek için muhtemel gerekli bir kas tonusu vardır, bundan kaynaklanan durum tonik konverjansdır(1).

Füzyonel konverjans: Benzer retinal görüntüler karşılık gelen retinal alanlara yansır, bitemporal retinal görüntü dengesizliği füzyonel konverjansı aktive eder. Hedef algılandığında gözlerin refraksiyon durumunu değiştirmeden gözleri birleştirip konumlandırmak için gerçekleştirilen bir harekettir (25).

Proksimal konverjans: Yakındaki bir nesnenin fizyolojik farkındalığının neden olduğu bir konverjans hareketidir. Bu hareket özellikle bir kişi binoküler mikroskop gibi bir alete baktığında belirgindir (25).

2.4.2.1. Akomodatif Konverjans ve Akomodasyon Oranı (AK/A)

Akomodasyona verilen konverjans cevabı AK/A oranı olarak ifade edilir. İnterpupiller mesafe arttıkça gözlerin yakında bir arada tutulması için harcanması gereken çaba artar. Akomodasyon, konverjans ve pupiller kontraksiyon arasındaki sinkinetik ilişki yakındaki objenin retinal görüntü bulanıklığını ortadan kaldırmak için hayatın erken dönemlerinde gelişmektedir (1). Akomodasyonun gelişimi 6 hafta civarında başlayarak 4.ayda erişkin düzeye gelmektedir (43). Akomodasyon ve konverjans arasındaki ilişkinin gelişimi genellikle hayatın ilk 2 yılı içerisinde tamamlanır.

Akomodasyonun PD olarak miktarı ve AK/A sayısal olarak ölçülebilir. Kişilerde değişiklik göstermekle birlikte 3/1 ve 5/1 aralığındadır. Yani 1 D akomodasyona karşılık 3-5 PD konverjans ortaya çıkmaktadır (14). Kesin olmamakla birlikte bu oran görsel uyarıya cevaben genetik veya gelişimsel olarak belirlenmiştir. Klinik çalışmalar en azından prepresbiyopik yaş aralığında oldukça sabit bir değer öne sürmektedir (2). Bu oran 3 farklı yöntemle ölçülebilmektedir.

Klinik yöntemle; yakında uzağa göre 15 PD'den daha fazla ezodeviasyon veya daha az ekzodeviasyon olması yüksek AK/A olarak değerlendirilmektedir.

Heteroforya yönteminde; hasta uzak düzeltmesi ile akomodatif hedefe bakarken prizma veya alternan örtme testi ile uzakta ve 33 cm'de kayma ölçülmektedir. Kantitatif değildir. Ezotrophia +, ekzotrophia – matematiksel değer ile temsil edilmektedir.

$$AK/A : [IPM (cm) + (DY - DU)] / D$$

İnterpupiller mesafe (İPM)

33 cm için prizma örtme testi ölçümü (Diyoptri yakın: DY)

6 m için prizma örtme testi ölçümü (Diyoptri uzak: DU)

33 cm' den yapılan akomodasyon miktarı 3 D olarak kabul edilir.

Gradyent yönteminde ise 33 cm'de akomodatif fiksasyon hedefine bakarken prizma ile alternan örtme testi yapılır. Hasta +3,0 D lens takarken de ölçüm tekrarlanır. İki ölçüm arası fark üçe bölünerek AK/A oranı bulunmaktadır (31). Değer normalden yüksek veya düşükse aşırı konverjans veya konverjans azlığından bahsedilir. Bu oranın genetik olarak sabit mi yoksa görsel uyaranlarla gelişip sonradan görsel deneyimle değişim mi gösteriyor sorularını cevaplayabilecek kesin bir kanıt yoktur (32). Akomodatif konverjans ve bu orandaki değişiklikler ekzo ve ezodeviasyonların patogeneğinde önemli bir rol oynamaktadır (33).

2.4.3. Miyozis

Uyum çabası sırasında akomodasyon ve konverjansa ek olarak, pupilla daralır. Bu miyotik reaksiyon, retinal aydınlıktaki değişikliklerle meydana gelenlerden farklıdır. Doğası gereği daha yavaştır (tonik) ve yakın fiksasyon mesafesi korunduğu sürece sabit kalır. Fiksasyon daha uzak bir nesneye kaydırıldığında, pupiller yaklaşık 0,5 sn'lik nispeten uzun bir gecikme süresinden sonra yavaş yavaş dilate olurlar. Orijinal pupil boyutunun geri kazanılması için geçen süre, diğer pupilla reaksiyonlarının değerlerinden kabaca 10 kat daha uzundur (34). Bu yavaş, devam eden daralmanın aksine, retina aydınlığındaki bir değişiklik, daha kısa süreli daralmaya neden olur. Retina aydınlığı sabit kalırsa, pupiller aydınlık seviyesine karşılık gelen fizyolojik genişliklerine geri döner. Pupiller daralma, konverjans ve akomodasyon ile birlikte ortaya çıkmasına rağmen, her ikisine de bağlı değildir (35).

2.4.4. Akomodasyon – Verjans Anomalileri

Akomodasyon refleksinin fonksiyon bozukluğu yaşlanma ve presbiyopi gibi fizyolojik olabileceği gibi patolojik veya farmakolojik de olabilir. Akomodasyon bozuklukları, supranükleer lezyonlar, ensefalit, pineal tümörler gibi nörolojik durumlarda veya myastenia gravis gibi nöromusküler bozukluklarda ortaya çıkabilir (36). Aynı zamanda, sistemik viral bir hastalıktan sonra olabileceği gibi, glokom veya katarakt gibi primer oküler hastalıkların bir sonucu olarak da ortaya çıkabilir (28).

2.4.4.1. Presbiyopi

En sık karşılaşılan akomodasyon kaybı presbiyopidir (37). Belirtiler yakın görme güçlüğü, bulanık görme, çift görme, göz yorgunluğu ve baş ağrısı olabilir (28).

Lens maddesi, çocukluk döneminde ve genç erişkinlerde en yumuşaktır, giderek yaşla şeklini değiştirme yeteneğini kaybeder (25). Ergenler genellikle 1 – 16 D akomodasyona sahipken, 40 yaşında 4-8 D'dir. Elli yaşından sonra, akomodasyon 2 D'nin altına düşmektedir (25). Merceğin yaşla sertleşmesi, presbiyopi adı verilen bu akomodasyon kaybının temel nedenidir. Bir birey yaklaşık 40 yaş veya daha büyük olduğunda, lens çekirdeğinin sertliği nedeniyle, siliyer kasın kasılması artık lensin ön yüzeyinde konveksite ve dioptrik güç artışı ile sonuçlanmayacaktır. Bu azalmış

akomodasyon daha sonra klinik olarak önemli hale gelir. Çalışmalar, yaşam boyunca insan merceğinin sertliğinin bin kattan fazla arttığını göstermiştir. Presbiyopiye katkıda bulunabilecek diğer faktörler araştırılmaya devam etmektedir (25,38).

Akomodasyon genliği de yaşla birlikte azalır ve akomodasyon yakın noktası uzaklaşmaktadır. Örneğin, 20 yaşındayken, akomodasyon yakın noktası yaklaşık 10 cm'dir, 50 yaşındayken yaklaşık 50 cm'ye gerilemiştir (39,40).

Yakın noktaya ve dolayısıyla akomodasyon noktalarına olan uzaklık ilerleyen yaşın bir işlevidir. Bu ilişkiyi tanımlayan standart eğri, Duane tarafından 1912'de belirlenmiştir ve 1922'de 4200 vakaya dayanarak revize edilmiştir (41). İkinci, üçüncü ve dördüncü on yıl boyunca akomodasyon kaybı kademeli olarak gerçekleşmektedir (ortalama olarak, ikinci on yılda 2,0 D ve dördüncü on yılda 2,9 D). Beşinci on yılda çok hızlıdır ve minimum seviyeye ulaşır (42).

Presbiyopili bir göz için, amplitüt ölçümü, ilave gözlük lensinin gücünü hesaplamak için yararlıdır (25). Binoküler AA genellikle monoküler ölçümden 0.50-1.00 D daha fazla olduğu için, binoküler ölçümün kullanılması genellikle çok yüksek bir ilave güç reçetelemeye karşı koruma sağlar (25). Akomodasyon amplitütü ve yaş arasındaki ilişkiyi Donders araştırmıştır ve bu durum temel alınarak uzun bir süredir yakın ekleme ile presbiopi düzeltilmesi yapılmaktadır (22).

2.4.4.2. Akomodasyon Yetersizliği

Akomodasyon yetersizliği, genlik kaybıdır. Başlangıç, astenopik semptomların ortaya çıkması ile olabilir. Böyle bir "erken presbiyopi" eşzamanlı veya geçirilmiş hastalığı işaret edebilir, sakinleştirici ilaçlar veya bazı gastrointestinal bozuklukların tedavisinde kullanılan parasempatik maddeler gibi ilaçlar tarafından tetiklenebilir. Her iki durumda da, durum geri dönüşümlü olabilir; bununla birlikte kalıcı yetersizlik, ensefalit veya kapalı kafa travması gibi nörojenik bozukluklarla ilişkilendirilebilir. Bazı durumlarda, etiyoloji asla belirlenemeyebilir. Çoğu zaman erken presbiyopinin en sık sebebi tanımlanmamış hipermetropidir (25).

2.4.4.3. Konverjans Yetmezliği

Medial rektus kasının kendisinin hasarı konverjans yetmezliğine neden olabilir. Kortikal veya beyin sapı lezyonu da sinir mekanizmasını bozabilir. Verjans bozuklukları, organik nedenlerden dolayı veya işlevsel olabilir. Çocukluk çağında şaşılık ile başvurabilir, doğuştan olabilir (25).

Yakın refleks yetersizliği, bir verjans bozukluğudur; hafif parezi veya tam felç olabilir. Konverjans veya akomodasyon yetersizliği içerir. Yakına fiksasyonda midriyazis görülebilir. Konverjans veya akomodasyonun başlatılamadığı tam felç, orta beyin hastalığı veya kafa travması sonrası fonksiyonel kökenli olabilir; kurtarma mümkündür. Parezi için tedavi okuma gözlüklerini veya prizmatik camları içerir. Ortoptik egzersizlerin etkisi yoktur, durumu tamamen düzeltmek zordur (43).

Konverjans yetersizliği, okul çağındaki çocuklarda olduğu gibi, yakın iş kullanımının artmasıyla bireylerde ortaya çıkabilir. İdiyopatik olarak veya viral hastalığın ardından ortaya çıkabilir (44,45). Ortoptik egzersizlerle KYN maksimize edilmeye çalışılır. İyi bir uyumla, belirtiler birkaç hafta içinde ortadan kaldırılmalıdır, ancak kalıcı ise prizmalarla tedavi edilebilir.

2.4.4.4. Yakın Refleksin Spazmı

Yakın refleks spazmı, her yaştan bireyi (özellikle kadınları) etkileyen fonksiyonel bir durumdur. Siliyer spazm, iridosiklit gibi bir lokal hastalığın belirtisi; glom tedavisinde kullanılan antikolinesterazlar gibi ilaçların etkisi olabilir. Düzeltilmemiş kırma kusurları, genellikle hipermetropi ve aynı zamanda astigmatizm ile de ilişkilendirilebilir. Uzun ve yoğun yakın çalışma dönemlerinden sonra da ortaya çıkabilir. Diplopi, bulanık görme ve baş ağrıları belirtilerdir. Ezotropya, psödomiyopi ve miyoz görülür. Göz hareketlerini test ederken bile spazm tetiklenebilir (46). Miyozun gözlenmesi tanının anahtarıdır. Sikloplejili olan ve olmayan refraksiyon değeri, optik olarak düzeltilmemesi gereken psödomiyopiyi doğrular. Tedavide hastaya tetikleyici herhangi bir aktivitede bulunmaması tavsiye edilir. Kalıcı ise, atropin ve tam bir okuma düzeltmesi reçete edilir, ancak daha sonra tekrarlama olabilir. Hastalar bulgulara rağmen genellikle normal bir yaşam sürdürürler.

2.4.4.5. Diverjans Yetersizliği

Diverjans parezisi veya felci, tipik olarak kafa içi lezyonlar, serebrovasküler olaylar ve kafa travması gibi altta yatan nörolojik hastalıklarla ilişkili nadir bir durumdur. Herhangi bir yaşta olabilir ve altıncı sinir felcinden ayırt edilmesi zordur. Tedavide de prizmalar en iyi seçenektir (25).

2.5. Binoküler Görme

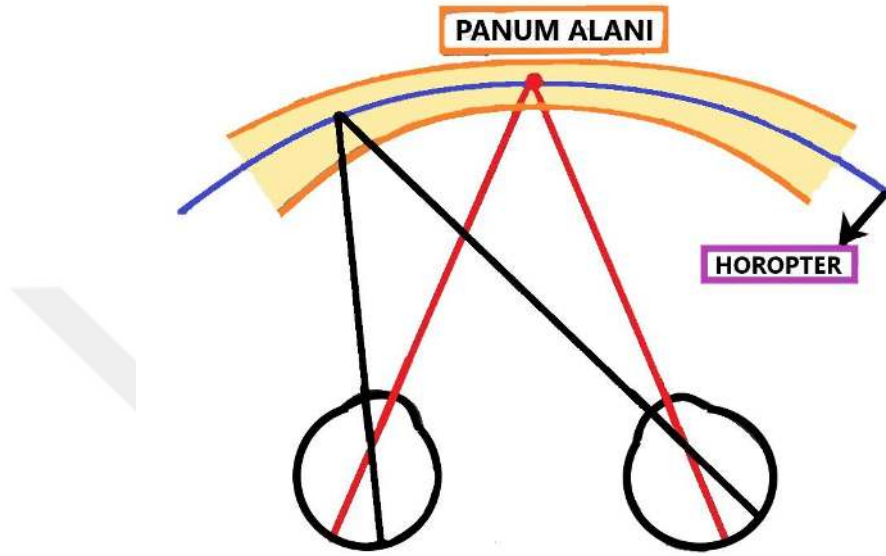
2.5.1. Normal Binoküler Görme

Binoküler görme, her iki gözün aynı anda kullanılmasıyla görsel uyaranların tek bir görüntü olarak algılanmasıdır. Her bir gözden kaynaklanan ayrı ve farklı görüntüler füzyon mekanizmasıyla tek bir görüntü olarak değerlendirilir. Yaşamın ilk 3-5 ayında binoküler duyuşal füzyon ve binoküler duyarlılık gelişmemiştir (43,44). F zyonal verjans ve göz hareketleri de aynı dönemde olgunlaşmaya başlar (45). Yaşamın ilk birkaç yılı içerisinde kazanılan binoküler görme gelişimi için bazı koşulların sağlanması gerekmektedir (46):

1. Her iki gözden gelen net bir görüntü ve normal görüş sağlayan retinokortikal korespondans
2. Beyindeki görme alanlarının, birbirinden hafifçe farklı iki görüntünün füzyonunu sağlayabilmesi
3. İki gözün tüm bakış pozisyonlarına koordine olması ve bunun için de normal nöromüsküler gelişim

İki gözde görme keskinliği eşit olduğuunda şekil, parlaklık ve büyüklük açısından aynı olan iki ayrı görüntü oluşur. İki gözde aynı subjektif görsel noktayı paylaşan retina elemanlarına korrespondan noktalar denir. Bir gözde foveanın nazalindeki bir noktanın korrespondan noktası, diğer gözün temporal retinasında bir noktadır. Her iki gözün retinasında korrespondan noktalarını uyaran görüntü beyinde aynı kortikal merkeze gider ve binoküler görme mekanizmasıyla tek bir görüntü olarak algılanır. Belli bir fiksasyon mesafesinde, gözlerin hareket alanı içinde iki retinanın korrespondan elemanlarına düşen noktalardan oluşan hayali çizgi horopterdir (şekil 6). Horopter  zerindeki noktalar tek

görülürler (15). Görme sistemi horopterin hemen önünde ve arkasında bulunan objeleri tek olarak algılar, bu alan Panum alanı olarak adlandırılır. Panum alanı, santralde dar periferde daha geniş bir alandır (51). Panum alanı önündeki ve arkasındaki cisimler çift olarak görülürler, bu duruma fizyolojik diplopi denilir (15).



Şekil 6. Horopter ve Panum Alanı

Normal binoküler tek görme füzyon ve stereopsis ile açıklanabilir. Binoküler tek görmenin sinoptoforda üç aşaması vardır.

2.5.1.1. Eş Zamanlı Algılama (Simultane Persepsiyon)

Cismin görüntüsünün her iki göz tarafından aynı anda algılanması durumudur. Görüntü her iki retinada bulunan korrespondan alanlar tarafından algılanır ve kortekse iletilir. Bu algı binoküler görmenin en temel ve ilkel düzeyini oluşturur. Sinoptoforda kuş ve kafes gibi birbirine benzemeyen ama ters de düşmeyen resimlerin gösterilmesiyle değerlendirilir. Eş zamanlı algılaması olan hastalar kayma açılarında iki resmi üst üste getirebilirler. Eğer iki resim aynı anda görülemiyorsa, o halde ya supresyon ya da ambliyopi mevcuttur (6).

2.5.1.2. Füzyon

Binoküler tek görmede, her bir gözden gelen ayrı ve farklı görüntüler füzyon mekanizmasıyla tek bir görüntü olarak algılanır (48,52). Örnek; kişiye her birinin ya kuyruğu ya da elinde bir buket çiçeği eksik olan iki ayrı tavşan resmi verilir. Eğer füzyon mevcutsa, elinde bir buket çiçek taşıyan kuyruklu tavşan resmi görülür (6).

Duyusal füzyon: Her iki gözle görülen, birbirine boyut, parlaklık ve keskinlik açısından yeterli benzerlikte olan iki ayrı hayalin kortikal görme merkezlerinde tek olarak algılanmasıdır. Anizometropi gibi durumlarda oluşan eşit olmayan imajlar füzyon oluşumu için ciddi bir engel teşkil eder (53,54). Foveaya düşen görüntülerin birleştirilmesi santral, ektrafoveal alandaki görüntülerin birleştirilmesi periferik füzyondur.

Motor füzyon: Motor füzyon, duysal füzyonun sağlanması için yapılan göz düzeltme hareketleridir. Motor füzyon ile diverjans veya konverjans yapılarak görüntüler her iki göz retinasında korrespondan noktalara düşürülür. Bu motor cevap her iki gözün foveasının birbiri ile uyumlu şekilde fiksasyon yapılan nesneye yönelmesini sağlar (15). Motor füzyonun gücünü füzyon amplitüdü belirler. Motor füzyon sayesinde cisim hangi yönde ve derinlikte hareket ederse etsin, konverjans ve diverjans hareketlerinin de yardımıyla tek görüntünün devamlılığı sağlanır (31).

Füzyonun varlığı ya da yokluğu şaşılığın tanı, tedavi ve prognozunda çok önemlidir. Duyusal ve motor füzyonun varlığı tedavi sonrası uzun vadede görme akslarının düzgünlüğünün devamlılığı için gereklidir. Füzyon kaybı diplopi ile sonuçlanır (31). Eğer hasta füzyon yapamıyorsa, şaşılık cerrahisi sonrası binoküler görme oluşturulamaz.

2.5.1.3. Füzyonel Verjans

Foryaların, tropyalara dönüşmesini engellemek amacı ile yapılan düzeltici göz hareketlerini ifade etmektedir. Füzyonel konverjans ve füzyonel diverjans olarak iki şekilde gerçekleşir (6). Füzyonel diverjans ezoforyanın ezotropyaya dönüşmesini, füzyonel konverjans ekzoforyanın ekzotropyaya dönüşmesini engellemek içindir. Füzyonel konverjans amplitütleri aşıldığında ekzotropyaya meydana gelirken, diverjans amplitütleri aşıldığında ezotropyaya meydana gelir (6).

Normal füzyonel diverjans amplitütleri uzakta 6-10 PD, yakında ise 12-14 6 PD’ dir (6). Normal füzyonel konverjans amplitütleri ise uzakta 15-20 PD, yakında ise 25 PD ‘dir (6). Vertikal 2-3 PD, sikloverjans 2-3 PD’dir.

Füzyonel verjans majör ambliyoskop, döner prizma veya çubuk prizma kullanılarak ölçülebilir ve diplopi oluşana kadar prizma gücü kademeli olarak artırılır (25).

Gözlerde sapma eğilimi oldukça, bu sapma için normalden daha büyük bir verjans aralığı gelişir. Çok büyük füzyonel verjanslar, uzun süredir devam eden vertikal kaymalarda ve ekzodevasyonlarda yaygındır. Görme keskinliğinde bir iyileşme füzyonel verjans mekanizmasını iyileştirebilir ve semptomatik aralıklı bir kaymayı asemptomatik heteroforyaya geriletebilir. Ortoptik egzersizler, füzyonel verjans mekanizmasının (esas olarak füzyonel konverjans) büyüklüğünü artırabilir. Bu tedavi özellikle konverjans yetersizliği için önemlidir. Yorgunluk, hastalık, uyuşturucu ya da alkol alımı da füzyonel verjans mekanizmasını azaltabilir (25).

2.5.1.4. Stereopsis

Binoküler görmenin üçüncü ve en üst aşamasıdır. Cisimlerin üçüncü boyutta yani derinlikte birbirlerine göre konumlandırılmasıdır. İki gözün korrespondan olmayan retina elemanlarından gelen, aynı nesnenin farklı açılardan alınmış görüntüleri birlikte algılanırlar. Panum alanındaki görüntüler derinlik hissi ile algılanırlar (3). Stereopsis ve derinlik algısı (bathopsis) eş anlamlı değildir. Monoküler ipuçları da derinlik algılamaya katkıda bulunabilir. Bu işaretler; göreceli nesne boyutu, vurgu ve gölgeler, hareket paralaksı ve perspektifi içerir. Stereopsis, retinal görüntülerin yatay eşitsizliğinden kaynaklanan nispi derinliğin binoküler hissidir (25).

Horizontal disparitenin kendisi stereoptik algının uyarılması için yeterlidir. Vertikal disparite mevcudiyetinde stereopsis gerçekleşmemektedir (1). İdeal koşullar altında, foveal stereopsis 10 sn arktır (55). Normalde bu şekilde ortaya çıkan üç boyutlu görme, kayma varlığında zayıflamış veya kaybolmuştur (51).

Stereopsis, hareket eden objelerin takibini kolaylaştırır. Şekil ve renklerin daha iyi ayırt edilmesi ve görme keskinliğinin artmasını sağlar. El becerisi ve denge gelişir, görme

alanı genişler. Yüksek derecede el göz koordinasyonu gerektiren özellikle pilotluk ve göz doktorluğu gibi mesleklerde stereopsis çok önemli hale gelir (56).

İnsan binoküler görme duyarlılığına ait kritik periyot parametreleri ilk olarak Banks ve arkadaşları tarafından klasik bir modelleme çalışmasında araştırılmıştır (57). Bu çalışma infantil ve geç başlangıçlı şaşılık hastalarından oluşan küçük bir kohort çalışmasıdır. Sonuçta insan binoküler görme duyarlılığına ait kritik periyodun başlangıcının 3,6 ile 6 ay arasında, tepe noktasının ise 12 ile 20,4 ay arasında olduğu belirlenmiştir (57). 40 haftalık infantın 30-100 sn/ark stereopsisi mevcuttur (58,59).

Yaşamın erken döneminde gelişen şaşılığın stereopsis kaybına neden olduğu bilinmektedir. Bebeklik döneminde meydana gelen göz kayması stereopsiste ciddi kayıplara neden olurken, 2 yaştan sonra meydana gelen göz kaymaları daha iyi stereopsisle birliktelik göstermektedir (60). Stereopsis duyarlılığındaki kritik periyodun bebeklik sürecinde sona ermediğini en az 5 yaşına kadar devam ettiğini gösteren kanıtlar da vardır (61,62).

Stereopsisi ölçmek için; stereoskop, vektograf kartları (Titmus stereo testi), polaroid testi, random dot stereogram (TNO, Randot), Lang'ın iki kalem testi ve sinoptofor kullanılabilir. Titmus testi ve random dot stereogram çocuklar için kolay uygulanabilir olduğundan daha yaygın kullanılmaktadır (55). Bu testler ileride ayrıntılı olarak anlatılacaktır.

2.5.2. Binoküler Görme Anomalileri

Görsel sistemin maturasyonu 7-8 yaşları civarında olmaktadır (63). Şaşılıkta binoküler adaptasyonda ancak 7-10 yaşına kadar olabilmektedir. Görme, stereopsis ve füzyon bu döneme kadar değişime açıktır. Binokülaritesi yerleşmiş bir kişide ortaya çıkan akkiz şaşılık konfüzyon veya diplopi ile sonuçlanır.

2.5.2.1. Diplopi

Aynı cisme ait görüntünün iki gözün retinalarında korrespondan olmayan noktalara düşmesi nedeni ile cismin çift görülmesidir. Binoküler tek görmeyi şaşılık

nedeni ile sürdürülememesinden dolayı oluşur. Kırmızı refle testi ile diplopi pratik bir şekilde belirlenebilir (64).

2.5.2.2. Konfüzyon

Farklı cisimlere ait olan görüntülerin her iki gözün korrespondan noktalarına düşmesi sonucu bu iki farklı cismin görüntülerinin eş zamanlı ve üst üste çakışmış şekilde algılanmasıdır (64). Konfüzyon diplopiye göre daha nadir gözlenir, klinik olarak anlamlı bir görsel karışıklık nadirdir (25).

Konfüzyon ve diplopi, şaşılığa bağlı olarak ortaya çıkan erken dönem bulgularıdır. Ortadan kaldırılabilmesi için supresyon, anormal retinal korespondans (ARK) ve motor adaptasyon mekanizmaları gelişmekte, bu mekanizmalar konfüzyon ve diplopiyi ortadan kaldırırken ambliyopi gelişimine neden olabilmektedir (6).

Yedi yaşından büyük çocuklarda ve tüm yetişkinlerde yeni bir şaşılık başlangıç; füzyonel verjans sistemi veya ciddi şekilde görme azalması ile başarılı bir şekilde kontrol edilmediği sürece, bir gözde görme keskinliği 2/200'ün altında görme keskinliğe sahip hastalarda bile ciddi semptomlar yaşatabilir (53,54).

2.5.3. Şaşılıkta Duyusal Adaptasyon Mekanizmaları

Yedi yaşından küçük çocuklar, genellikle supresyon ve ARK oluşturmaya başarabilirler (66). Bunlar şaşılık ortaya çıktıktan sonra hızlıca ya da yavaşça gelişebilir ve genellikle birlikte ortaya çıkabilir (53,54).

Supresyon negatif, ARK pozitif bir adaptasyondur.

2.5.3.1. Supresyon

Hastalarda diplopi veya konfüzyon ortaya çıktığında ve füzyon başırlamadığında supresyon mekanizması devreye girer. Supresyon; binoküler bakış sırasında retinalardan biri üzerine düşen görüntünün aktif kortikal inhibisyonudur. Supresyon santral ve periferik olmak üzere iki şekilde olabilir. Supresyon sabit şaşılıklarda sadece kayan gözde izlenirken, alternan şaşılıklarda her iki gözde de gelişebilir. Kayan gözün retinasında diplopi ve konfüzyonun olduğu bölgelerde supresyon skotomu oluşur. Supresyon sadece

binoküler görme koşullarında mevcut olmasıdır, monoküler bakışta supresyondan bahsedilemez (63).

İlginç bir şekilde, supresyon skotomunun şekli ve boyutu, bir ekzotropa kıyasla bir ezotropta farklıdır (65). Bir ezotrop, genellikle nazal retinal alanında küçük, yuvarlak bir skotom oluşturur. Ekzotropik bir hastanın skotomu daha büyüktür, temporal retinal alanı ve foveayı ikiye bölen dikey bir çizgiye uzanan tüm alanı kapsar (66). Bu fark, nazal ve temporal hemiretinaların yapısal özelliği, ezo ve ekzotropyaların aralıklı ve manifest olma gibi özellikleriyle açıklanmaya çalışılmış, ancak kesin açıklama bulunamamıştır (53,54).

Supresyon erken çocukluk döneminde hızla yerleşir ve 10–12 yaş civarında gelişimi yavaşlar. Erişkin dönemi şaşılıkalarında ise supresyon gelişmesi ihtimali çocukluk dönemine göre çok daha azdır ama supresyon gelişimi için belirli bir üst yaş sınırı yoktur. Nadir olarak, bazı erişkin hastalar diplopiyi suprese etmeyi öğrenir. Bazı kesimler bu reddetmeyi, istemli bir süreç olarak tanımlamaktadır. Uyarılmış görsel potansiyel çalışmaları, erişkin hastaların kortikal supresyon ile diplopiyi elimine edebildiğini göstermiştir (63). Aynı şekilde erişkin döneminde ambliyopi ve ARK gelişme ihtimali de oldukça düşüktür.

Sonuç olarak bir hastada şaşılık ve normal retinal korespondans (NRK) varlığında diplopi yoksa supresyon gelişmiş demektir. Klinikte supresyon varlığını belirlemek için Worth 4 nokta Testi (W4N testi), tabanı dışarıda (TD) 4 PD testi, kırmızı cam testi, Bagolini camları ve sinoptofor kullanılır.

2.5.3.2. Anormal Retinal Korespondans(ARK)

Normalde her iki fovea fizyolojik olarak lateral genikülat-okspital kortikal bağlantılar yoluyla birbirine bağlıdır ve fovealar gözün santral referans noktasıdır. Buna normal retinal korespondans (NRK) denir. Anormal retinal korespondans ise şaşılığa duyuşsal adaptasyon mekanizması sonucu oluşmaktadır. Diplopiyi engellemek için immatür vizüel sistem, kayan gözde ekzantrik retinal noktayı fovea olarak (yani santral referans noktası) olarak algılar (psödofovea). Bu durumda korrespondan olmayan retinal

elemanların kortikal yön değerleri yeniden oluşturulur. Küçük açılı manifest şaşılıkta bu şekilde füzyon gerçekleşebilir (67).

Bu adaptasyon, kaybedilen binoküler tek görmenin yeniden kazanılması amacı ile oluşmaktadır. Anormal retinal korespondans adaptasyonu yalnızca binoküler bakış sırasında bulunmaktadır, yani fikse eden göz kapatılırsa psödofovealı gözde fiksasyon gerçek foveaya geçer (67).

Uzun süren ARK geri dönüşsüzdür, bu nedenle yerleşmiş ARK olgularında cerrahi sonrası gözler ortoforik hale getirilse bile hastada kalıcı diplopi gelişebilir.

Klinikte retinal korespondansın değerlendirilmesinde W4N, Bagolini camları, sinoptofor, art görüntü testi kullanılır.

Sonuç olarak supresyon, ARK ve motor adaptasyon şaşılık ortaya çıktıktan sonra meydana gelen mekanizmalarıdır. Oysa füzyonel diverjans ve füzyonel konverjans mekanizmaları, şaşılığın önlenmesi için, şaşılık öncesinde ortaya çıkan koruyucu mekanizmalardır (25).

2.5.3.3. Monofiksasyon Sendromu

Mikrotropya; stereopsisin bulunduğu ancak düşük olduğu küçük açılı bir şaşılıktır.

Eğer kayan gözün monoküler fiksasyon için kullanılan noktası diğer gözle korrespondan ise örtme testinde hareket görülmez (kimlikli mikrotropya), korespondan değilse hareket görülür (kimliksiz) (6).

Tropyasız ya da küçük tropyaya sahip (8PD' ye kadar ezotropik ya da ekzotropik ve 2PD' ye kadar yukarı ya da aşağı kaymalar) ve muhtemel üst üste binmiş foryalı birçok binoküler hasta, hem normal hem de ARK'nin özelliklerini içeren duyuşsal bir durum olan monofiksasyon sendromunu (MFS) sergiler. Genel olarak kabul edilen MFS ismi, bu füzyonun temel özelliğini, merkezi füzyon olmadan periferel füzyonun varlığını vurgulamaktadır (68).

Bu, foveanın yalnızca belirli bir zamanda görüldüğü anlamına gelir. Tychsen, yaklaşık 7 mm uzunluğundaki yatay aksonların yaklaşık 2,5° veya 4,4 PD alıcı alanda

birleşebileceğini, makak maymunlarının kortikal V1 alanında göstermiştir. Kortikal olarak periferik füzyona izin veren maksimum tropya, yaklaşık 5° veya 6,6 PD alanlarını birleştirebilen iki nörona bağlıdır (69).

Monofiksasyon sendromu, bilinmeyen yollarla kendiliğinden gelişebilir ya da anizometropiden kaynaklanıyor olabilir, başarılı cerrahiden sonra 'doğuştan' şaşılık olan hastaların hemen hepsinde beklenen en iyi duyuşsal durumdur (53,54).

Kayan gözdeki santral supresyon skotomu diplopi gelişimini engellemektedir. Bu nedenle tabanı dışarıda 4 PD testi ve Bagolini'nin çizgili camları kullanılarak santral supresyon skotomun tespit edilebilir (70). Etkilenen gözde foveal supresyon skotomu, stereopsiste azalma, görmeyi genellikle 0,2'nin altına düşürmeyen ambliyopi ve sıklıkla anizometri bulunur. Tedavide amaç ambliyopiyi engellemektir. Bu nedenle refraksiyon kusurunun düzeltilmeli ve kapama tedavisi planlanmalıdır, cerrahiye gerek yoktur (15). Bifoveal fiksasyon bir kere kaybolduysa, yeniden sağlanması neredeyse mümkün olmaz (6).

2.5.4. Binoküler Görmenin Değerlendirilmesi

Binoküler fonksiyonun değerlendirilmesi tedavinin fonksiyonel düzeltmeye yani binoküler tek görmeyi sağlanmasına mı yoksa gözlerin görüntüsünün düzeltilmesine mi yönelik olduğunu belirlemek için yapılır. Fonksiyonel bir düzelme ancak duyuşsal ve motor füzyonla beraber NRK veya anormal füzyonel hareketle birlikte ARK mevcutsa mümkündür. Bunların ikisi de yoksa tedavi sadece görme keskinliğini artırmaya ve gözlerin görüntüsünü düzeltmeye yönelik olacaktır (6).

2.5.4.1. Füzyonun Değerlendirilmesi

Worth 4 nokta Testi(W4N testi) : İki yeşil, bir kırmızı, bir beyaz ışıktan oluşan, uzak ve yakın dissosiasyonu belirlemek için kullanılan testtir. Uygulama sırasında kırmızı ve yeşil camlı gözlük kullanılır. Sonuçları değerlendirebilmek için şaşılık varlığının /yokluğunun biliniyor olması gerekmektedir. Worth feneri ile uzak için 6 m, yakın için 33 cm'den test uygulanır. Uzak test santral füzyonu, yakın test ise periferik füzyonu değerlendirmede kullanılır.

Sonuçlar:

1. Hasta dört ışık görüyor ve kayma yoksa sonuç NRK, dört ışık görüyor ve kayma mevcutsa ARK'dır.

2. İki kırmızı ışık görüyorsa sol supresyon vardır.

3. Üç yeşil ışık görüyorsa sağ supresyon vardır.

4. Yeşil ve kırmızı ışıklar dönüşümlü olarak görülüyorsa "alternan supresyon" mevcuttur.

5. Üç kırmızı ve iki yeşil toplam 5 ışık varsa diplopidir. Diplopinin olması binoküler görmenin olduğu anlamını taşır. Bazen alternan supresyonu olan hastalar da beş ışık görebilirler (6).

Bagolini Camları: Binoküler görmeyi, ARK ve supresyonu en fizyolojik şartlarda değerlendiren, gerçekçi testtir. Sensöryel adaptasyonda değişiklik yapmaz. Noktasal bir ışık kaynağını çizgilere dönüştüren camlar kullanılır. İki cam farklı gözlerin önüne 45° ve 135° açılarla yerleştirilir ve hasta ışığa baktırılır.

a) Eğer iki çizgi çarpı şeklinde bir ışık noktasında kesişiyorlarsa ya ortoforidir ya da şaşılık mevcutsa ARK varlığını gösterir.

b) İki ayrı çizgi görülüyor ama hiç kesişmiyorsa "diplopi"

c) Çizgilerden sadece biri görülüyorsa "supresyon"

d) Çizgilerden birinde küçük bir kesinti görülüyorsa, santralde "supresyon skotomu" mevcuttur (6).

4 PD TD testi: Bifoveal fiksasyon ile merkezi supresyon skotomunu ayırır. Bifoveal fiksasyonda sağ gözün önüne yerleştirilen prizma ile görüntü sola kayar ve sol göz görüntüleri birleştirmek için konverjans yapar. Sol mikrotropiyada ise; prizma sol gözün önüne koyulunca görüntü merkezi supresyon skotomundan dışarı çıkmayacağı için gözler hareket etmez. Aynı kişide prizma sağa koyulunca gözler yine sola doğru hareket

eder ama bu sefer ikinci görüntü soldaki merkezi supresyon skotomuna düştüğü için refleksasyon hareketi görülmez (6).

Kırmızı flitre testi: Normal retinal korespondans, ARK ve supresyonu tespit etmede kullanılabilecek çok basit bir testtir. Bir gözün önüne, genellikle sağ göze kırmızı bir mercek yerleştirilir ve hastadan bir ışık kaynağı üzerine sabitlenmesi istenir. Pembe bir ışığın varlığı füzyonu gösterir. Beyaz veya kırmızı bir ışık görülürse, supresyon teşhisi konulur. Kırmızı dairenin beyaz daireye göre konumu, oftalmoloğa hastanın sahip olduğu şaşılık veya diplopi tipini söyleyecektir. Örneğin, ekzotropya hastasının sağ gözünde kırmızı filtre bulunur ve kırmızı ışığın solunda olduğunu söylerse, bu çapraz diplopi anlamına gelir. Bir ezotropik hasta, kırmızı ışığı sağda görüyorsa, çaprazlanmamış diplopiyi bildirir. Kırmızı ışık üstte ise, bu bir hipotropya, beyaz ışığın altındaysa, bir hipertropya'dır. Anormal retinal korespondans varsa manifest şaşılık olsa da, ışık pembe görünecektir (29,71).

Sinoptofor-major ambliyoskop: Hastanın duyuşal durumu hakkında ayrıntılı bilgi verir. Supresyonu tespit etmek, ölçmek, retinal korespondansı belirlemek, primer / sekonder sapmaları ölçmek ve füzyonel potansiyelini belirlemek için kullanılabilir. Kappa açısı, stereopsis ve füzyonel amplitütleri ölçülebilir. Ambliyoskop muayenesi, ameliyat öncesi çocukluk dönemi başlangıçlı şaşılık öyküsü olan herhangi bir yetişkine veya bir siklodevasyonda olduğu gibi, herhangi bir cerrahiye ihtiyaç duymaları halinde yapılabilir. Ayrıca diplopi bildiren, ancak bunu tarif etmekte zorlanan yetişkinler için de yararlıdır. Çocuklarda yapılan bir ambliyoskop muayenesi, güvenilir ve öznel cevaplara ihtiyaç duyulduğundan zor olabilir (71).

Bu cihazda, aynası bulunan, dik açılı bir kavisi olan ve her bakış noktasında +6,5 D'lik birer mercek taşıyan silindir şeklinde iki tüp mevcuttur. Bu sayede, optik test mesafesi yaklaşık 6 m'ye getirilir. Her bir tüpün dış ucundaki ceplere resimler yerleştirilir. Tüplerin ikisi de konulmuş resimlerin birbirleriyle ilişkili olarak hareket ettirilebileceği şekilde desteklenmiş olup yapılan ayarlanmalar bir skala üzerinde gösterilmektedir. Binoküler görmenin üç aşaması da değerlendirilebilir. Hastalara birbirinin benzeri ve tamamlayıcısı resimler gösterilerek test edilir. Büyük resimler kullanılarak periferik füzyon, küçük resimler kullanılarak santral füzyon değerlendirilir (6).

2.5.4.2. Stereopsisin Değerlendirilmesi

Stereopsis ark/sn olarak ölçülür. Bir derece 60 dk ark; 1 dk 60 sn'dir. Değer düştükçe görme keskinliği artar. Binoküler tek görme iyi bir düzeydeyse random dot testler (TNO, Firsby), ARK'ya bağlı olsun ya da olmasın binoküler tek görme iyi değilse kontura dayalı testler (titmus) daha güvenilir bilgiler verir.

Titmus testi: Stereopsis varlığını ve düzeyini değerlendirmek amacıyla kullanılır. 40-3000 ark/sn arasında ölçüm sağlar. Uygulaması kolaydır ancak monooküler derinlik ipuçları nedeniyle güvenilirlik düşüktür. Sayfanın birisinde büyük sinek figürü olduğu için sinek testi de denilmektedir.

Titmus testi, poloroid gözlüklerle değerlendirilen, bir kitapçık halinde düzenlenmiş iki levhadan oluşan üç boyutlu bir vektografıdır. Sağ tarafta büyük bir sinek resmi, soldaysa halka ve hayvan resimleri yer almaktadır. Test mesafesi, yaklaşık 40 cm'den 15 ark sn olacak şekilde ayarlanmıştır. Altmış ark sn ya da altı normal olarak kabul edilir.

I) Sinek: Kabaca stereopsisi (3000 sn/ark) gösterir ve özellikle küçük çocuklarda faydalıdır. Sinek gerçekten üç boyutluymuş gibi görünmeli ve çocuk sineğin kanatlarından birini kavramaya teşvik edilmelidir. Stereopsisin bulunmadığı hallerde sinek düz fotoğraf olarak görünecektir.

II) Halkalar: İnce stereopsisi test eden derecelendirilmiş serilerden oluşmaktadır. Dokuz kareden her birinde dört halka yer alır. Her bir kare, içerisindeki halkalardan sadece birinde normal füzyon halinde referans düzleminden öne doğru çıkmış biçimde görünecek şekilde disparite derecesine sahiptir. Stereopsis açısı test ile birlikte verilen çizelgeye bakılarak hesaplanır. Disparite derecesi 800- 40 sn/ark arasında değişmektedir. Hastaların, halkanın kenara doğru kaydığını algılamaları halinde bu durum stereoskopik görmeyi değerlendiremedikleri ve monoküler ipuçlarını kullanmakta oldukları anlamına gelecektir.

III) Hayvanlar: Halka testine benzerlik gösterir ama buradaki test, bir tanesi referans düzleminden daha ileride görülecek şekilde üç sıra hayvandan meydana gelir. Disparite derecesi 400 ile 100 ark sn arasında değişmektedir (6).

Randot Stereotest: 800-20 sn/ark arasında değişen 10 halka içerir. Titmus testinin aksine konturlarının olmaması yanlış pozitif cevapları önlemektedir.

TNO Testi: TNO random test, kırmızı ve yeşil noktaların bilgisayar tarafından özel olarak düzenlenmesi ile meydana gelmiş 7 plakadan oluşur. İlk 3 plaka stereoskopik görmenin varlığını saptar, diğerleri ise sayısal olarak ölçer. Kırk cm mesafeden kırmızı ve yeşil gözlükle test uygulanır. Dört yüzseksen ile 15 sn/ark arasında stereopsis ölçülebilir. Şekillerde monoküler ipucu olmadığı için güvenilir bir testtir. Titmusa göre daha kolaydır, 4 yaş ve sonrasında bu test uygulanabilir. Renk körlüğü bulunan hastalara uygulanamaz (6).

Lang'ın Vektografik Stereopsis Kartı: Üzerinde dağınık noktalar bulunan iki ayrı karttan oluşur. Özel gözlükler kullanılmaya gerek yoktur, hedefler yerleştirilmiş silindirik mercekler üzerinden dönüşümlü olarak her bir göz tarafından görülmektedir. Noktaların yer değiştirmesi disparite yaratır ve hastadan kart üzerinde yer alan yıldız gibi basit bir şekli göstermesi istenir. Lang testi, çok küçük çocuklarda ve resimlere dokunmak için uzanacakları için bebeklerde stereopsisin varlığını test etmekte özellikle yararlıdır. Klinisyen, çocuğun gözlerini bir resimden ötekine gezdirmesi sırasında göz hareketlerini de gözlemleyebilir (6).

Frisby: Her biri rastgele yerleştirilmiş küçük şekiller taşıyan dört adet karenin bulunduğu üç saydam plastik levhadan oluşur. Karelerden bir tanesinde gizlenmiş bir çember bulunur. Disparitenin levhanın kalınlığı tarafından yaratılmasından dolayı bu test için özel gözlüklerin kullanılması gerekmez. Altı yüz ile 15 ark sn arasındadır. Monoküler ipuçları sağlayabileceğinden dolayı plakaların ya da başın hareketine izin verilmemelidir (6).

2.5.4.3. Şaşılık Hastalarının Ortoptik Değerlendirilmesi

a) Kornea ışık refleksi (Hirschberg testi): Her iki korneadaki ışık reflestinin durumu pupillaya göre değerlendirilmektedir. Normalde ışık refleleri korneanın biraz santral nazal bölgesine düşmelidir. Fiksasyon ışığı 33 cm'den tutarak bakıldığında 1 mm'lik merkezden uzaklaşma 7 derecelik kaymaya denk gelir. Ezotropyada refle kornea

temporalinde; ekzotropyada kornea nazalinde izlenmektedir. Eğer refle pupil kenarında görülmüş ise kayma açısı yaklaşık 15 derece, limbusta ise 45 derecedir (6).

b) Prizma refle testi (Krimsky): Hirschberg testinin prizma yardımı ile yapılan şeklidir. Prizma, fiksasyon yapan gözün önüne tutulur ve pupillalardaki ışık refleleri gözlenir. Prizma değeri kaymanın miktarına eşit olduğunda ışık refleşi olması gereken yere gelecektir.

c) Örtme testi (heterotrophia tespiti için): Örtme testi hem yakın (33 cm) hem uzak (6 m) için tekrarlanmalıdır. Ortoforik kişilerde fiksasyon objesine bakıldığında her iki göz paraleldir ve gözler ayrı ayrı kapatıldığında düzeltici fiksasyon hareketi olmaz. Heterotrophiaya ise kaymayı düzelten göz hareketi görülmektedir. Eğer diğer göz kapatılırsa kaymanın olduğu tarafta hareket olur, yani kayan göz fiksasyon yapar. Sol göz kapatıldığında sağ gözde dışa doğru fiksasyon hareketi görülürse ezotrophia, içe doğru fiksasyon hareketi varsa ekzotrophia; sol göz kapatıldığında, sağ gözde aşağı doğru hareket varsa hipertrophia, yukarı doğru hareket varsa hipotrophia olarak adlandırılır. Bu testin temel dezavantajları, derin ambliopide kayan gözde fiksasyon hareketi izlenmemesi ve ekzantrik fiksasyonlu veya küçük açılı şaşılıkların tespit edilememesidir (6).

d) Örtme - açma testi (heteroforia tespiti için): Gözlerden biri kapatılarak füzyon ortadan kaldırılırsa; kapatılan gözde kayma ortaya çıkar. Bu durum heteroforia olarak isimlendirilir. Kapama diğer göze hızla geçirilir ve fiksasyon hareketi olup olmadığı bakılır. Bu testin dezavantajı, küçük foriyaların gözden kaçabilmesidir.

e) Alternan kapama ile prizma ölçme testi: Hastalarda kayma örtme testi ile belirlendikten sonra, kaymanın miktarı prizma örtme testi ile objektif olarak değerlendirilir. Alternan kapama ile füzyon ortadan kaldırılır. Prizmalar tabanlarına doğru ışığı kıldıklarından dolayı, prizmanın tepesi kaymanın yönüne doğru olmalıdır. Muayene sırasında her iki gözde de hareketin durduğu prizma değeri kayma miktarını gösterir. Bu test için foveal fiksasyon gereklidir. Bu test ile horizontal, vertikal ve latent kaymalar ölçülebilirken; torsiyonel kaymalar ölçülemez (6).

f) Maddox çubuğu testi: Maddox çubuğu belli kalınlıktaki cam çubuklardan (silindirlerden) yapılmıştır, küçük açılı kaymaların ölçümünde yararlıdır. Gözlerden birinin

önüne konulduğu zaman noktasal ışık kaynağı bir çizgi şeklinde görülür. Bu çizgi silindirlerin bulunduğu eksene 90° diktir. Hastanın bir gözünün önüne Maddox çubuğu konulur, diğ er göz ü ışık kaynağına bakması istenir. Görülen çizgi, yerleştirilmesine göre vertikal veya horizontaldir. Eğer çizgi ışık kaynağının ortasından geçiyorsa kayma yoktur. Diğ er türlü prizma ile çizginin ortasından geçmesine çalışılır. Bu prizma değ eri kayma miktarıdır. Forya ile tropyayı ayıramaz (6).



3. GEREÇ VE YÖNTEM

Araştırma Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu'nun (protokol no:2019/94) onayı ile prospektif olarak Aydın Adnan Menderes Uygulama ve Araştırma Hastanesi Göz Hastalıkları Polikliniğinde 1 Temmuz - 5 Kasım 2019 tarihleri arasında yapıldı. Çalışma protokolü, Helsinki Bildirgesi'nin ilkelerine bağlı kaldı. Tüm katılımcılardan yazılı onay alındı.

3.1. Olgular

Elli sağlıklı, 20-30 yaş arası gönüllü erişkin çalışma kapsamında değerlendirildi. Dışlama kriterleri; ambliyopi, glokom, katarakt gibi oküler hastalıklar, şaşılık ve katarakt gibi geçirilmiş oküler cerrahi öyküsü, multiple skleroz ve myastenia gravis gibi oküler fonksiyonları etkileme olasılığı mevcut olan sistemik hastalık bulunması ve gebelik, laktasyon benzeri fizyolojik durumlarıdır.

Kişiler sabit mesafe ve sürede öncelikle hiçbir yakın aktivitenin yapılmadığı görsel, akomodasyon, konverjans, motilite, binoküler fonksiyonlar ve refraksiyon değerleri açısından değerlendirildi ve bu kontrol grubunu oluşturdu. Aynı kişiler üzerinde akıllı telefon kullanımı, kitap okuma gibi iki farklı yakın aktivite sonrasında ölçümler tekrarlandı. Kontrol grubu, telefon grubu ve kitap okuma grubu şeklinde kaydedilen üç grup birbiriyle kıyaslanmıştır.

3.2. Çalışma Ortamı

Aktiviteler 40 cm mesafede 30 dk boyunca gerçekleştirildi. Zamanlı etkiyi önlemek için kitap okuma ve akıllı telefon kullanımı sırası rastgele belirlendi. Kitap olarak, "Mustafa Kemal " film olarak ise "Şampiyon" filmi seçildi. Kitap 13,5x 23 cm boyutlarındadır ve fontu 3,5 mm yükseklikte Türkçe harfler içermektedir. Telefon Samsung Galaxy A50 model olup; ekran boyutu 6,4 inç ve ekran çözünürlüğü 1080x2340 pikseldir. Telefonun aydınlatma ayarı için de otomatik özellik seçilerek tüm kişilerde eşit olması sağlandı. Akıllı telefon 20-25° çalışma açısı ile tripot yardımıyla sabitlendi. Film izleme ve kitap okuma aktivitesi ve bu aktiviteler sonrası değerlendirmeler aynı odada 370 lüks aydınlatma altında yapıldı.

3.3. Ölçümler

Ölçümler için deneme çerçevesi, görme eşeli, prizma ve lensler, uluslararası standartlara uygun Türkçe yakın okuma eşeli, örtme testi, yakın fiksasyon objesi, konverjans ve akomodasyon cetveli, TNO stereotest kitabı, kırmızı-yeşil gözlük, NIDEK tonoref II - auto ref/kerato/tonometer kullanıldı. Tüm ölçümler tek bir hekim (DG) tarafından gerçekleştirildi.

Görme keskinliği: Early Treatment Diabetic Retinopathy Study (ETDRS) eşeli ile görme keskinliği bakıldı.

Örtme testi: Uzak ve yakın mesafede heteroforia varlığı kaydedildi, varsa prizmalar ile prizma örtme testi yapılarak sayısal değeri alındı. Kayma varlığı ve miktarı olgularda rutin olarak yapılan açma-örtme testi, alternan kapama testi ve alternan prizma örtme testi ile belirlenmiştir. Ölçümler yakın mesafe için 33 cm'den üzerinde küçük detaylar içeren fiksasyon objesine, uzakta ise en az 6 m uzaklıktaki fiksasyon objesine baktırılarak yapılmıştır. Kayıt formuna uzak ve yakın camsız kayma miktarı, uzak ve yakın camlı kayma miktarı PD olarak not edildi.

Göz hareketleri: Dokuz bakış yönünde değerlendirildi.

Gradient metodu ile AK/A oranı ölçülmesi: Otuzüç cm de akomodatif hedefe bakarken prizma ile önce refraksiyon kusurunun tam düzeltildiği refraksiyon derecesi ile yakın kayma ölçümü yapıldıktan sonra bu tahsihe + 3.00 D ilave edilerek akomodasyon gevşetilmiş ve ölçüm tekrarlanmıştır. İki ölçüm arası fark 3 e bölünerek AK/A bulunur.

Push-up metodu ile AA ölçülmesi: Akomodasyon amplitüdünü ölçmek için en yaygın ve en basit yöntem budur. Ayrıca Donder'ın yöntemi olarak da adlandırılır, çünkü ilk önce Donders tarafından 1864'te tanımlanmıştır. Tek göz kapatılarak, yakın eşelindeki 0,8 düzeyindeki yazılar okuma mesafesinden sonra giderek göze yaklaştırılır. Hedef, harflerin sürekli bulanıklaştığı bildirilene kadar yaklaşık 1 cm / sn hızında yavaşça hareket ettirildi. Olgulardan hedefin göze ilerledikçe bulanıklaştığı noktayı söylemesi istendi, 2-3 sn beklemede bulanıklığın devam ettiği yer kaydedildi. Yazının bulanıklaştığı en yakın mesafe cm cinsinden elde edildi. Yüz rakamının bu sayıya bölünmesiyle bulunan değer D cinsinden ifade edilir. Muayene 3 kez tekrarlanarak ortalama alındı (Resim 1).



Resim 1. Push-up Metodu ile AA llmesi

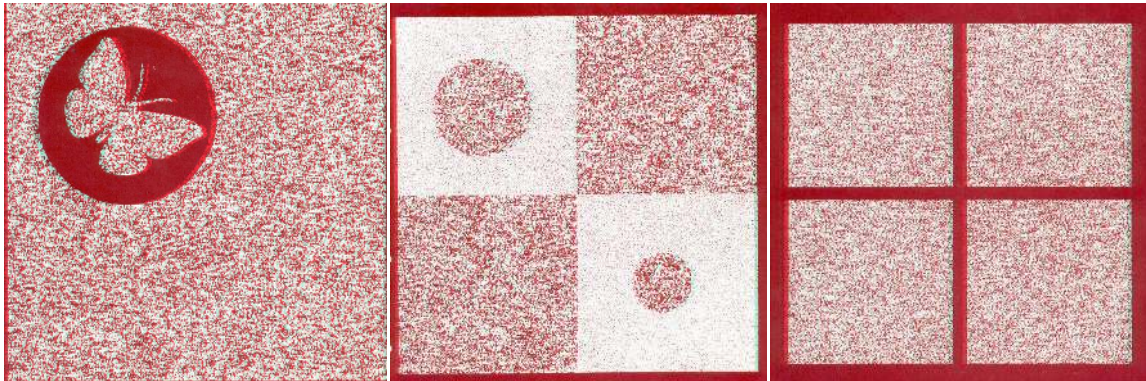
Pozitif ve negatif rölatif akomodasyon değeri llmesi (PRA ve NRA): Artı ve eksi gte lensler ile 40 cm mesafedeki hedef üzerinde olgunun çerçevesinin üzerine okuma yapamayana kadar +0.25 D / 2 sn adımlarla (+/-) mercekler eklendi. Bu noktada (+) lenslerin toplam miktarı, negatif rölatif akomodasyon (NRA) eklenen toplam (-) lens miktarı pozitif rölatif akomodasyon(PRA) değeri olarak alındı.

Konverjansın yakın noktasının (KYN) llmesi: Elli cm uzunluğunda bir cetvel yardımıyla, yakın fiksasyon objesi ile KYN, cm cinsinden ölçüldü. Olgulardan hedefi tek tutmaları istenildi. Diplopi veya binokülarite kaybı gözlemlediğini bildirilene kadar yavağça onlara doğru 1 cm / sn sabit bir hızda hareket ettirildi. Hassasiyeti artırmak için 3 ölçüm yapıldı, ortalaması KYN olarak kaydedildi (Resim 2).



Resim 2. Konverjansın Yakın Noktasının Ölçülmesi

Konverjans ve diverjans amplitüdü ölçülmesi: Prizma çubuğunun TD, tabanı içeride (Tİ) camlarıyla yakın (40 cm) ve uzak (6 m) mesafelerde basamak yöntemi kullanılarak ölçüldü. Optik düzeltme yapıldıktan sonra hedefe odaklanmaları istenerek sağ gözün önüne prizma çubuğu konuldu. Görüntü çift olana kadar prizmalar 2 PD/ sn hızında kaydırıldı. Prizma adaptasyonunun TD prizmalarına etkisini kontrol etmek için, negatif füzyonel verjans ölçümleri daha önce tamamlandı. Tabanı dışarıda ve Tİ prizmalarının bulanık olduğu prizma güçleri sırasıyla pozitif ve negatif füzyonel verjanslar (PFV ve NFV) olarak kaydedildi. Kırılma noktası füzyonel verjans için kaydedildi.



Resim 3. TNO Stereotest Plakalarından Örnekler

Stereopsis ölçümü: TNO ile stereopsis; global stereopsis için klinik bir test olan TNO Stereo testi (Lameris Intrumenten, Groenekan, Hollanda, 9. veya 10. baskı <http://www.ootech.nl/>) 40 cm mesafede yapıldı (Resim 3). Kırmızı / yeşil anaglif stereo gözlük takarken, Plaka I de kelebeği görmesi, Plaka II de büyüklükleri farklı 4 top ve de Plaka III te 4 farklı geometrik şekli görmesi gerekti. Bu tarama ve tanıma aşamasının ardından, Plaka V-VII kullanılarak eşik ölçümler alındı. Bu plakalarda, bir parçası eksik pasta şeklinin eksik kısmını göstermesi istenir. Test edilen seviyeler: 480, 240, 120, 60, 30 ve 15 sn arktır. Her seviye için, sınırsız bir süre için iki uyaran gösterilmiştir. Derecelendirme yapılan ilk plakada, sayfa açılmasından ilk objeyi algılayana kadar geçen süre için kronometre eşliğinde ölçüm yapıldı, hem stereopsis gücü hem de ilk objeyi algıladığı süre kaydedildi.

Otorefraktometre ile düzeltilmemiş sferik ekivalan (SE) değeri: Düzeltilmemiş refraksiyon kusuru (küresel ve silindirik), ilk muayene anında siklopleji olmadan ölçülüp (NIDEK tonoref II - auto ref/kerato/tonometer), ortalama D, SE (sferik değer) + (silindirik değer/2)) olarak hesaplandı. Görevler tamamlandıktan sonra bazı miyopik kaymaların meydana gelip gelmediğini araştırmak için tekrar ölçülüp, görevden önce ölçülen düzeltilmemiş SE D olarak karşılaştırıldı.

Aynı kişiler üzerinde tekrarlanan muayeneler gruplandırılırken; hiçbir yakın aktivitenin yapılmadığı ilk ölçümler kontrol grubu olarak alındı. Bundan sonra, sabit aydınlatılmış bir oda ve sabit bir pozisyonda 40 cm mesafeden 30 dk boyunca bir kitap okumaları istendi, ölçümler tekrarlandı ve bu grup kitap okuma grubu olarak kaydedildi. Bir başka oturumda ise aynı ortam, mesafe ve konumda tek bir telefondan 30 dk boyunca bir film izlenmesi istendi. Yeniden ölçümler tekrarlandı ve bu grup da telefon grubu olarak kaydedildi. Akıllı telefon kullanımı, kitap okuma gibi yakın aktiviteler ile kontrol grubu birbiriyle kıyaslanmıştır. Aktivitelerin sonunda ise gönüllülerden okuma veya izleme sırasında not edilen herhangi bir öznel semptomu değerlendirmek için 5 soruluk basit bir anket yapıldı (Ek-1).

1- Ağrılı gözler, kuruluk, acı, yanma, kaşıntı gibi şikayetler hissettiniz mi?

2- Bulanık görme, gölgeli görme, baş ağrısı, göz yorgunluğu ve çift görme, mesafeler arası odaklanma zorluğu gibi semptomlar hissettiniz mi?

3- Günlük hayatta kesintisiz 30 dk ve daha fazla sürede telefon ile ilgilendiğiniz oluyor mu?

4- Günlük hayatta kesintisiz 30 dkve daha fazla kitap/ yazılı metin okuduğunuz oluyor mu?

5- Bir metin okuyacak olsanız nasıl bir yöntem tercih edersiniz?

Bir kez de tropikamid ile sikloplejili SE değeri ölçülerek potansiyel refraksiyon kusuru değerlendirildi.

3.4. İstatistiksel Analiz

Nicel değişkenlerin normal dağılım varsayımını sağlayıp sağlamadıkları Kolmogorov-Smirnov testi ile kontrol edildi. Normal dağılım gösteren değişkenler için tanımlayıcı istatistikler ortalama $\pm$ standart sapma ($Ort \pm SD$), normal dağılım göstermeyen değişkenler için tanımlayıcı istatistikler medyan (25.-75.persantil) olarak verildi. Kategorik değişkenler için tanımlayıcı istatistikler frekans (%) şeklinde verildi. Kontrol, kitap okuma ve telefon grupları arasındaki farka ilişkin tekrarlı ölçümler arasında fark olup olmadığı Friedman testi ile kıyaslandı. $p < 0,05$ olan değerler istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

4. BULGULAR

4.1. Demografik Özellikler

Tüm olguların ortalama yaşı $25,16 \pm 2,74$ yıl idi. Olguların 25'i (%50) erkek, 25'i (%50) kadındı. Bütün olgularda Monoküler olarak uzak mesafede (6 m) tam görme keskinliği (camsız veya düzeltilmiş) mevcuttu. Sikloplejili otorefraksiyon (OR) değerleri sağ ve sol göz arasında fark saptanmayan olgularda, SE değeri göz önüne alınarak -0,5 üzeri olanlar miyopik olarak değerlendirildi, olguların 20'si (% 40) miyoptu. -0,50 ve + 0,50 arası olanlar emetrop olarak değerlendirildi, olguların 21'i (% 42) emetroptu. +0,50 üzeri olanlar hipermetrop olarak değerlendirildi, olguların 9'u (%18) hipermetropikti. Grup içinde 33 (%66) kişinin ortoforik olduğu görüldü; 2 (%4) kişide ezoforya, 15 (%30) kişide ekzoforya tespit edildi (Tablo I).

Tablo I. Demografik Özellikler

Değişkenler		Tanımlayıcı İstatistikler
Yaş (ort.±ss)		25,16 ± 2,74
Cinsiyet(n,%)	Kadın	25 (50)
	Erkek	25 (50)
Refraksiyon (n,%)	Miyop	20 (40)
	Emetrop	21 (42)
	Hipermetrop	9 (18)
Sikloplejili OR (medyan (25.-75.persantil)	OD	0,00 (-1,15 – 0,37)
	OS	0,00 (-1,63 – 0,53)
Heteroforya (n,%)	Ortoforik	33(66)
	Ekzoforya	15(30)
	Ezoforya	2(4)

OR: Oturefraksiyon

4.2. Akomodasyon Parametreleri

Akomodatif konverjans/ akomodasyon oranının kontrol grubu için (K-AK/A) medyan değeri (25.-75.persantil) 2,66 (2,00 – 3,50) , kitap okuma sonrası AK/A (KO-AK/A) 2,00 (1,58 – 2,66), telefon kullanımı sonrası AK/A (T- AK/A) 2,00 (1,33 – 2,66) olarak kaydedildi. AK/A oranı her iki yakın aktivite grubunda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azalmakla birlikte ($p < 0,001$), iki aktivite grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (Tablo II) (Şekil 7).

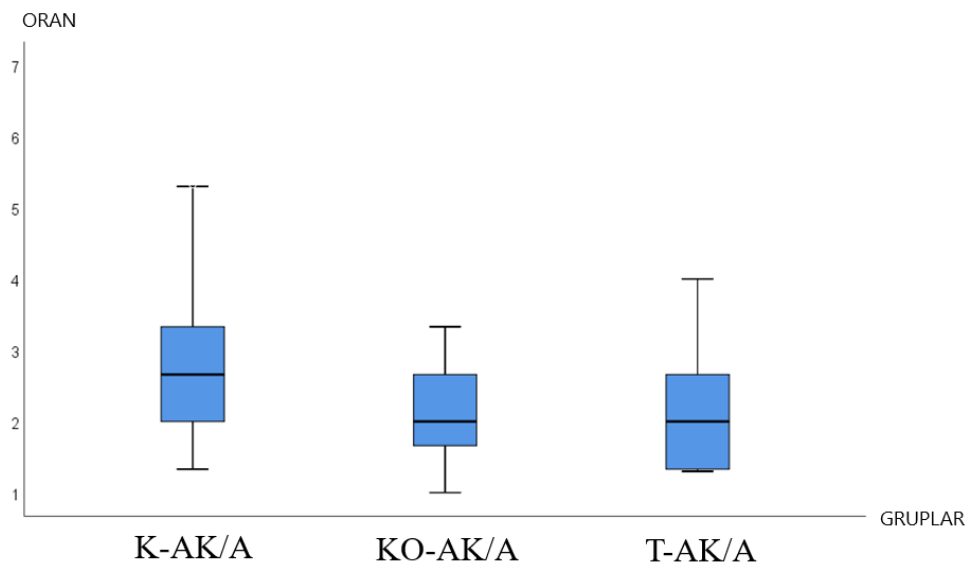
Monoküler AA değerlerine bakıldığında; sağ göz AA medyan değeri (25.-75.persantil) K-AA 10,00 D (8,33 – 11,27 D), KO-AA 9,09 D (7,67 – 10,00 D), T-AA 9,09 D (7,14 – 10,00 D) bulunmuştur. Sol göz AA medyan değeri (25.-75.persantil) K-AA 10,00 D (8,33 – 11,26 D), KO-AA 8,71 D (7,69 – 10,00 D), T-AA 8,71 D (7,69 – 10,00 D) bulunmuştur. Sağ ve sol göz için AA her iki yakın aktivite ile istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azalmakla ($p < 0,001$) birlikte iki aktivite grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (Tablo II). Ortalama değer olarak bakıldığında sağ göz AA değerinde kitap okuma grubunda kontrol grubuna göre 1.10 D, telefon grubunda kontrol grubuna göre 1,14 D olacak şekilde azalma tespit edildi. Ortalama değer olarak bakıldığında sol göz AA değerinde kitap okuma grubunda kontrol grubuna göre 1.49 D, telefon grubunda kontrol grubuna göre 1,40 D olacak şekilde azalma tespit edildi.

Tablo II. Akomodatif Konverjans /Akomodasyon Oranı ve Akomodasyon Amplitüdü İçin Tekrarlı Ölçümlerin Gruplar Arası Karşılaştırılması

Gruplar	Ort±SD		Medyan (25.-75.persantil)		p
K-AK/A ve KO - AK/A	3,01±1,16	2,24±0,88	2,66 (2,00 – 3,50)	2,00 (1,58 – 2,66)	< 0,001
K-AK/A ve T-AK/A	3,01±1,16	2,04±0,67	2,66 (2,00 – 3,50)	2,00 (1,33 – 2,66)	< 0,001
KO- AK/A ve T-AK/A	2,24±0,88	2,04±0,67	2,00 (1,58 – 2,66)	2,00 (1,33 – 2,66)	0,395
K-AA ve KO- AA (OD) (D)	10,17±2,05	9,07±2,00	10,00 (8,33 – 11,27)	9,09 (7,67 – 10,00)	< 0,001
K-AA ve T- AA (OD) (D)	10,17±2,05	9,03±2,50	10,00 (8,33 – 11,27)	9,09 (7,14 – 10,00)	< 0,001
KO- AA ve T- AA(OD) (D)	9,07±2,00	9,03±2,50	9,09 (7,67 – 10,00)	9,09 (7,14 – 10,00)	0,617
K-AA ve KO- AA (OS) (D)	10,44±2,46	8,95±1,84	10,00 (8,33 – 11,26)	8,71 (7,69 – 10,00)	< 0,001
K-AA ve T- AA (OS) (D)	10,44±2,46	9,04±2,25	10,00 (8,33 – 11,26)	8,71 (7,69 – 10,00)	< 0,001
KO- AA ve T- AA (OS) (D)	8,95±1,84	9,04±2,25	8,71 (7,69 – 10,00)	8,71 (7,69 – 10,00)	0,881

AK/A: Akomodatif konverjans /akomodasyon oranı, AA: Akomodasyon amplitüdü, K: Kontrol grubu, KO: Kitap okuma grubu, T: Telefon grubu, OD: Optik dekster, OS: Optik sinister, D:Diyoptri

Pozitif rölatif akomodasyon medyan değeri (25.-75.persantil) olarak K-PRA -3,25 D (-4,00 – -2,50), KO-PRA -3,00 D (-3,50 – -2,00), T-PRA -3,25 D (-4,00 – -2,50) olarak bulunmuştur. Değerler arasında üç grup için istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu (Tablo III).



Tablo III. Rölatif Akomodasyon Değerleri İçin Tekrarlı Ölçümlerin Gruplar Arası Karşılaştırılması

Gruplar	Ort±SD		Medyan (25.-75.persantil)		P
K- PRA ve KO- PRA (D)	-3,32±1,25	-3,00±1,09	-3,25 (-4,00 – -2,50)	-3,25 (-4,00 – -2,50)	0,067
K- PRA ve T- PRA (D)	-3,32±1,25	-3,12±1,25	-3,25 (-4,00 – -2,50)	-3,25 (-4,00 – -2,50)	0,096
KO- PRA ve T- PRA (D)	-3,00±1,09	-3,12±1,25	-3,00 (-3,50 – -2,00)	-3,25 (-4,00 – -2,50)	0,125
K- NRA ve KO- NRA (D)	2,63±0,63	2,50±0,58	2,75 (2,19 – 3,00)	2,50 (2,00 – 3,00)	0,099
K- NRA ve T- NRA (D)	2,63±0,63	2,39±0,55	2,75 (2,19 – 3,00)	2,50 (2,00 – 2,75)	< 0,001
KO- NRA ve T- NRA (D)	2,50±0,58	2,39±0,55	2,50 (2,00 – 3,00)	2,50 (2,00 – 2,75)	0,051

PRA: Pozitif rölatif akomodasyon, NRA: Negatif rölatif akomodasyon, KO: Kitap okuma grubu, T: Telefon grubu, OD: Optik dekster, OS: Optik sinister, D:Diyoptri

4.3. Füzyonel Verjans Parametreleri

Yakın PFV için medyan (25.-75.persantil) değerleri, K-Yakın PFV 25,00 D (14,00 – 35,00 D), KO-Yakın PFV 20,00 D (14,00 – 30,00 D), T-Yakın PFV 20,00 D (14,00 – 30,00 D)'dir. Yakın PFV değeri kontrol grubuna göre her iki yakın aktivite ile istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azalmakla ($p= 0,046$ ve $p=0,19$) birlikte iki aktivite grubu arasında fark saptanmadı (Tablo IV).

Uzak PFV için medyan (25.-75.persantil) değerleri K-Uzak PFV 16,00 D (11,50 – 20,00 D), KO- Uzak PFV 14,00 D (10,00 – 20,00 D), T- Uzak PFV 16,00 D (9,50 – 20,00 D) bulunmuştur. Uzak PFV için üç grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu (Tablo IV).

Yakın NFV için medyan (25.-75.persantil) değerleri K-Yakın NFV 14,00 D (10,00 – 16,00 D), KO-Yakın NFV 12,00 D (9,50 – 14,00 D), T- Yakın NFV 12,00 D (10,00 – 14,50 D) bulunmuştur. Yakın NFV değeri bakımından kontrol grubu ile telefon aktivitesi grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmezken, kitap okuma grubunda kontrol grubuna göre NFV istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azalmıştı ($p< 0,021$) (Tablo IV).

Uzak NFV için medyan (25.-75.persantil) değerleri K-Uzak NFV 8,00 D (7,50 – 10,00 D), KO- Uzak NFV 8,00 D (6,00 – 10,00 D), T- Uzak NFV 8,00 D (6,00 – 8,50 D) bulundu. Uzak diverjans amplitüdü yani uzak NFV değeri kontrol grubu ve kitap okuma grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmezken, telefon aktivitesi sonrasında kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azalmıştı ($p=0,019$) (Tablo IV).

Tablo IV. Verjans Amplitütleri İçin Tekrarlı Ölçümlerin Gruplar Arası Karşılaştırılması

Gruplar	Ort±SD		Medyan (25.-75.persantil)		P
K- Y.PFV ve KO- Y.PFV (D)	25,00± 10,95	22,02± 10,81	25,00 (14,00 – 35,00)	20,00 (14,00 – 30,00)	0,046
K- Y.PFV ve T- Y.PFV (D)	25,00± 10,95	22,08± 10,54	25,00 (14,00 – 35,00)	20,00 (14,00 – 30,00)	0,019
KO- Y.PFV ve T- Y.PFV (D)	22,02± 10,81	22,08± 10,54	20,00 (14,00 – 30,00)	20,00 (14,00 – 30,00)	0,726
K- U.PFV ve KO- U. PFV (D)	16,92± 7,79	16,16± 7,12	16,00 (11,50 – 20,00)	14,00 (10,00 – 20,00)	0,285
K- U.PFV ve T- U.PFV (D)	16,92± 7,79	15,26± 6,69	16,00 (11,50 – 20,00)	16,00 (9,50 – 20,00)	0,309
KO- U.PFV ve T- U.PFV (D)	16,16± 7,12	15,26± 6,69	14,00 (10,00 – 20,00)	16,00 (9,50 – 20,00)	0,293
K-Y.NFV ve KO- Y. NFV (D)	13,70±4,70	12,28±4,17	14,00 (10,00 – 16,00)	12,00 (9,50 – 14,00)	0,021
K- Y.NFV ve T- Y.NFV (D)	13,70±4,70	12,74±4,38	14,00 (10,00 – 16,00)	12,00 (10,00 – 14,50)	0,110
KO- Y.NFV ve T- Y.NFV (D)	12,28±4,17	12,74±4,38	12,00 (9,50 – 14,00)	12,00 (10,00 – 14,50)	0,484
K- U.NFV ve KO- U.NFV (D)	8,44±2,36	8,08±2,09	8,00 (7,50 – 10,00)	8,00 (6,00 – 10,00)	0,342
K- U.NFV ve T- U.NFV (D)	8,44±2,36	7,49±2,16	8,00 (7,50 – 10,00)	8,00 (6,00 – 8,50)	0,019
KO- U.NFV ve T- U.NFV (D)	8,08±2,09	7,49±2,16	8,00 (6,00 – 10,00)	8,00 (6,00 – 8,50)	0,162

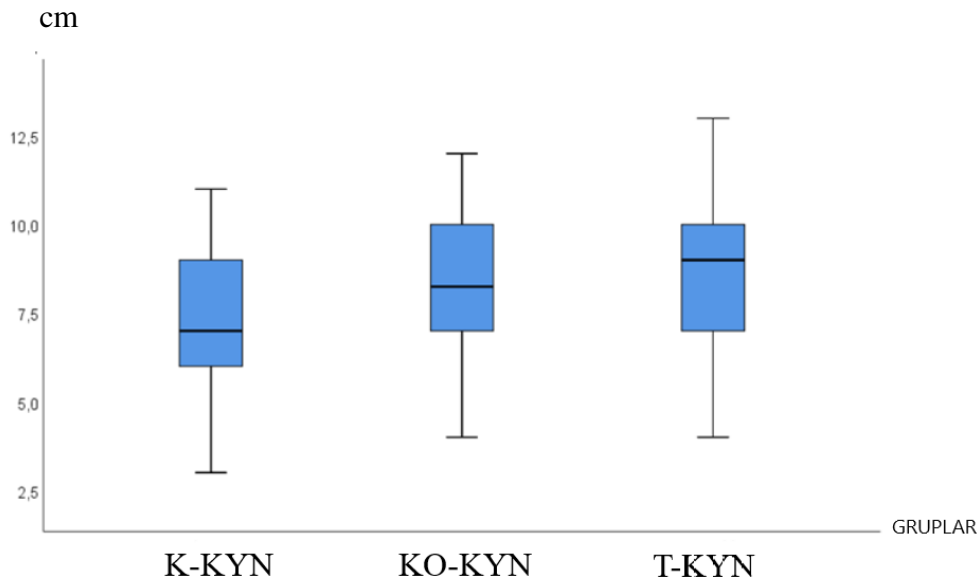
PFV: Pozitif füzyonel verjans, NFV: Negatif füzyonel verjans, KO: Kitap okuma grubu, T: Telefon grubu, OD: Optik dekster, OS: Optik sinister, D:Diyoptri, Y.: Yakın, U.: Uzak

Konverjansın yakın noktası, kontrol grubuna göre her iki yakın aktivite ile istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artış gösterdi ($p < 0,001$). Telefon aktivitesi sonrası KYN, istatistiksel olarak anlamlı değilse de kitap okumaya göre daha yüksek olarak saptandı. Medyan değerler (25.-75.persantil) K-KYN 7,00 (6,00 – 9,00) cm, T-KYN 9,00 (7,00 – 10,00) cm, KO-KYN 8,25 (7,00 – 10,00) cm olarak bulunmuştur (Tablo V) (Şekil 8).

Tablo V. Konverjansın Yakın Noktası İçin Tekrarlı Ölçümlerin Gruplar Arası Karşılaştırılması

Gruplar	Ort±SD		Medyan (25.-75.persantil)		p
K-KYN ve KO-KYN(cm)	7,06±1,99	8,20±1,74	7,00 (6,00 – 9,00)	8,25 (7,00 – 10,00)	< 0,001
K-KYN ve T-KYN(cm)	7,06±1,99	8,52±1,84	7,00 (6,00 – 9,00)	9,00 (7,00 – 10,00)	< 0,001
KO-KYN ve T-KYN(cm)	8,20±1,74	8,52±1,84	8,25 (7,00 – 10,00)	9,00 (7,00 – 10,00)	0,211

KYN: Konverjansın yakın noktası, KO: Kitap okuma grubu, T: Telefon grubu, OD: Optik dekster, OS: Optik sinister, D:Diyoptri



Şekil 8. KYN Değerlerinin Farklı Grup Aktiviteleri ile Değişimi

4.4. Refraksiyon Değerleri

Sferik ekivalan değerleri açısından bakıldığında sağ göz medyan (25.-75.persantil) SE değerleri, K-SE -1,00 D (-1,90 – -0,37 D) idi. Kitap okuma sonrası -0,62 D (-1,84 – -0,12 D), telefon aktivitesi sonunda -0,81 D (-1,72 – -0,12 D) idi. Sol göz (OS) değerleri K-

SE -0,75 D (-2,03 – -0,25 D), kitap okuma sonrası -0,68 D (-2,25 – -0,22 D), telefon aktivitesi sonunda -0,69 D (-2,06 – -0,22 D) olarak bulundu.

Sağ göz SE değeri her iki yakın aktivite ile miyopik değerlerde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azalma olmuş($p=0,028$ ve $p=0,014$), kitap ve telefon grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır. Sol göz için gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu (Tablo VI) .

Tablo VI. Sferik Ekivalan Değerleri İçin Tekrarlı Ölçümlerin Gruplar Arası Karşılaştırılması

Gruplar	Ort±SD		Medyan (25.-75.persantil)		p
K-SE ve KO- SE (OD) (D)	-1,51±1,99	-1,36±2,01	-1,00 (-1,90 – -0,37)	-0,62 (-1,84 – -0,12)	0,028
K-SE ve T- SE (OD) (D)	-1,51±1,99	-1,35±2,00	-1,00 (-1,90 – -0,37)	-0,81 (-1,72 – -0,12)	0,014
KO- SE ve T- SE(OD) (D)	-1,36±2,01	-1,35±2,00	-0,62 (-1,84 – -0,12)	-0,81 (-1,72 – -0,12)	0,803
K-SE ve KO- SE (OS) (D)	-1,44±1,97	-1,39±2,09	-0,75 (-2,03 – -0,25)	-0,68 (-2,25 – -0,22)	0,158
K-SE ve T- SE (OS) (D)	-1,44±1,97	-1,42±2,00	-0,75 (-2,03 – -0,25)	-0,69 (-2,06 – -0,22)	0,775
KO- SE ve T- SE (OS) (D)	-1,39±2,09	-1,42±2,00	-0,68 (-2,25 – -0,22)	-0,69 (-2,06 – -0,22)	0,255

SE: Sferik ekivalan, KO: Kitap okuma grubu, T: Telefon grubu, OD: Optik dekster, OS: Optik sinister, D:Diyoptri

4.5. Heteroforia Değerleri

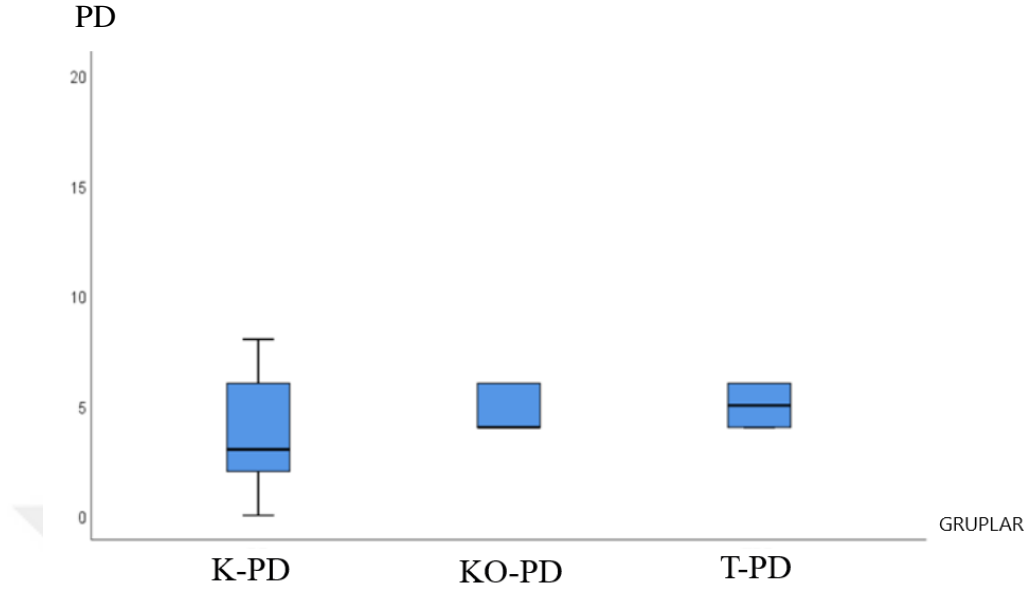
Olgulardan 2 (%4) kişide ezoforya, 15(%30) kişide ekzoforya mevcuttu. 2(%4) kişide yakın aktivite sonrası ekzoforya tespit edildi.

Ekzoforya gözlenen kişilerin, kendi içinde ayrıldığında kontrol grubundaki kayma miktarı medyan (25.-75.persantil) olarak 4,00 PD (2,00 – 6,00 PD), kitap okuma sonrası 4,00 D (4,00 – 6,00 PD), telefon sonrası 6,00 PD (4,00 – 6,00 PD) bulundu. Ekzoforya tespit edilenlerdeki kayma ölçümleri bakıldığında, kontrol grubuna göre her iki yakın aktivite ile istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artmıştı ($p < 0,001$) (Şekil 9). Telefon ve kitap okuma grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu (Tablo VII).

Tablo VII. Ekzoforya Değerleri İçin Tekrarlı Ölçümlerin Gruplar Arası Karşılaştırılması

Gruplar	Ort±SD		Medyan (25.-75.persantil)		p
K- PD ve KO- PD	4,70± 4,57	6,11± 5,02	4,00 (2,00 – 6,00)	4,00 (4,00 – 6,00)	<0,001
K- PD ve T- PD	4,70± 4,57	6,47± 4,87	4,00 (2,00 – 6,00)	6,00 (4,00 – 6,00)	<0,001
KO- PD ve T- PD	6,11± 5,02	6,47± 4,87	4,00 (4,00 – 6,00)	6,00 (4,00 – 6,00)	0,257

KO: Kitap okuma grubu, T: Telefon grubu, OD: Optik dekster, OS: Optik sinister, PD: Prizm Diyoptri



Şekil 9. Ekzoforya Değerlerinin Farklı Grup Aktiviteleri ile Değişimi

4.5. Stereopsis

TNO ile stereopsis ölçümüne bakıldığında, medyan TNO değeri 60 ark/sn (min.-480 – max.15) olarak kaydedildi. İlk şeklin algılanma süresinin medyan değeri 3 sn (min. 1- max.10) olarak kaydedildi. İlk şekli 10 sn’de algılayan kişinin stereopsis değeri de 60 ark/sn idi (Tablo VIII).

Tablo VIII. TNO ve İlk Algılama Süresi

Değişkenler	Ort±SD	Medyan (25.-75.persantil)	Min.-Max
TNO (ark/sn)	80,40±76,94	60 (60 – 60)	15 – 480
Kronometre (sn)	3,28±1,97	3 (2 – 4)	1 – 10

4.6. Anket

Beş soruluk mini anketimiz, kişilerin öznel semptomlarını değerlendirmek ve sonuçlarla ilişkisini belirlemek için yapılmıştır(Ek -1) . Kuru göz semptomları ile ilgili ilk soruda kitap okurken 24 kişi(% 48), telefon kullanımı sırasında 16 kişi (% 32) kuru göz semptomları bildirilmiştir. Astenopik şikayetler açısından sonuçlar kitap okuma ve film izleme esnasında sırasıyla 23 (% 46) ve 14(% 28) kişi olarak bildirildi. Olgularda % 96 ve % 68 oranında günlük yarım saat ve üzeri telefon kullanımı ve kitap okuma oranı mevcuttu. Kişilerin %78’i eğer bir metin okumak zorunda olsalar basılı metin okumayı

tercih edeceklerini, okuma aktivitesi için uzun süre dijital ortamda rahat edemeyeceklerini hissettiklerini bildirdiler. 3 (% 6) kişi telefonda okuyabileceğini, 8 (% 16) kişi bilgisayardan okuyabileceğini bildirdi (Tablo IX).

Tablo IX. Anket Sonuçları

Sorular		Sayı (%)	
1) Kuru göz semptomları a-Kitap okuma esnasında	Evet	24 (48)	
	Hayır	26 (52)	
	b-Telefon kullanımı esnasında	Evet	16 (32)
	Hayır	34 (68)	
2) Astenopik semptomlar a-Kitap okuma esnasında	Evet	23 (46)	
	Hayır	27 (54)	
	b-Telefon kullanımı esnasında	Evet	14 (28)
	Hayır	36 (72)	
3) Kesintisiz yarım saat üzeri telefon kullanımı	Evet	48 (96)	
	Hayır	2 (4)	
4) Kesintisiz yarım saat üzeri kitap okuma	Evet	34 (68)	
	Hayır	16 (32)	
5) Okuma tercihi	Basılı Metin	39 (78)	
	Telefon	3 (6)	
	Bilgisayar	8 (16)	

5. TARTIŞMA

Dijital elektronik cihazlar dediğimizde masaüstü monitörler, dizüstü bilgisayarlar, tabletler, akıllı telefonlar hatta küçük akıllı saatlere kadar çeşitli şekil ve boyutlardaki ekran formatlarını kapsamaktadır. Günümüzde tipik bir dijital tüketici ortalama dört cihaza sahiptir (72). Kullanılan dijital cihazların geniş çeşitliliği, beraberinde çok çeşitli çalışma mesafeleri, yazı tipi boyutları, bakış açıları, ışık yoğunluğu ve kontrastları beraberinde getirir.

Görsel ekran birimlerinin kullanıcıları arasında bir grup oküler ve oküler olmayan semptomlar görülmektedir. Oküler semptomlar ekran kullanıcıları arasında daha sık görülür (73). Bu durumu tanımlamak için daha önceki yıllarda “ bilgisayar görme sendromu” terimi literatürde yaygın olarak kullanılmıştır. Bu sendrom bilgisayar kullanıcılarının %20–40’ı tarafından bildirilmiştir (74-76). Bununla birlikte, günümüzde birçok başka dijital cihaz ortak kullanımda olduğundan, “dijital göz yorgunluğu” daha uygun bir tanım olarak ortaya konmuştur. Dijital göz yorgunluğu; dijital cihazların kullanımıyla ilişkili görme bozukluğu ve/veya oküler konforsuzluk ile karakterize olan; gözlerde kamaşma, odaklanamama ve kuruluk gibi semptomlara neden olan bir stres durumudur (84). Çeşitli araştırmacılar tarafından bildirildiği gibi, % 25- 93 arasında olduğu tahmin edilmektedir (74-83).

Bugüne kadar, öznel bilgisayar semptomları ve görsel fonksiyonlarla ilgili çalışmalar esas olarak ilgili bilgisayar görme sendromlarını araştırmak için yapılmıştır (73, 85, 86). Avuç içi cihazlar ve bilgisayarlar arasındaki semptomlardaki örtüşmeye rağmen, bu semptomların etiyolojisinde önemli farklılıklar olması muhtemeldir. Akıllı telefonlar ve tabletler, dikey düzlemde daha büyük bir ekran, harici klavye ve fare içeren bilgisayarlara kıyasla küçük el tipi cihazlardır. Özellikle elde taşınabilir akıllı telefon kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Son 10 yılda akıllı telefon satışlarının %17 den %78’e ulaştığı; 16-24 yaş arasındaki kişilerin günde 14 saati aşkın süreyi medya ve iletişim cihazlarıyla geçirdiği tespit edilmiştir (87).

Son zamanlarda, Bababekova ve ark. elde tutulan akıllı telefonların yazı tipi boyutunun gazete baskısına eşit veya baskıdan daha küçük olduğunu; akıllı telefonlarla çalışma mesafesinin 40 cm’lik tipik basılı metnin okuma mesafesinden daha yakın

olduğunu bildirdi. Daha uzun mesafeli ve daha küçük yazı tipi boyutunun, uzun süreli akıllı telefon kullanımından sonra göz yorgunluğu, rahatsızlık, kuru göz, diplopi ve bulanık görmeyi kötüleştirebileceğini varsaydılar (88). Bu nedenle, kitap okumak ve bilgisayar monitörlerini görüntülemek gibi diğer yakın çalışma türlerinden daha fazla akomodasyon gerektiren akıllı telefon kullanımı, bilgisayar görme sendromundan farklı görsel işlev değişikliklerine neden olabilir. Değişen semptom etiyolojilerini bilimsel olarak akıllı telefonlarla ilişkilendirmek için yeni araştırmalara ihtiyaç doğmuştur. Biz de bu amaçla kitap okuma ve telefonda film izleme şeklinde yapılan yakın aktiviteler ile AK/A oranı, AA, KYN ve heteroforya gibi ölçüm parametrelerini kontrol grubu ölçümleriyle karşılaştırdık.

Çalışmalardaki parametrelerin tek bir çalışmada ortak olarak ele alınmasının daha avantajlı olabileceği düşünüldü. Daha önceki benzer çalışmalarda kitap okuma ve akıllı telefon kullanımı aynı kişi üzerinde aynı gün içerisinde 30 dk dinlenme arası verilerek yapılmıştır, bunun sonuçları etkileyebileceği düşünülerek oturumları iki farklı güne ayırdık. Tüm ölçümler sabit bir ortamda, aynı cihazlarla, benzer saatlerde ve aynı kişi tarafından gerçekleştirilmiştir.

Anormal AK/A oranının, özellikle rölatif olarak normal hipermetropik değerleri olan hastalarda akomodatif ezotrope gelişimini arttırdığı Raab ve ark. ile Parks ve ark. tarafından gösterilmiştir (89,90). Değer normalden yüksek veya düşükse aşırı konverjans veya konverjans azlığından bahsedilir. Bu oranın genetik olarak sabit mi yoksa görsel uyaranlarla gelişip sonradan görsel deneyimle değişim mi gösteriyor sorularını cevaplayabilecek kesin bir kanıt yoktur (32). Akomodatif konverjans ve bu orandaki değişiklikler ekzo ve ezodeviasyonların patogeneğinde önemli bir rol oynamaktadır (33). Ek olarak düşük AK/A oranının ezotropeye karşı koruduğu daha önceki yıllarda belirtilmiştir (91). Bizim çalışmamızda AK/A oranı yakın aktivite ile anlamlı düzeyde azalmakla birlikte ($p < 0,001$), iki aktivite arasında fark saptanmadı.

Dijital cihaz kullanımında yaşanan semptomlar, akomodasyon sistemdeki değişikliklerle ilişkilendirilebilir. Push-up yöntemi gibi AA ölçmenin normal klinik yöntemleri subjektiftir. Gerçek uyumsal cevabı sağlamak için objektif önlemler alınmalıdır. Uzun süreli yakın çalışmalarda, AA'daki olumsuz değişiklikler, bulanıklığa ve odak değiştirmede gecikmeye neden olarak yorgunluk yaratabilir (73,92). Dijital cihaz

kullanımından sonra AA azalması gösterilmiştir (93-95) Phamonvaechavan ve ark. tarafından yapılan çalışmada 50 cm'lik bir izleme mesafesinden 20 dk boyunca bilgisayardan ve iPad'den okuma yapan deneklerde, AA'da azalma bildirmişlerdir. Bu iki cihaz arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark ortaya koymamışlardır (95) . Park ve ark. nın yaptığı çalışmada akıllı telefonda 30 dk'lık bir film izlendikten sonra binoküler AA'da 1,17 D ve monoküler AA'da 1,14 D istatistiksel olarak anlamlı bir azalma tespit etmişlerdir. Bu monoküler AA'daki azalma 30 dk boyunca kitap okunduktan sonra 0,74 D saptanmıştır (93). Kwon ve ark. 30 dk boyunca bir akıllı telefona baktıktan sonra AA'da yaklaşık 0,80 D'lik benzer bir azalma bulmuşlardır (94). Biz de kitap ve telefon arasında istatistiksel olarak anlamlı fark oluşturmada da; ortalama değer olarak bakıldığında sağ göz AA değerinde kitap okuma grubunda kontrol grubuna göre 1.10 D, telefon grubunda kontrol grubuna göre 1,14 D olacak şekilde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azalma tespit ettik ($p<0,001$). Ortalama değer olarak bakıldığında sol göz AA değerinde kitap okuma grubunda kontrol grubuna göre 1.49 D, telefon grubunda kontrol grubuna göre 1,40 D olacak şekilde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azalma tespit ettik ($p<0,001$). Bir D AA kaybının etkileri, genç bir kişi için klinik olarak anlamlı görünmese de, bu kadar kısa bir süre sonra azalması daha uzun kullanım sürelerinin etkisi konusunda endişeye yol açmaktadır.

Siliyer kasın, akomodasyonu sırasında net ve tek görüntü sağlamak için binoküler olarak uyarılma veya gevşeme kabiliyeti, PRA ve NRA olarak tanımlanır. Cho ve ark. bilgisayar yakın aktivitesinin Koreli yetişkinlerde hem PRA hem de NRA'nın azalmasına neden olduğunu bildirmişlerdir (96). Park ve ark. tarafından yapılan çalışmada da, kitap okunduktan ve akıllı telefonda bir film izlendikten sonra PRA değerleri düşse de bu düşüş anlamlı bulunmamıştır. Ancak, kitap okuma aktivitesinden sonra grubun NRA'sı değişmemiş, akıllı telefonda film izlendikten sonra anlamlı derecede düşmüştür (93). Bizim çalışmamızda da benzer olarak PRA değerlerinde anlamlı değişiklik görülmedi, NRA değeri kontrol grubu ve kitap okuma aktivitesi için bakıldığında anlamlı fark gözlenmezken, telefon aktivitesi ile kontrol grubuna göre anlamlı olarak azalma tespit edilmiştir ($p<0,001$). Bu bulgulara göre akıllı telefon yakın aktivitesi kitap okuma yakın aktivitesine göre siliyer kasın gevşeyebilme yeteneğinde daha fazla miktarda kayıp oluşturmuştur. Konu ile ilgili literatürde, yakın refleks spazmının uzun ve yoğun yakın çalışma dönemlerinden sonra ortaya çıkabileceğini ortaya koymuştur (46). Diplopi, bulanık

görme ve baş ağrıları yakın refleks spazmı belirtileridir ve beraberinde ezotropeya, psödomiyopi ve miyoz görülmektedir. Kısa süreli telefon yakın aktivitesinde bile NRA’da kontrole göre belirgin fark oluşması; göz kliniklerine, akut edinilmiş komitant ezotropeya ile başvuran hastaların anamnezlerinde uzun süreli akıllı telefon kullanımı sorgulanmasını gerektirebilir.

Dijital cihazların verjans sistemi üzerindeki etkisine dair yapılan bazı araştırmalarda, PFV ve NFV değişimleri ölçülmüştür; ancak bu parametrelerle oküler ve görsel rahatsızlık semptomları arasındaki ilişki yeterince irdelenmemiştir. (94) Phamonvaechavan ve ark. tarafından yapılan çalışmada, 18-30 yaş arası grupta 20 dk boyunca 50 cm’de iPad kullanımı sonrası PFV değerinde azalma gösterilmiştir (95) Kwon ve ark.nın yaptığı çalışmada hem presbiyopik hem de presbiyopik olmayanlarda 40 cm mesafeden, 30 dk süre ile telefonda film izletilerek ölçülen NFV değeri kontrol grubuna göre azalırken, PFV değişikliği tespit edilmemiştir (94). Önceki çalışmalara benzer olarak; bizim çalışmamızda da yakın PFV değeri yakın aktivite ile azalma gösterirken, uzak mesafe PFV sonucunda değişiklik saptanmamıştır. Uzak diverjans amplitüdü yani uzak NFV değeri kontrol grubu ve kitap okuma yakın aktivesi için bakıldığında anlamlı fark gözlenmezken, telefon yakın aktivitesi ile kontrol grubuna göre anlamlı olarak azalmıştı. Füzyonel diverjans mekanizmasının ezoforyanın ezotropeyaya dönüşümünü engellemeye yönelik bir mekanizma olması sebebiyle çalışmamızda ortaya koyduğumuz NFV değerindeki bu azalmanın akut ezotropeyanın etyolojisini aydınlatılabileceğini düşünmekteyiz.

Park ve ark. nın yaptığı çalışmada, 20 dk aktivite sonunda hem akıllı telefon hem de bilgisayar kullanımından sonra KYN’da artış olduğu bildirilmiştir. Konverjansın yakın noktasının uzaklaşması, akıllı telefon yakın aktivitesi ile bilgisayar yakın aktivitesine göre daha fazla saptanmıştır. On dk’lik toparlanma süresinden sonra, KYN her iki cihaz için kullanım öncesi seviyelere geri dönmüştür (97). Bizim çalışmamızda da KYN, her iki yakın aktivite ile istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artış göstermiştir. Bu artış telefon aktivitesi sonrası istatistiksel olarak anlamlı olmasa da kitap okumaya göre daha yüksek bulunmuştur.

Dijital cihazların forya üzerindeki etkisi konusunda literatürde sınırlı sayıda yayın mevcuttur (98, 99). Park ve ark.nın çalışmalarında ortalama yaşları 21 olan katılımcılarda

kısa süreli (20 dk) bilgisayar ve akıllı telefon kullanımı ile forya değerinde ekzoforya yönünde artış izlenmiştir (97). On dk'lık bir dinlenmeden sonra, her iki cihazla da forya ölçümü, kullanımın ilk başında bulunan seviyelere geri dönmüştür (97). Otuzaltı -elli yaş aralığındaki yetişkinlerin katıldığı kohort çalışmasında, 30 dk boyunca akıllı telefon kullanımıyla forya değerlerinde değişiklik saptanmamıştır (94). Bu noktada, ortoforyadan sapmaya neden olabilecek kısa süreli (20 dk) dijital cihaz kullanımının yine kısa bir sürede normal seviyelere dönebileceği düşünülmüştür. Literatürde uzun süreli kullanım ile meydana gelebilecek değişiklikleri bildiren bir çalışmaya raslanmamıştır. Bizim çalışmamızda ise, heteroforya açısından anlamlı değişiklik saptanmamakla birlikte, ekzoforya şiddetinde bir artış tespit edilmiştir. Gelecekte özellikli olgu gruplarında ve daha farklı yaş gruplarında yapılacak olan çalışmalar telefon yakın aktivitesinin ortoforya, ezo ve ekzoforya üzerine etkisini ortaya koymaya yardımcı olacaktır.

Günde dört saatten fazla akıllı telefon kullanan, akut edinilmiş komitant ezotropyası olan ve 7-16 yaş aralığındaki çocuklarda, bir ay boyunca akıllı telefon kullanımının kesilmesinden sonra ezotropyanın önemli ölçüde azaldığını bildiren bir çalışma bulunmaktadır (100). Bu çalışma, tek bir şaşılık grubu içermesi, sadece çocukları ele alması ve ilgili literatürde akıllı telefon kullanımına bağlı ezotropya gelişimi bildiren bir yayın olmaması nedeniyle oldukça çok miktarda kısıtlılıklara sahiptir.

Park ve ark. nın 40 cm, 30 dk 20 yaş grubu ile yapmış oldukları çalışmalarında, aktivitesiz kontrol grubunda SE değeri önce -3.28 ± 1.85 D iken; kitap okuma sonrası -0.12 D, akıllı telefon ile film izleme sonrası -0.17 D'lik hafif bir miyopik değişim göstermiştir. Ancak bu değişim istatistiksel bir fark oluşturmamıştır (93). Bizim çalışmamızda ise; sağ göz SE değeri, yakın aktivite ile miyopik değerinde istatistiksel anlamlı azalma göstermiş olmakla birlikte, kitap ve telefon arasında fark bulunamamıştır. Sol gözde ise SE değerleri arasında anlamlı fark saptanmamıştır. İki göz arasındaki bu farkın toplumda daha çok sağ gözün dominant olmasından kaynaklanıyor olabileceğini düşünmekteyiz. Miyopinin gelişimi pek çok faktöre bağlıdır. Literatürde birkaç çalışma yüksek eğitim kademeleri ile miyopi prevalansı arasında güçlü bir pozitif ilişki olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlar hem yakın iş aktivitesinin artması hem de daha eğitilmiş popülasyonun dış mekan aktivitelerinin eş zamanlı olarak azalması gibi farklı faktörlerle açıklanmaktadır (101-103). Buna karşın, yakın çalışma aktivitelerinin hızlı miyopi artışı ile

ilişkili olmadığını bildiren çalışmalar da mevcuttur (104-107). Bu çelişkili yayınlar nedeniyle yakın aktivite ve miyopi arasındaki ilişki tam olarak açığa kavuşmamıştır. Öte yandan, son zamanlarda yapılan bazı epidemiyolojik çalışmalar, dışarıda geçirilen zamanın daha fazla olmasının miyopi gelişimi ve ilerleyişine karşı koruyucu bir etkisi olabileceğini göstermektedir (108-110). Gelecekte ise, daha yakına gelen dijital ekranların, bir diğer deyişle yakın dijital aktivitenin, uzun vadede miyopi gelişimi üzerine nasıl etki edeceği önemli bir tartışma konusu olacaktır.

Bilgisayar kullanımının gözyaşı hacmi üzerindeki etkisini konu alan çalışmalar bulunmasına rağmen, elde taşınan cihazların olası etkisini inceleyen çalışmalar kısıtlıdır (111). Beş soruluk mini anketimiz, kişilerin öznel semptomlarını değerlendirmek ve sonuçlarla ilişkisini belirlemek için yapılmıştır(Ek -1) . Kuru göz sonuçları telefon kullanımı lehine çıkmamıştır ancak; çalışmamızda gözlük, lens kullanımı ya da kuru göz tedavisi alma şeklindeki diğer oküler yüzey parametreleri değerlendirilmemiştir.

Anketten elde edilen sonuçlardaki dikkate değer diğer noktalar; çalışmada yer alan kişilerin hepsinin akıllı telefon kullanıcısı olması ve gün içinde kesintisiz yarım saat telefon kullanım oranının %96 olmasıdır. Ayrıca, kişilerin %78'i eğer bir metin okumak zorunda olsalar basılı metin okumayı tercih edeceklerini, okuma aktivitesi için uzun süre dijital ortamda rahat edemeyeceklerini belirtmişlerdir.

Çalışmamızın kısıtlılıkları; ilk muayenelerden önce yakın aktiviteden uzak bir periyot bırakılmamış olması, sağlıklı gönüllülerin dışında hastalık grupları içermemesi, katılımcıların refraksiyon kusurları açısından farklılıklar göstermesi şeklinde sıralanabilir.

Kullanıcıların aynı anda tablet, telefon ve bilgisayar ekranı gibi birden fazla dijital cihazı kullanma eğilimi vardır. Telefon tablet gibi dijital cihazların taşınabilirliği daha kolaydır. Üstelik bu kaynakların kullanımı kitap okuma aktivitesinde olduğu gibi ekstra aydınlatma gibi bir koşul gerektirmez. Ekranın parlaklığı otomatik olarak değişebilir veya manuel olarak ayarlanabilir, oysa bilgisayarlarda genellikle sabittir ve sık sık kullanıcı tarafından değiştirilmez. Bilgisayarları içeren araştırmalar, ofis ortamlarını simüle eden uzun saatler süren kullanımları incelemiştir; ancak akıllı telefonlar sık sık, aralıklı olarak ve tüm uyanık saatlerde “ofis” saatleri dışında da kullanılabilir. Günümüzde bu cihazların her koşul ve ortamda kullanılabilir olması, çoğu meslek grubunun elektronik ortamda

çalışması, geniş bir spektrum ve yaş aralığında kullanılır olması; dijital göz yorgunluğu olarak tanımlanabilecek rahatsızlığın daha detaylı araştırmasını gerektirmektedir.

Çalışmamızda etkinlik açısından fark oluşmaması için sabit aydınlatma, sabit mesafede ve belirli bir açıda ölçümleri gerçekleştirdik. Yarım saatlik dijital ortam aktivitesini tek bir film ile sınırlandırdık. Bu nedenle telefon ekranı ile ilgili etkilenme daha az oranda gerçekleşmiş olabilir. Çalışmamızın gerçek hayat verilerinin çok küçük bir parçası olduğu düşünüldüğünde telefon yakın aktivitesi ile ilgili muhtemel olumsuz etkiler için hastalarımızın bilgilendirilmesinin manifest kaymaların önlenmesi bakımından önemli olduğunu düşünmekteyiz.

Yapılan ölçümlere uyum ve kitap okuma yakın aktivesi ile karşılaştırma açısından daha küçük yaşlardan denekler çalışma kapsamında değerlendirilememiştir. Prepresbiyopik etkilenmeden çekinerek 30 yaş üzeri kişiler de dahil edilmemiştir. Çalışmamızda 20'li yaşlarda ortaya konulan bu sonuçların diğer yaş gruplarına projeksiyonunun nasıl olacağı bilinmemektedir. Olguların %40 oranında miyopik refraksiyon kusuruna sahip olması da çalışmamızın önemli kısıtlılıklardan biridir. Daha hipermetropik olan çocuk yaş grubunda ya da prespresbiyopik yaş grubundaki etkilenmelerin ortaya konabilmesi için bu yaş gruplarında da benzer çalışmaların yapılmasına ihtiyaç vardır.

Çalışma grubumuz %30 oranında ekzoforya prevelansına sahipti ve bu gruptaki PD etkilenmelerde artış görülmüştür. Bu çalışmanın sağlıklı bireylerde yapıldığı düşünüldüğünde; konverjans yetmezliği, latent ve manifest şaşılık gruplarında sonuçların nasıl olacağı bir başka çalışma konusu oluşturabilir. Örneğin, yakın aktivitede bulunan her kişide miyopi oluşmaz ama yakın aktivitenin miyopi progresyonunda bir risk faktörü olabileceği gösterilmiştir(4). Miyopideki bu duruma benzer şekilde kontrolsüz akıllı telefon kullanımı; manifest şaşılığı olmayan kişilerde herhangi bir etki oluşturmazken, genetik yatkınlık, refraksiyon kusuru, heteroforya varlığı gibi altta yatan problemler olması durumunda zaman içinde farklı olumsuz etkiler oluşturabilir. Takipli hasta gruplarında dekompanse olan ezoforyalı bir hastada gelişen akut komitan ezotroya gibi farklı klinik tablolar şeklinde kendini gösterebilir. Bu nedenle hastaları değerlendirirken sorgulanması gereken konulardan biri de akıllı telefon kullanımı olmalıdır.

Akıllı telefon kullanımının yakın refleksler ve binokülarite üzerine etkisinin ortaya konması durumunda, gündeme gelecek bir diğer konu da bu etkinin geçici olup olmadığının, eğer geçici ise ne kadar sürede geri döneceğinin araştırılmasıdır.

Sonuç olarak, dijital cihaz kullanımının oküler ve görme işlevi üzerine olan etkilerini anlamak, kullanıcıların oküler rahatsızlıklarını önlemek, azaltmak, tedavi etmek ve konuyla ilgili klinik kılavuzlar geliştirmek için önem arz etmektedir.



6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Elde taşınır cihazlar, özellikle kullanım mesafesi gibi pek çok özellik bakımından bilgisayarlardan farklıdır. Yaygınlaşan akıllı telefon kullanımı, oküler fonksiyonlar üzerinde basılı metin okuma (kitap) gibi konvansiyonel aktivitelere göre benzer veya farklı yönde etki ediyor olabilir. Bu çalışmada olası bir etkilenmeyi ortaya koymak amacıyla sağlıklı ve genç erişkinlerde sabit mesafe ve sürede akıllı telefon kullanımı, kitap okuma gibi yakın aktivitelerle hiçbir yakın aktivitenin yapılmadığı kontrol grupları; akomodasyon, konverjans ve binokülerite parametreleri ölçülerek birbiriyle kıyaslanmıştır.

- Akomodatif konverjans / akomodasyon oranı yakın aktivite ile istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azalmakla birlikte telefon kullanımı ve kitap okuma aktiviteleri arasında fark saptanmadı.
- Sağ ve sol göz için AA yakın aktivite ile istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azalmakla birlikte iki aktivite arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı.
- Negatif rölatif akomodasyon değeri bakımından kontrol grubu ile kitap okuma aktivesi arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmezken, telefon aktivitesi sonrası ölçülülen NRA değerleri kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı olarak azalmıştı.
- Yakın konverjans amplitüdü yani yakın PFV, yakın aktivite ile istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azalmakla birlikte iki aktivite arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı.
- Uzak diverjans amplitüdü yani uzak NFV değeri kontrol grubu ile kitap okuma aktivesi için bakıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmezken, telefon aktivitesi sonrasında kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azalmıştı
- Konverjansın yakın noktası, yakın aktivite ile istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artmıştı. Telefon aktivitesi sonrası KYN, istatistiksel olarak anlamlı değilse de kitap okumaya göre daha yüksek olarak saptandı.

- Heteroforia açısından bakıldığında, ekzoforia için PD ölçümleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında yakın aktiviteler ile istatistiksel olarak anlamlı derecede artmıştı.
- Yapılan ankete göre, beklenenin aksine kuru göz ve astenopik şikayetler açısından akıllı telefon baskın değildi, ancak olgularda % 96 ve % 68 oranında günlük yarım saat ve üzeri telefon kullanımı ve kitap okuma oranı mevcuttu. Yani olgu grubumuz günlük hayatta oldukça yakın aktivite ile uğraşan kişilerden oluşuyordu. Ancak yine de bu grup kişilerin %78'i eğer bir metin okumak zorunda olsalar basılı metin okumayı tercih edeceklerini, okuma aktivitesi için uzun süre dijital ortamda rahat edemeyeceklerini bildirdiler.
- Çalışma için dahil olma kriterlerinden biri olan binokülerite varlığı bakılırken, optimum koşulların sağlandığı muayenemiz esnasında aynı anda bu testi uygulama süresi de ölçüldü. Bu ölçüm, çalışmanın sekonder çıkarımı olarak değerlendirilmiştir. TNO ile stereopsis ölçümüne bakıldığında, binoküleriteye sahip kişilerde bile ilk şeklin algılanma süresi ortalama 3 sn olup, 10 sn'ye kadar uzayabilmektedir. İlk şekli 10 sn'de algılayan kişinin stereopsis değeri de 60 ark/sn idi. Klinik muayeneler esnasında bu durum göz önüne alınmalıdır. Bundan sonraki bilimsel çalışmalarda da sonuçların anlamlı kabul edilmesi için belki de testi uygulama süresinin belirtilmesi gerekecektir.

Çalışmamızın akıllı telefon kullanımı açısından gerçek hayat verilerinin çok küçük bir parçası olduğu düşünüldüğünde telefon yakın aktivitesi ile ilgili muhtemel olumsuz etkiler için hastalarımızın bilgilendirilmesinin manifest kaymaların önlenmesi bakımından önemli olduğunu düşünmekteyiz.

ÖZET

AKILLI TELEFON VE KONVANSİYONEL YAKIN AKTİVİTENİN YAKIN REFLEKSLER VE BİNOKÜLARİTE ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Amaç: Yaygınlaşan akıllı telefon kullanımı, oküler fonksiyonlar üzerinde basılı metin okuma (kitap) gibi konvansiyonel aktivitelere göre benzer veya farklı yönde etki ediyor olabilir. Bu çalışmada akıllı telefonların akomodasyon, konverjans ve binokülerite ölçümleri üzerine olası etkilerini ortaya koymak amaçlanmıştır.

Yöntem: Yirmili yaşlarda, oküler fonksiyonlar açısından uygun 50 erişkin, öncelikle akomodatif konverjan/akomodasyon oranı (AK/A), akomodasyon amplitüdü (AA), pozitif ve negatif rölatif akomodasyonlar(PRA& NRA), konverjans ve diverjans amplitüdları (PFV& NFV), konverjans yakın noktası(KYN) ve heteroforya varlığı, binokülerite ölçümleri yapılarak kontrol grubu oluşturuldu. Aynı gönüllüler sabit aydınlatılmış bir oda ve sabit bir pozisyonda 40 cm mesafeden 30 dk boyunca bir kitap okumaları istenerek ölçümler tekrarlandı, bu ölçümler kitap okuma grubu olarak kaydedildi. Bir başka oturumda ise aynı gönüllüler aynı şartlarda tek bir telefondan 30 dk boyunca bir film izlenmesi istenerek ölçümler tekrarlandı ve telefon yakın aktivite grubu olarak kaydedildi. Kitap okuma grubu, telefon grubu ve kontrol grubu değerleri birbiri ile kıyaslandı.

Bulgular: Tüm grupların karşılaştırılması sonucunda; AK/A oranı, sağ ve sol göz için AA ve yakın PFV değeri her iki yakın aktivite ile istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azalmıştır ($p<0,001$, $p<0,01$, $p<0,01$ ve $p=0,018$). İki aktivite arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı. Konverjansın yakın noktasının değeri ve ekzoforyası olan kişilerin ekzoforya şiddeti her iki yakın aktivite ile istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artmıştır ($p<0,001$). İki aktivite arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu. Negatif rölatif akomodasyon ve uzak NFVdeğerinin karşılaştırılması sonucunda kontrol grubu ile kitap okuma aktivesi arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmezken, telefon aktivitesi sonrası ölçülülen NRA değerleri kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azalmıştı ($p<0,001$ ve $p=0,011$).

Sonuç: Günümüzde yakın dijital aktivite kitap okuma yakın aktivitesinin yerini almaya başlamıştır. Akıllı telefon yakın aktivitesi NFV ve NRA değerlerinde azalma, ekzoforya şiddetinde artışa neden olmuştur. Çalışmamızın telefon kullanımı açısından günlük hayat yakın aktivitesinin küçük bir kısmını yansıttığı göz önünde bulundurularak, foryanın manifest kaymaya dönüşümü gibi olası yan etkiler açısından hastalarımızın bilgilendirilmesi gerektiğini düşünmekteyiz.

Anahtar Kelimeler: Akıllı Telefon, Yakın Görme Kompleksi, Füzyonel Verjans, Binoklarite, Dijital Gz Yorgunluğu

İletişim adresi: drduyguguler@gmail.com

SUMMARY

THE EFFECT OF SMARTPHONE AND CONVENTIONAL NEAR ACTIVITY ON NEAR REFLEXES AND BINOCULARITY

Purpose: The widespread use of smartphones may have a similar or different effect on ocular functions compared to conventional activities such as reading book. In this study, it is aimed to reveal the possible effects of smartphones on accommodation, convergence and binocularity.

Method: In the third decade of life, 50 adults with appropriate ocular functions, primarily accommodative convergence/ accommodation ratio (AK/A) , amplitude of accommodation (AA), near point of convergence (NPC), presence of heterophoria, binocularity, positive and negative relative accommodation(PRA&NRA), amplitude of convergence and divergence (PFV&NFV) were formed as control group. The same volunteers were asked to read a book for 30 minutes at a fixed illuminated room and a fixed position at a distance of 40 cm, and the measurements were repeated as a book reading group. In another session, the same volunteers were asked to watch a movie from a single phone under the same conditions for 30 minutes and the measurements were repeated and recorded as a telephone activity group. Book reading group, telephone group and control group results were compared with each other.

Results: reading and smartphone near activities significantly decreased AK/A, AA for both right and left eyes and near PFV values ($p < 0.001$, $p < 0.01$, $p < 0.01$ and $p = 0.018$) . There was no statistically significant difference between the two activities. The value of the NPC and severity of the exophoria were significantly increased with both activities ($p < 0.001$). There was no statistically significant difference between the two activities. For NRA and the distance NFV values, no statistically significant difference was observed between the control group and the book reading activity, whereas after the smartphone activity NRA&NFV decreased significantly compared to the control group ($p < 0.001$ and $p = 0.011$).

Conclusions: Nowadays, near digital activity has replaced the conventional near activities like reading book. Smartphone near activity decreased NFV& NRA and

increased the severity of exophoria in our study. Considering that our study reflects a small part of the near activity of daily life in terms of smartphone use, we think that we should inform our patients about the possible adverse effects of smartphone usage, such as transforming phoria into manifest squint.

Key words: Smartphone, Near Vision Complex, Fusional Vergence, Binocularity, Digital Eye Fatigue.

Contact address: drduyguguler@gmail.com



KAYNAKLAR

1. von Noorden GK. Binocular Vision and Ocular Motility: Theory and Management of Strabismus, 6th. Ed. St Louis: CV Mosby Company, 2002: 85-99
2. Breinin GM, Chin NB. Accommodation, convergence and aging. Doc Ophthalmol 1973; 34: 109-121.
3. Schor CM and Tyler CW. Spatio-temporal properties of Panum's fusional area. Vision Research, 1981; 21(5): 683-692.
4. Morgan IG, French AN, Ashby RS, et al. The epidemics of myopia: aetiology and prevention. Progress in Retinal and Eye Research 2018; 62: 134–149.
5. Rosenfield M, Computer vision syndrome: a review of ocular causes and potential treatments. OPO 2011; 31: 502–515.
6. Bowling B. Kanski's Clinical Ophthalmology, Eight Edition. Australia: Elsevier Limited, 2016: 728-57.
7. Demer JL. Role of Muscle Pulleys. The MRI Evidence. Update on Strabismology 11th Meeting of ISA İstanbul-Turkey, Edit: Özkan SB. Ankara: Rotatıp, 2010: 60-70.
8. Motor Fizyoloji, Pediatric Oftalmoloji ve Şaşılık, Bölüm 3; Temel ve Klinik Bilimler Kursu, American Academy of Ophthalmology. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri, 2010-2011: 61-69.
9. Sanaç AŞ. Şaşılık ve Tedavisi, 2. Baskı. Ankara 2002: 75-121, 235-267.
10. Duke Elder S. Wybar K. The eye. In Duke-Elder S (ed): The Anatomy of the Visual System, Vol II. St. Louis: CV Mosby, 1961: 75–386.
11. Ansari MW, Nadeem A. Atlas of Ocular Anatomy, Switzerland: Springer International Publishing. 2016: 11-70.
12. Bengisu Ü. Göz hastalıkları, 4. baskı. Ankara: Palme Yayıncılık, 1998;1–23, 69–89, 123–37.
13. Lang GK (Çeviri: Sezen F). Göz Hastalıkları El kitabı- Atlas. Ankara: Palme Yayıncılık, 2001: 165–197.
14. Fırat T. Göz hastalıkları, Birinci baskı. Ankara: Saypa Ofset, 1990: 1–30,301–355.

15. Özkan SB. Paralitik olmayan şaşılık ve tedavileri. A.O'dwyer P, A.Akova Y (Editörler). Temel Göz Hastalıkları'nda. Ankara: Güneş Kitapevi; 2015: 755-851.
16. Olson L. Anatomy and Embryology of the Lens Chpt 71, Clinical Ophthalmology Vol 1 Duane, TD Ass ed: Jaeger EA. Maryland: Harper and Row Pub, 1982: 1-8.
17. Özçetin H: Hümör aköz ve göz içi basıncı. Özçetin H. Göz tansiyonu ve glokomlar. Bursa: Nobel ve Güneş Kitabevi, 2001: 1–40.
18. Stark W, Terry AC, Maumenee AE. Anterior segment surgery, 1st ed. Baltimore: Williams and Wilkins, 1987: 32–47.
19. Michaels DD. Visual Optics and Refraction, 2nd ed. St. Louis, USA: C. V Mosby Company; 1980: 268–274.
20. Duke-Elder SS, Abrams D editors: System of Ophthalmology. Vol V, ophthalmic optics and refraction: adjustment to the optical system. London: Henry Kimpton, 1970: 161–389.
21. Moses RA. Accommodation; in Moses RA, Hart WMJ (eds): Adler's Physiology of the Eye. Clinical Application. Washington: Mosby, 1987: 296–321.
22. Katz M, Kruger P. The human eye as an optical system. In: Duane's Ophthalmology. Lippincott William&Wilkins Inc. 2006 Ed.
23. Lockhart TE, Shi W. Effects of age on dynamic accommodation. Ergonomics. 2010 Jul;53(7):892-903.
24. Schachar RA. Histology of the ciliary muscle- zonular connection. Ann Ophthalmol 1996; 28(2): 70–79.
25. Clinical Optics; Basic and Clinical Science Course American Academy of Ophthalmology. Italy: EBO, 2014: 73-118.
26. Belliveau AP, Dossani RH. StatPearls. StatPearls Publishing; Treasure Island (FL): Jan 13, 2019.
27. Chien CH, Huang T, Schachar RA. Analysis of human crystalline lens accommodation. J Biomech 2006; 39(4): 672-80.

28. Motlagh M, Geetha R. Physiology, Accommodation. [Updated 2019 Jun 6]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2019 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK542189/>
29. Ron Y, Kazlas M. Clinical Evaluation of Strabismus. In: Albert: Albert & Jakobiec's Principles & Practice of Ophthalmology, Third edition. ELSEVIER, 2008: 4305- 13.
30. Haynes, H, White B, and Held R. Visual accommodation in human infants. Science 1965; 148: 528-530.
31. Sanaç AŞ, Şener C. Şaşılık ve Tedavisi, 2.Baskı. Ankara: Pelin Ofset ve Tipo Matbaacılık 2002: 75-121, 235-267.
32. Willshaw H. Accommodative esotropia. Strabismus management. Boston: Butterworth-Heinemann, 1996: 51-62.
33. MM, P. Ocular Motility and Strabismus. Hagerstown: Harper and Row, 1975: 59-65.
34. Wildt GJ van der: The pupil response to an accommodation stimulus and to a light stimulus. In Dodt E, Schrader KE, eds: Normal and Disturbed Pupillary Movements. Munich, JF. Bergmann, 1973.
35. Thompson HS. The pupil. In: Moses RA, ed: Adler's Physiology of the Eye, ed 7. St Louis, Mosby Year Book, 1982: 326.
36. Hultborn H, Mori K, Tsukahara N. Cerebellar influence on parasympathetic neurones innervating intra-ocular muscles. Brain Res. 1978 Dec 29;159(2):269-78.
37. Goldstein JH, Schneekloth BB. Spasm of the near reflex: a spectrum of anomalies. Surv Ophthalmol. 1996 Jan-Feb; 40(4): 269-78.
38. Kaido M, Kawashima M, Shigeno Y, Yamada Y, Tsubota K. Relation of accommodative microfluctuation with dry eye symptoms in short tear break-up time dry eye. PLoS ONE 2017; 12(9): e0184296.
39. Goldberg DB, Computer-animated model of accommodation and presbyopia. J Cataract Refract Surg. 2015 Feb; 41(2): 437-45.
40. Thompson HS, Light-near dissociation of the pupil. Ophthalmologica. 1984; 189(1-2): 21-3.

41. Duane A, Studies in monocular and binocular accommodation with their clinical applications. *Am J Ophthalmol* 1922; 5: 865.
42. Noorden GK von, Jenkins R. Accommodative amplitude in children wearing bifocals. In Lennerstrand G, ed: Update on strabismus and pediatric ophthalmology. In Proceedings of the Seventh Meeting of the International Strabismology Association and 20th Meeting of the American Association of Pediatric Ophthalmology and Strabismus, Boca Raton, FL, CRC Press, 1995: 201.
43. Cooper J, Pollak GJ, Ciuffreda KJ, Kruger P, Feldman J. Accommodative and vergence findings in ocular myasthenia: a case analysis. *J Neuroophthalmol*. 2000 Mar; 20(1): 5-11.
44. Lavrich JB. Convergence insufficiency and its current treatment. *Curr Opin Ophthalmol*. 2010 Sep; 21(5): 356-60.
45. Nunes AF, Monteiro PML, Ferreira FBP, Nunes AS. Convergence insufficiency and accommodative insufficiency in children. *BMC Ophthalmol*. 2019 Feb 21; 19(1): 58.
46. Trieu LH, Lavrich JB. Current concepts in convergence insufficiency. *Curr Opin Ophthalmol*. 2018 Sep; 29(5): 401-406.
47. Fox R, Aslin RN, Shea SL. Stereopsis in human infants. *Science* 1980; 207: 323–324.
48. Birch EE, Gwiazda J, Held R. Stereoacuity development for crossed and uncrossed disparities in human infants. *Vision Res* 1982; 22: 507–513.
49. Birch EE, Gwiazda J, Held R. The development of vergence does not account for the onset of stereopsis. *Perception* 1983; 12: 331–336.
50. Bengisu Ü. Şaşılık, 4. Baskı. Ankara: Palme Yayıncılık, 1998: 229-246.
51. Erkam N, Ögüt MS. Ezotropyalar. *Türk Oftalmoloji Derneği Şaşılık*. İstanbul: Epsilon ofset, 2008: 75-89
52. Fox R, Stereopsis in human infants. *Science*, 1980; 207(4428): 323-324.
53. Diamond GR, Shah RM. Sensory Adaptations in Strabismus. In: *Ophthalmology: Myron Yanoff M, Duker JS.(edt) Fourth Edition* . Elsevier Inc. 2014: 1197-1200.

54. Diamond GR, Shah RM. Examination of Ocular Alignment and Eye Movements. In: Ophthalmology: Myron Yanoff M, Duker JS.(edt) Fourth Edition . Elsevier Inc. 2014: 1192-96.
55. Richards W. Stereopsis and stereoblindness. Exp brain Res. 1970; 10: 380-388.
56. Fielder AR and Moseley MJ. Does stereopsis matter in humans? Eye, 1996;10(2): 233-238.
57. Banks M, Aslin RN, Letson RD. Sensitive period for the development of human binocular vision. Science 1975; 190: 675–677.
58. Birch EE, Fawcett S, Jeffrey B, O'Connor A. Measurement of stereoacuity outcomes during infancy. Invest Ophthalmol Vis Sci 2002; 43: 29-37.
59. Üretmen Ö, Köse S, Öztaş Z, Eğrilmez S. Factors influencing stereoacuity in refractive accommodative esotropia. Can J Ophthalmol 2007; 42: 600-604.
60. Ing MR, Outcome Study of Surgical Alignment before Sup Months of Age for Congenital Esotropia. Ophthalmology, 1995. 102(12): 2041-2045.
61. Fawcett S, Wang YZ, Birch EE, The Critical Period for Susceptibility of Human Stereopsis. Invest Ophthalmol and Visual Science 2005; 46: 521-525.
62. O'Connor AR, Fawcett S, Stager DR, Birch EE. Factors influencing sensory outcome following surgical correction of infantile esotropia. American Orthoptic J. 2002; 52: 69–74.
63. Wright, et al. Pediatric Ophthalmology and Strabismus. 2003 ed.
64. Revell M, Strabismus. A history of orthoptic techniques. London: Barrie & Jenkins Ltd. 1971.
65. Jampolsky A, Characteristics of suppression in strabismus. Arch Ophthalmol 1955; 54: 683–9.
66. Burian HM, The sensorial retinal relationships in comitant strabismus. Arch Ophthalmol 1947; 37: 336–40.
67. Bagolini B, Anomalous correspondence: definition and diagnostic methods. Doc Ophthalmol. 1967; 23: 346-398.

68. Parks MM. The monofixation syndrome. In: Dabiezies O, editor. *Strabismus*. Transactions New Orleans Academy of Ophthalmology. St Louis: CV Mosby; 1971.
69. Tychsen L, Can ophthalmologists repair the brain in infantile esotropia? Early surgery, stereopsis, monofixation syndrome, and the legacy of Marshall Parks. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 2005; 9: 510–21.
70. Arsch BW, Smith JT, Scott WE, Long term stability of alignment in the monofixation syndrome. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 1989; 26: 244-249.
71. Arnoldi, Kyle. *Orthoptic Evaluation and Treatment. Pediatric Ophthalmology: Current Thought and Practical Guide*. By M. Edward. Wilson, Richard A. Saunders, and Rupal H. Trivedi. Berlin: Springer-Verlag, 2009: 113-40.
72. Chase Buckle. *Digital Consumers Own 3.64 Connected Devices*. London: Global Web Index; 2016. [Accessed 5 Aug 2016.] Available at: <http://www.globalwebindex.net/blog/digital-consumers-own-3.64-connected-devices>.
73. Blehm C, Vishnu S, Khattak A et al. Computer vision syndrome: a review. *Surv Ophthalmol* 2005; 50: 253–262.
74. Cole BL, Maddocks JD, Sharpe K. Effect of VDUs on the eyes: report of a 6-year epidemiological study. *Optom Vis Sci* 1996; 73: 512–528.
75. Portello JK, Rosenfield M, Bababekova Y et al. Computer-related visual symptoms in office workers. *Ophthalmic Physiol Opt* 2012; 32: 375–382.
76. Chalmers RL, Begley CG. Dryness symptoms among an unselected clinical population with and without contact lens wear. *Cont Lens Anterior Eye* 2006; 29: 25–30.
77. González-Méijome J, Parafita M, Yebra-Pimentel E et al. Symptoms in a population of contact lens and noncontact lens wearers under different environmental conditions. *Optom Vis Sci* 2007; 84: E296–E302.
78. Hagan S, Lory B. Prevalence of dry eye among computer users. *Optom Vis Sci* 1998; 75: 712–713.
79. Reddy SC, Low CK, Lim YP et al. Computer vision syndrome: a study of knowledge and practices in university students. *Nepal J Ophthalmol* 2013; 5: 161–168.

80. Logaraj M, Madhupriya V, Hegde S. Computer vision syndrome and associated factors among medical and engineering students in Chennai. *Ann Med Health Sci Res* 2014; 4: 179–185.
81. Shantakumari N, Eldeeb R, Sreedharan J et al. Computer use and vision-related problems among university students in Ajman, United Arab Emirate. *Ann Med Health Sci Res* 2014; 4: 258–263.
82. Tauste A, Ronda E, Molina MJ et al. Effect of contact lens use on computer vision syndrome. *Ophthalmic Physiol Opt* 2016; 36: 112–119.
83. Ranasinghe P, Wathurapatha WS, Perera YS et al. Computer vision syndrome among computer office workers in a developing country: an evaluation of prevalence and risk factors. *BMC Res Notes* 2016; 9: 150.
84. The Vision Council. DigitEYEd: The Daily Impact of Digital Screens on the eye health of Americans. <https://www.thevisioncouncil.org/sites/default/files/TVCDigitEYEdReport2013.pdf>. Accessed 15 April 2014
85. Kwon KI, Woo JY, Park M, Kim SR. The change of accommodative function by the direction of eye movements during computer game. *J Korean Oph Opt Soc*. 2012;17(2):177-184.
86. Collier JD, Rosenfield M. Accommodation and convergence during sustained computer work. *Optometry* 2011;88(7):434-440.
87. Ofcom Communications Market Report, https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0022/117256/CMR-2018-narrative-report.pdf. Published 2 August 2018.
88. Bababekova Y, Rosenfield M, Hue JE, Huang RR. Font size and viewing distance of handheld smart phones. *Optom Vis Sci*. 2011;88(7):795-797.
89. Raab E. Etiologic factors in accommodative esodeviation. *Tr Am Ophth Soc* 1982;80: 657-694.
90. Parks MM. Abnormal accommodative convergence in squint. *Arch Ophthalmol* 1958;59: 364-380.

91. Hill K, Stromberg AE. Echthiophate iodide in the management of esotropia. *Am J Ophthalmol* 1962;53: 488-494.
92. Chase C, Tosha C, Borsting E et al. Visual discomfort and objective measures of static accommodation. *Optom Vis Sci* 2009; 86: 883–889.
93. Park M, Ahn YJ, Kim SJ et al. Changes in accommodative function of young adults in their twenties following smartphone use. *J Korean Ophthalmic Opt Soc* 2014; 19: 253–260.
94. Kwon K, Kim HJ, Park M et al. The functional change of accommodation and convergence in the midforties by using smartphone. *J Korean Ophthalmic Opt Soc* 2016; 21: 127–135.
95. Phamonvaechavan P, Nitiapinyasagul R. A comparison between effect of viewing text on computer screen and iPad® on visual symptoms and functions. *Siriraj Med J* 2017; 69: 185–189.
96. Cho YA, Won JS, An GJ. The effect on the dryness of eye during VDT work. *J Korean Ophthalmol Soc.* 1996; 37(12):1991-1995.
97. Park K, Lee W, Lee N et al. Changes in near lateral phoria and near point of convergence after viewing smartphones. *J Korean Ophthalmic Opt Soc* 2012; 17: 5.
98. Nyman KG, Knave BG, Voss MV. Work with video display terminals among office employees: IV. Refraction, accommodation, convergence and binocular vision. *Scand J Work Environ Health* 1985; 11: 483–487.
99. Piccoli B, Braga M, Zambelli PL et al. Viewing distance variation and related ophthalmological changes in office activities with and without VDUs. *Ergonomics* 1996; 39: 719–728.
100. Lee H, Park S, Heo H. Acute acquired comitant esotropia related to excessive smartphone use. *BMC Ophthalmol* 2016; 16: 37.
101. Dirani M, Shekar SN, Baird PN. The role of educational attainment in refraction: The genes in myopia (GEM) twin study. *Investig. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2008;49: 534–538.

102. Morgan IG, Rose KA. Myopia and international educational performance. *Ophthalmic Phys. Opt.* 2013; 33: 329–338.
103. Williams KM, Bertelsen G, Cumberland P, Wolfram C, Verhoeven VJ, Anastasopoulos E, Buitendijk GH, Cougnard-Grégoire A, Creuzot-Garcher C, Erke MG. Increasing Prevalence of Myopia in Europe and the Impact of Education. *Ophthalmology* 2015; 122; 1489–1497.
104. Mutti DO, Mitchell GL, Moeschberger ML, Jones LA. and Zadnik K. Parental myopia, near work, school achievement, and children's refractive error. *Investigative Ophthalmology and Visual Science* 2002; 43: 3633–3640.
105. Saw S.M, Nieto F. J, Katz J, Schein O. D, Levy B, and Chew S.J. Factors related to the progression of myopia in Singaporean children. *Optometry and Vision Science* 2000; 77: 549–554.
106. Saw SM, Chua WH, Hong CY. et al. Nearwork in earlyonset myopia. *Investigative Ophthalmology and Visual Science* 2002; 43: 332–339.
107. Low W, Dirani M, Gazzard G, Chan YH, Zhou HJ, Selvaraj P, Au Eong KG, Young TL, Mitchell P, Wong TY, Saw SM. Family history, near work, outdoor activity, and myopia in Singapore Chinese preschool children. *British Journal of Ophthalmology* 2010; 94: 1012–1016.
108. Rose KA, Morgan IG, Ip J, Kifley A, Huynh S, Smith W, Mitchell P. Outdoor activity reduces the prevalence of myopia in children. *Ophthalmology* 2008; 115: 1279–1285.
109. He M, Xiang F, Zeng Y et al. Effect of time spent outdoors at school on the development of myopia among children in China: a randomized clinical trial. *JAMA* 2015; 314: 1142–1148.
110. Sherwin JC, Reacher MH, Keogh RH, Khawaja AP, Mackey DA, and Foster P J. The association between time spent outdoors and myopia in children and adolescents: a systematic review and metaanalysis. *Ophthalmology* 2012; 119:2141–2151.
111. Jaiswal S, Asper L, Long J, Lee A, Harrison K, Golebiowski B. Ocular and visual discomfort associated with smartphones, tablets and computers: what we do and do not know. *Clin Exp Optom* 2019; 102(5):463-477.

EKLER

Ek 1. Anket

1-Ağrılı gözler, kuruluk, acı, yanma, kaşıntı gibi şikayetler hissettiniz mi?

- a. Kitap okurken evet /hayır
- b. Film izlerken evet/hayır

2-Bulanık görme, gölgeli görme, baş ağrısı, göz yorgunluğu ve çift görme, mesafeler arası odaklanma zorluğu gibi semptomlar hissettiniz mi ?

- a. Kitap okurken evet /hayır
- b. Film izlerken evet/hayır

3-Günlük hayatta kesintisiz 30 dk ve daha fazla sürede **telefon** ile ilgilendiğiniz oluyor mu?

Evet/hayır

4-Günlük hayatta kesintisiz 30 dkve daha fazla **kitap/ yazılı metin** okuduğunuz oluyor mu?

Evet /hayır

5-Bir metin okuyacak olsanız nasıl bir **yöntem** tercih edersiniz?

Basılı metin

Telefon

Bilgisayar/tablet