



T.C.
AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

TIPTA UZMANLIK TEZİ

Arş. Grv. Dr. Murat KAŞIKÇI

DANIŞMAN

Doç. Dr. Tuncay KÜSBECİ

**GÖZ HASTALIKLARI
ANABİLİMDALI**

AFYONKARAHİSAR 2013

**T.C.
AFYON KOCATEPE
ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ**

GÖZ HASTALIKLARI ANABİLİMDALI

**ÇOCUKLARDA SWEEP VEP İLE GÖRME KESKİNLİĞİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

TIPTA UZMANLIK TEZİ

Arş. Grv. Dr. Murat KAŞIKÇI

**DANIŞMAN
Doç. Dr. Tuncay KÜSBECİ**

**AFYONKARAHİSAR
2013**

İş bu çalışma jürimiz tarafından GÖZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI'nda TIPTA UZMANLIK TEZİ olarak kabul edilmiştir.

BAŞKAN

ÜYE

ÜYE

ONAY

DEKAN

TEŞEKKÜR

Tezimin her aşamasında ve uzmanlık eğitimim boyunca çok büyük katkıları olan değerli hocam Sayın Doç. Dr. Tuncay KÜSBECİ'ye,

Uzmanlık eğitimim süresince üzerimde büyük emeği olan ve halen birlikte çalıştığım değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Ümit Übeyt İNAN'a, Sayın Doç. Dr. Güliz Fatma YAVAŞ'a, Sayın Doç. Dr. Tuncay KÜSBECİ'ye, Sayın Yrd. Doç. Dr. Mustafa DOĞAN'a, Sayın Yrd. Doç. Dr. Sibel İNAN'a daha önce birlikte çalıştığım değerli hocam Sayın Prof. Dr. Sıtkı Samet ERMİŞ'e;

Birlikte çalışmaktan hep mutluluk duyduğum değerli asistan arkadaşlarıma;

Hayatımın her aşamasında yanımda olan ve bugünlere gelmemi sağlayan anneme, babama ve tüm aileme sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Dr. Murat KAŞIKÇI

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	I
İÇİNDEKİLER.....	II
TABLolar ÇİZELGESİ.....	IV
ŞEKİLLER ÇİZELGESİ	V
SEMBOLLER VE KISALTMALAR.....	VII
I-GİRİŞ	1
II-GENELBİLGİLER	2
2.1. GÖRMENİN GELİŞİMİ	2
2.1.1. SANTRAL SİNİR SİSTEMİ MATURASYONU.....	2
2.1.2. BEBEKLERDE GÖRMENİN GELİŞİMİ.....	3
2.1.2.1. NORMAL GELİŞİM.....	4
2.1.2.2. EMETROPİZASYON	4
2.1.2.3. GÖZÜN YAPISAL GELİŞİMİ	7
2.1.2.4. NORMAL GÖRMENİN BİLEŞENLERİ	8
2.1.2.5. AMBLİYOPİ	10
2.2. GÖRME KESKİNLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	11
2.2.1. KALİTATİF TESTLER	14
2.2.1.1. KÜÇÜK CİSİMLERİN TAKİBİ.....	14
2.2.1.2. TERCİHLİ BAKIŞ TESTİ.....	14
2.2.1.3. FİKSASYON TERCİHİ	16
2.2.1.4. OPTOKİNETİK NİSTAGMUS.....	17
2.2.2. GÖRME KESKİNLİĞİNİN KANTİTATİF TESTLERİ	17
2.2.2.1. RESİM OPTOTİPLER	18
2.2.2.2. ALLEN TESTİ	18
2.2.2.3. LEA TESTİ.....	18
2.2.2.4. F-FOOKS SEMBOLLER.....	19
2.2.2.5. HARF OPTOTİPLER.....	19
2.2.2.6. STYCAR	19
2.2.2.7. SHERİDEN GARDİNER	19
2.2.2.8. HOTV EŞELİ	19
2.2.2.9. E EŞELİ	19

2.3. ELEKTROFİZYOLOJİK TESTLER.....	21
2.3.1. VISUAL EVOKED POTENTIAL.....	21
2.3.2. VEP KAYIT PROSEDÜRLERİ.....	21
2.3.3. ÖZELLEŞMİŞ VEP KAYIT YÖNTEMLERİ	24
2.3.4. GÖRME KESKİNLİĞİNİN ÖLÇÜMÜNDE VEP'İN ÖNEMİ	26
2.3.5. VEP'İ ETKİLEYEN FAKTÖRLER.....	28
2.3.6. SWEEP VEP	29
2.3.6.1. EŞİK DEĞERİN BELİRLENMESİ	31
2.3.6.2. SWEEP VEP TESTİNİN PRENSİBİ	32
2.3.6.3. SWEEP VEP TESTİNİN YAPILIŞI.....	33
2.3.6.4. ÖRNEK SWEEP VEP TESTİ SONUCU	34
III-GEREÇ ve YÖNTEM	35
3.1 SWEEP VEP UYGULAMASI.....	36
IV-BULGULAR	40
V-TARTIŞMA	52
VI-SONUÇ	64
VII-ÖZET	66
VIII - SUMMARY	68
IX-KAYNAKLAR	70

TABLÖLAR ÇİZELGESİ

	<u>SAYFA</u>
Tablo I: Çocuklarda görsel gelişim basamakları	9
Tablo II: Preverbal dönemde tahmini görme keskinlikleri	11
Tablo III: Pediatrik muayene yöntemleri-1	11
Tablo IV: Pediatrik görme kusuru yapan nedenler	12
Tablo V: Pediatrik muayene yöntemleri-2	13
Tablo VI: Çocuklarda yaş grubuna göre görme keskinliği ölçme yöntemleri	20
Tablo VII: Desen Boyutuna Göre Görme Keskinlikleri	26
Tablo VIII: Görme keskinliği dönüşümü	38

ŞEKİLLER ÇİZELGESİ

SAYFA

Şekil 1: Lea'nın "hiding Heidi" testi	15
Şekil 2: Teller testi	15
Şekil 3: Kontrast Duyarlılık Testi	15
Şekil 4: HOTV eşeli, Resim eşeli ve E eşeli.....	20
Şekil 5: Normal pattern reversal VEP dalga formu.....	22
Şekil 6: Normal Flash VEP dalga formu	23
Şekil 7: Pattern VEP'de kullanılan desen uyaran dama tahtası	24
Şekil 8: Amplitüdünde Meydana Gelen Değişiklikler.....	32
Şekil 9: Hastaya Paternin Etkisi	33
Şekil 10: Sweep VEP (sVEP) incelemesi esnasında görülen frekans spektrumu. 33	
Şekil 11: sVEP İncelenmesinde Elde Edilen Temporal Sonuçlar.....	34
Şekil 12: Çalışma Esnasında Kaydedilen Farklı Sweep Yanıtlarının Vektörel Ortalaması	34
Şekil 13: Elektrofizyoloji labaratuvarında sVEP uygulamasının genel görünümü 39	
Şekil 14: sVEP uygulaması sırasındaki hastanın pozisyonu elektrodların yerleşimi ve dama tahtası paterninin görünümü	39
Şekil 15: 1. Grup Snellen Görme Keskinliği ile sVEP Ortalama Görme Keskinliğinin Korelasyon ve Regresyon Grafiği.....	40
Şekil 16: 1. Grup Snellen GK- sVEP Ortalama GK Bland- Altman Analizi	41
Şekil 17: 1. Grup Snellen Görme Keskinliği ile sVEP Maksimum Görme Keskinliği Korelasyon Ve Regresyon Grafiği.....	42
Şekil 18: 1. Grup Snellen GK- sVEP Maksimum GK Bland- Altman Analizi. ...	43
Şekil 19: 1. Grup sVEP Ortalama GK ile sVEP Maksimum GK Korelasyon ve Regresyon Grafiği.....	44
Şekil 20: 2.Grup Snellen GK ile sVEP Ortalama GK Korelasyon ve Regresyon Grafiği	45
Şekil 21: 2. Grup Snellen GK- sVEP Ortalama GK Bland- Altman Analizi	46

Şekil 22: 2. Grup Snellen Görme Keskinliği ile sVEP Maksimum GK Korelasyon ve Regresyon Grafiği.	47
Şekil 23: 2. Grup Snellen GK- sVEP Maksimum GK Bland- Altman Analizi. ..	48
Şekil 24: 2. Grup sVEP Ortalama GK ile sVEP Maksimum GK Korelasyon ve Regresyon Grafiği.....	49
Şekil 25: Grup 3'teki Olguların sVEP Ortalama Görme Keskinliğinin Yaşa Göre Dağılım Grafiği.....	50
Şekil 26: Grup 3 'teki Olguların sVEP Maksimal GK Dağılım Grafiği	51

KISALTMALAR

VEP	:	Visual Evoked Potantial
sVEP	:	Sweep VEP
TKK	:	Teller Keskinlik Kartları
GK	:	Görme Keskinliği
LGN	:	Lateral genikulat nükleus
ERG	:	Elektroretinografi
STYCAR	:	Screening Test for Young Children and Retardates
EEG	:	Elektrensefalogram
LED	:	Light Emitting Diode
SSS	:	Santral sinir sistemi
SNR	:	Sinyal gürültü oranı
MVEP	:	Multifokal VEP
EDGK	:	En iyi düzeltilmiş görme keskinliği
MAR	:	Minimum Angle Resolution

I.GİRİŞ

Günümüzde görme keskinliğinin değerlendirilmesi için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Görsel fonksiyonun değerlendirilmesindeki yöntemlerin çoğu subjektiftir. Klinikte kullanılan en önemli subjektif metotlardan biri Snellen eşelidir. Görme fonksiyonunun objektif değerlendirilmesini sağlayan yöntemlerden biri de görsel uyarılmış potansiyellerdir (VEP). Bir görsel uyarılmış potansiyel çeşidi olan Sweep VEP görme keskinliğinin hızlı değerlendirilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Sweep VEP kooperasyonu yetersiz olan kişilerde ve çocuklarda görme keskinliğinin tespit edilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Sweep VEP’de durgun durum cevabı oluşturan alterne yüksek, çeşitli uzaysal frekanslarda patern stimuluslar kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalarda görme keskinlikleri iyi olan normal bireylerde Sweep VEP ile yapılan ölçümlerin LogMAR keskinliği ile eşit veya daha düşük olduğu saptanmıştır. Günümüzde görme keskinliğini sözel olarak ifade edemeyen çocuklarda görme keskinliğinin objektif olarak değerlendirilmesine ihtiyaç olmaktadır. Sweep VEP çeşitli oküler ve sistemik hastalıkları olan çocukların değerlendirilmesinde kullanılabilir.

Çalışmamızın amacı, görme keskinliğini sözel olarak ifade edemeyen çocuklarda, görme keskinliğini rutin olarak kullanılan ondalık sistemde veren bir VEP çeşidi olan, Sweep VEP ile değerlendirmek, sözel ifadesi olan çocuklarda ise Sweep ile Snellen eşelinde saptanan görme keskinlikleri arasındaki ilişkiyi değerlendirmektir.

II. GENEL BİLGİLER

Doğumda görme gelişimi henüz tamamlanmamıştır; görme sisteminin maturasyonu hem nörolojik, hem de oküler komponentlerin gelişimi yanında prenatal, postnatal beslenme ve postnatal görsel stimülasyon gibi faktörlerden etkilenmektedir. Hayatın erken dönemlerinde, özellikle gelişim sürecinin etkilere en duyarlı olduğu dönemlerde, görmenin baskılanması, ambliyopi ile sonuçlanabilmektedir. Küçük çocuklarda, özellikle preterm yenidoğanlarda görme anomalilerine bağlı problemler sık görülmektedir. Erken tanıyı mümkün kılmak ve görme defektlerini saptayabilmek adına yapılacak taramalar önemlidir.

2.1 Görmenin Gelişimi

2.1.1. Santral Sinir Sisteminin Maturasyonu

Yeni doğanların görme yetenekleri, görme yollarının gelişimine bağlıdır. Bu yollar arasında oksipital lobdaki görme korteksi, talamustaki lateral genikulat nükleus (LGN), ve gözü LGN ile görme korteksine bağlayan nöronlar sayılabilir (1).

LGN doğum esnasında immatürdür. Doğumu izleyen ilk bir-iki ay boyunca buradaki postsinaptik yüzeylerde hızlı bir artış görülür ve bu artış 2 yaşında yavaşlamaya başlar. Korteksteki sinaptogenez de doğumu hemen takiben yüksek bir hıza sahip olmaktadır. Buradaki sinaptik yoğunluk 8-9 ay civarında maksimuma ulaşır ve buradan sonra azalmaya başlayarak yaklaşık 11 yaşında stabilleşir (1). Yeni doğanda doğum anındaki konik reseptörler erişkinlerdekinden yaklaşık 3 kat daha az olmaktadır ve bu durum bebeklerdeki bulanık görmeyi kısmen açıklamaktadır. Başlardaki yüksek nörolojik gelişim hızının yavaşlamaya başlaması, çocuklarda görme ile ilgili fizyolojik ve davranışsal değişimlerin gözlemlendiği bir döneme rastlar ve ambliyopi gelişimi riski bu dönemde en yüksektir. Sinapslardaki anlamlı kaybın işlevsel öneminin ne olduğu bilinmemektedir, bununla birlikte bunun sinir sistemi maturasyonu ile birlikte SSS plastisitesindeki azalmaya bağlı olduğu düşünülmektedir (1).

2.1.2. Bebeklerde Görmenin Gelişmesi

Görme sisteminin hem oküler, hem de nörolojik komponentlerinin gelişimi, sağlıklı term bebeklerde bile doğumda henüz tamamlanmamıştır ve bu olgunlaşma süreci görsel stimülasyon ve postnatal nütrisyon gibi birçok faktör tarafından etkilenmektedir. Görmenin gelişimi kompleks bir süreçtir ve birçok patofizyolojik mekanizmadan etkilenebilmektedir. Bu patofizyolojik durumlara örnek olarak kırma kusurları, retinal defektler, optik sinir iletim bozuklukları, oksipital lobdaki vizüel korteksin maturasyon defektleri, korteksin vizüel verileri entegre etme işlev kusurları ile beslenme bozuklukları ve ışık yetersizliği gibi eksternal faktörler sayılabilir. Yenidoğanlarda ciddi görme bozuklukları nadirdir, fakat tanı almaz ve tedavisiz bırakılırsa uzun dönemli, hatta kalıcı görme kayıplarına neden olabilirler. Aksine genellikle azalmış görme keskinliği ile sonuçlanan kırma kusurları nispeten daha sık görülmektedir ve bu tablolar erken tarama, tanı ve tedavi uygulamaları ile normale döndürülebilmektedir.

Bebekler ve çocuklar görme gelişimi ile ilgili problemlere hayatın ilk birkaç yılı boyunca nispeten daha duyarlı olmaktadır. Bu özel duyarlı periyotta görsel inputların normal olması, görme gelişiminin normal olması için şarttır. Aksine görsel inputlar anormal olduğu takdirde uzun dönem görme problemleri ortaya çıkabilir. Normal görme gelişiminin sağlanabilmesi için bu periyotta olan patolojik görme kaybı mekanizmasının erkenden tanınması ve düzeltilmesi önerilmektedir.

Ambliyopi ya da “göz tembelliği” adı verilen tablo çocuklarda görme kaybının en sık karşılaşılan nedenidir. Altta yatan herhangi bir hastalığa ya da duruma bağlı ortaya çıkan ambliyopi tedavi edilse bile, zaman zaman uygun optik düzeltmeye ve başka bir patoloji olmamasına rağmen giderilemeyen bir görme keskinliği azalması ile karşılaşılabilmektedir. Bu duruma fonksiyonel ambliyopi adı verilir. Fonksiyonel ambliyopi, beyin bulanık imajları görmeye adapte olmuş olduğu için görüntünün beyin tarafından yeterince işlenememesi sonucunda ortaya çıkmaktadır. Eğer yeterince erken tedavi edilebilirse beyin görüntüleri işlemeyi tekrar öğrenebilir ve görme iyileşebilir.

Tarama tekniklerindeki ilerlemeler sayesinde artık fonksiyonel ambliyopi ve görme baskılanması durumlarının erken tespiti daha kolay hale gelmiştir. Hemen doğumu takiben bu tabloların taraması yapılabilmektedir ve kalıcı görme kayıplarının engellenebilmesi için bu taramaların mümkün olduğunca erken yapılması önemlidir. Tarama, ayrıca patolojik bir görme baskılanması mekanizmasına bağlı olan fonksiyonel ambliyopi ve altta yatan bir defekte bağlı olan organik ambliyopi arasında ayırım yapılabilmesine de olanak sağlamaktadır. Bu ayırım önemlidir, çünkü fonksiyonel ambliyopi erken tanınabilirse oklüzyon tedavisi sayesinde geriye döndürülebilmektedir. Gözdeki anatomik bir defekte bağlı meydana gelen görme azalmasında görmenin geri döndürülmesi genellikle daha zor olmaktadır. Çünkü bu durumdaki çocukların çoğundaki “organik” görme kaybına ilaveten fonksiyonel ambliyopi de eşlik etmektedir. Bu çocuklara uygulanan ambliyopi tedavisi görmede bir miktar düzelme sağlayabilmektedir.

2.1.2.1. Normal Gelişim

Normal görme gelişimi sürecinde, doğumda görme sisteminin hem optik hem de nörolojik bileşenleri henüz immatürdür; temel görme yetenekleri doğumdan hemen sonra ortaya çıkarken hayatın ilk yılı boyunca hızlı bir gelişim göstermektedir (2). Normalde emetropizasyon adı verilen ve doğum hipemetropisini azaltmaya yönelik olan bir süreç doğumu hemen takiben başlar ve term bebeklerde 12 aylıkken sürecin %82’si tamamlanmış olur (3).

Emetropizasyon, göz küresi büyümesinde normal fizyolojik bir süreçtir. Bu süreçte yenidoğan gözündeki hipermetropiye yanıt olarak gözün aksiyel uzunluğunda bir artma meydana gelir. Görme sisteminin olgunlaşması birkaç yıl sürmektedir, bununla birlikte görme yeteneğinin bazı bileşenleri geç ergenlik dönemine kadar olgunlaşmaya devam etmektedir (4).

2.1.2.2. Emetropizasyon

Yapılan araştırmalarda, yeni doğanların % 80’inin hipermetrop, % 5’inin miyop ve % 15’inin ise emetrop olduğu saptanmıştır.

Hipermetropi 1- 3 diyoptri civarındadır. Bu değer sabit kalabilir veya 5-6 yaşıa kadar 1 - 2 diyoptri artabilir. Fizyolojik hipermetropi 7 yaşıından sonra azalmaya başlar.

Bebeklerin birçoğu doğum esnasında doğal bir hipermetropiye sahiptir, bu nedenle çocuklarda aksiyel uzunluğun artışı sayesinde normal emetropi kazanılmaktadır. Normal emetropizasyon sürecinin meydana gelmesi gereken zamanda örneğin katarakt ya da miyopi gibi nedenlerden dolayı görmede bulanıklık ortaya çıkar ise göz küresi büyümesi aşırı olmakta ve aşırı artmış aksiyel uzunluk ortaya çıkmaktadır. Bu tabloya myopik şift denir (5,6). Bu süreçte lens anlamlı derecede etkilenmez. Miyopik şift nedeniyle bir kısırdöngü başlar ki burada görme kaybı, aksın daha fazla uzamasına ve artmış miyopiye neden olur. Eğer bu durum düzeltilmez ise aksiyel uzunluğun daha da artmasına bağlı daha ciddi miyopi ortaya çıkar.

6-10 yaşı arasındaki 1755 Asya'lı çocukla yapılan 1 yıllık çalışmada kırma kusurlarına relatif olarak göz küresi büyümesi incelenmiş ve göz küresinin aksiyel büyümesinin küçük yaştaki çocuklarda ve miyopik çocuklarda emetrop ve hipermetrop çocuklara göre daha hızlı olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışmadaki tüm çocuklarda, kırma kusuruna bakmaksızın, yaşıla birlikte aksiyel uzunluk artışının hızı azalmış ve ön kamaranın derinliği 9-10 yaşlarına kadar artarken 12 yaşıında azalma göstermiştir. Çalışmada en fazla aksiyel uzunluk ve en derin ön kamara miyopili çocuklarda bulunmuştur (7). Öte yandan Asya'lı popülasyonların normalde genetik olarak myopik olduğu bilinmektedir. "Etnisite ve Kırma Kusurlarının Değerlendirilmesi Longitudinal Ortak Çalışması (CLEERE)" projesinde 6-14 yaşı arasındaki çocuklar değerlendirilmiştir. Çalışmada 604 çocuk miyopik olurken 374 çocuk ise emetrop kalmıştır. Emetrop devam eden çocuklara kıyasla myopik hale gelen çocukların, myopi öncesinde daha düşük hipermetropiye ve daha yüksek aksiyel uzunluklara sahip olduğu ortaya çıkmıştır (8).

Emetropizasyon sürecinde aksiyel büyüme hızının görsel inputlarla nasıl ilişkili olduğunu açıklayan muhtemel bir mekanizmaya göre bebeklerde retinadaki dopaminerjik sistem aktive olarak göz küresi için büyüme faktörlerini

salgılatmaktadır (9,10). Bunun yanında bu sürece bir dizi başka eksternal faktörler ve retinoik asit reseptörleri, serotonin, melatonin ve nitrik oksit gibi bazı biyolojik büyüme kontrol yolları da katılmaktadır (8).

Myopi genetiği ile ilgili son zamanlarda yayınlanan bir derlemede myopiye yatkınlık yaratan genlerden bahsedilmiş ve gözde anormal gen ekspresyonunun ve çevresel faktörlerin bebeklerde “erken başlangıçlı miyopi” tablosunun üzerindeki etkileri tartışılmıştır. Farelerde meydana getirilen deneysel myopide de insanlarda ve primatlarda olduğu gibi vitröz kamanın elongasyonu rol oynamıştır (11).

2.1.2.3. Gözün Yapısal Gelişimi

Doğum sonrasında gözün yapısal gelişimine dâhil olan bileşenler retinanın makula bölgesinin olgunlaşması, foveanın olgunlaşması ve göz küresinin büyümesi şeklinde sayılabilir (1,12). Periferal retina doğumda nispeten daha matürdür. Foveanın diferansiasyonu ve maturasyonu ile makuladaki retinal katmanların diferansiasyonu ise 6 haftalıkken başlayıp 8 aylık olana kadar devam eder (1,13). Normal gelişimde göz küresinin büyüme hızı çocuğun büyüme hızı ile bağlantılı olmaktadır ve bu nedenle emetropizasyon süreci büyümenin doğal bir parçası haline gelmektedir (67).

Multifokal elektoretinografi (ERG) kullanılarak yapılan bir çalışmada 23 full term infant ve 10 erişkin incelenmiştir (14). ERG paternlerindeki farklılıkların erişkinlerde ve infantlardaki santral retinal işleme sürecindeki farklılıklara bağlı olduğu düşünülmüştür. Yine ERG sonuçlarına göre bebeklerde bebeklerdeki periferal konik reseptör gelişiminin rod gelişiminden daha ileri olduğu sonucuna da varılmıştır (15). Net ve detaylı görme için önemli olan foveal konik reseptör yoğunlukları postnatal 1. haftadaki 18 kon/100 mikrometre mertebesinde erişkinlerde 42 kon/100 mikrometre mertebesine kadar artış göstermektedir (13).

Retinanın periferinden makuler alana doğru olan konik reseptör migrasyonu da bu yoğunluk artışına katkıda bulunmaktadır. Genel olarak göz küresinin büyüme hızı küçük çocuklarda daha yüksek olmakla birlikte bu hız yaşla azalmaktadır. Fetuslar ve 0-13 yaş arası çocuklarda yapılan bir Manyetik Rezonans çalışmasında doğum öncesinde ve doğumdan sonraki 0-18 ay arasında göz küresi büyüme eğrilerinin hızlı olduğu bulunmuştur (16). Emetropizasyon süreci boyunca göz küresinin aksiyel uzunluğundaki artış, korneal applanasyon ve azalmış lens kırıcılığı gibi sebeplerden dolayı ışığın retina üzerinde odaklanmasında bir artış sözkonusu olmaktadır. Bu durum, kısa oküler aks uzunluğuna sahip bebeklerde hipermetropinin daha düşük seviyede olmasını açıklar (8).

2.1.2.4. Normal Görmenin Bileşenleri

Görme yeteneği, hem nörolojik hem de oküler komponentlerin normal işlev görmesine bağlıdır. Görme yeteneği değerlendirilirken görmenin farklı tipleri ele alınmaktadır. Bunlar santral görme, derinlikli (binokuler) görme, kırıcılık, renkli görme, kontrast görme, skotopik/fotopik görme ve takip etme (retina ve okulomotor kasların değerlendirilmesi) şeklinde sıralanabilir. Bu değerlendirmelerden alınan sonuçlar, normal gelişim gösteren bebeklerdeki beklenen vizüel yanıtlarla uyumluluk göstermelidir (17).

Normal Çocuklarda görme duyusunun gelişim aşamaları (17);

1. Ayda;

Başını ve gözünü ışık kaynağına döndürme,
Yatay ve dikey düzlemde obje takibi,
6-8 haftada gözün içine bakış, “sosyal gülüşme”.

2-3 Ayda; Yoğun göz teması,

Dikey ve dairesel hareket takibi,
Hareketli oyuncak takibi,
Dudak okumaya başlama,

6 Ayda; Kendi ellerini seyretme,

İleri uzanma, sallanan nesneyi yakalamak,
Düşen ve uzaklaşan oyuncağı gözleme,
Karşıya bakıştan yana bakışa dönme,
Görsel dikkat alanının genişlemesi,

7-10 Ayda; Küçük parçacıkları fark etme,

Önce dokunma ve parmak ucu ile tutma,
Resimlerle ilgilenme,
Yarısını gördüğü nesneye ilgi ve tanıma,

11-12 Ayda; Evde görsel yer bulma,

İnsanları tanıma,

Resimleri tanıma,

Saklambaç oynama,

1-2 Yaşda; Haberleşmede görmenin önemi,

Yüz ifadeleri ve vücut dili,

Öncül uyarılar ve gözlem,

Olayların akışına bağlantı kurma,

Sesli uyaranlara bağlanma.

Tablo I: Çocuklarda görsel gelişim basamakları (18)

Normal Görsel Gelişim Basamakları	
Pupil reaksiyonu	Gestasyonun 30. haftası
Görsel tehdide karşı göz kırpma reaksiyonu	2-5. ay
Fiksasyonun iyi gelişmesi	2. ay
Smooth pursuit göz hareketleri	6-8. hafta
Sakkadların iyi gelişmesi	1-3. ay
Optokinetik nistagmus	2-4. ay
Akomodasyon	4. ay
Stereopsisin iyi gelişimi	3-7. ay
Kontrast duyarlılık iyi gelişimi	7. ay
Oküler paralelliğin stabilize olması	1. ay
Foveal matürasyonun tamamlanması	4. ay
Optik sinir myelinizasyonun tamamlanması	7 ay- 2 yaş

2.1.2.5. Ambliyopi

Bebeklerde tam ya da kısmi obstrüksiyona, ışık stimulusu eksikliğine, şaşılığa ya da iki göz arasındaki düzeltilmemiş kırıcılık farkına bağlı ortaya çıkan görsel uyarı eksikliği ambliyopi ile sonuçlanabilmektedir (19,20).

Görme eksikliği düzeltilmez ve uzarsa işlevsel ambliyopi ortaya çıkar. Bununla birlikte şaşılık ve kataraktta organik ambliyopi de tabloya eşlik eder. Sıklıkla bir gözün görme keskinliği, diğer gözün baskın hale geçmesi nedeniyle azalmaktadır. Ambliyopi, çocuklarda sık görülen bir görme problemidir.

Eşlik eden semptomlar arasında stereoskopik derinlik algısında azalma, uzaysal keskinlikte zayıflama ile kontrast ve hareket sensitivitesinde azalma sayılabilir. Ambliyopi genellikle rutin görme muayeneleri ve testleri esnasında tanı alırlar, çünkü diğer gözün kompanzasyonu nedeniyle fark edilemeyen ambliyopi ancak rutin görme testleri sayesinde fark edilebilmektedir (21).

Ambliyopinin patofizyolojisinde görme kaybı olan gözden LGN'a doğru olan nöral iletim sinyali eksikliği ve buna bağlı nöral komponentlerin atrofisi rol oynamaktadır. Ambliyopi riski infantlarda ve küçük çocuklarda en yüksektir, çünkü görmenin nörolojik komponentlerinin plastisitesi küçük çocuklarda daha fazladır ve ambliyopi, görme gelişimindeki problemlere bağlı bir klinik tablodur (20, 22).

Gelişmekte olan santral sinir sisteminin plastisitesinin yüksek olması, görme eksikliği tablosu tanındığında ve erken düzeltildiğinde ambliyopinin de geri döndürülebilmesine olanak sağlamaktadır. Bu durum da erken tanı ve tedavinin öneminin esas sebebidir. Eğer tedavisiz bırakılırsa, devam eden görsel uyaran eksiliği nedeniyle LGN'ta kalıcı morfolojik değişiklikler, atrofi ve sonuç olarak kalıcı ambliyopi ortaya çıkar (22, 23, 24).

Erken bebeklikteki “sensitif periyod” süresince ambliyopi riski artmıştır (1,25). Bebeklerde vizüel korteksteki nöral presinaptik ve postsinaptik elemanların aşırı arttığı ve görme işleviyle birlikte fizyolojik ve davranışsal değişikliklerin meydana geldiği bu dönem sonrasında sinaps oluşumu hızı giderek azalır (1).

2.2. Görme Keskinliğinin Değerlendirilmesi

Sözel ifadede bulunamayan (preverbal) küçük çocuklarda görme keskinliğinin değerlendirilmesi zordur. Bu değerlendirme ancak göz kliniklerinde uygulanabilecek özel testler (mecburi tercih edilen bakış, kontrast duyarlılık testleri, görsel uyarılı cevap, optokinetik nistagmus) ile yapılabilir. Bu testler ile alınan sonuçlar birbirinden farklı olabilirse de, normal bir bebekte görme keskinliğinin yaş ile ilişkisi tablo II ve tablo III'deki gibi kabul edilmektedir.

Tablo II: Preverbal dönemde tahmini görme keskinlikleri (26)

YAŞ	GÖRME KESKİNLİĞİ
Yeni Doğan	6/260
1 ay	6/180-6/90
4-6 ay	6/18-9-6
3 yaş	6/6

Tablo III: Pediatrik muayene yöntemleri-1 (26)

Doğumdan 3 Yaşa Kadar	Oküler öykü
	Görme değerlendirilmesi
	Göz ve kapakların inspeksiyonu
	Oküler motilite değerlendirilmesi
	Pupilla muayenesi
	Kırmızı refle muayenesi
3 Yaş Ve Üzeri	Yaşa uygun görme keskinliği ölçümü
	Oftalmoskopi

Normal bir bebekte görme keskinliği 3 yaşta tam derecesine ulaşmaktadır. 2 yaşın altındaki çocuklarda görme keskinliğinin basit bir değerlendirmesi için, ışığı takip etme ve objelere fiksasyon yapabilme durumu araştırılır. Bir bebek 3 aylıktan itibaren ışığı takip eder, 4-6 aylıktan itibaren de oyuncakları yakalamaya çalışır.

Bebek ışığı santralda ve devamlı olarak fikse edebiliyorsa, görmesi büyük olasılıkla normaldir. Fiksasyon eksantrik ve sabitse genellikle normalin altında bir görme keskinliği, hem eksantrik hem de sabit değilse zayıf bir görme keskinliği, hem eksantrik hem de sabit değilse zayıf bir görme keskinliğine sahip olarak değerlendirilir. Pediatrik görme kusuru yapan nedenler tablo IV'te gösterilmiştir.

Tablo IV: Pediatrik görme kusuru yapan nedenler (26)

Prematürite	Prematüre Retinopatisi
İnfant	Konjenital Katarakt
	Konjenital Glokom
	Kornea bulanıklığı
	Lökokori yapan diğer nedenler
Okul öncesi	Şaşılık
	Ambliyopi
	Refraksiyon kusurları
Okul dönemi	Refraksiyon kusurları

2 yaş civarı çocuklarda çeşitli oyuncakların resimlerini önce iki göz açıkken, sonra her iki göz ayrı ayrı kapatılarak belirli mesafelerden göstermek yoluyla görme keskinliği değerlendirilebilir.

2-3 yaşındaki çocukların resimleri 3,5-4 metreden, 3-4 yaşındakilerin ise 4,5-6 metreden tanımları yeterlidir. Çocuğun iki gözü arasında 1,5 metrelik fark, bir gözde görme keskinliğinin yetersiz olduğunu gösterir. Görme keskinliği ile

İlgili değerlendirmeler hem yenidoğanlarda (3-12 ay), he konuşma öncesi bebeklerde (12-24 ay), hem de konuşabilen küçük çocuklarda uygulanabilmektedir. Yapılan testlere örnek olarak “bakmada seçicilik” ve görsel izleme muayeneleri verilebilir. Pediatrik muayene yöntemleri tablo 5’te gösterilmiştir.

Tablo V: Pediatrik muayene yöntemleri-2 (26)

Çocuklar Temel Muayene	Özgeçmiş, soygeçmiş (prenatal, perinatal ve postnatal öykü)
	İnspeksiyon
	Görme ölçümü, Görme alanı tayini
	Pupilla incelemesi
	Şaşılık ve göz hareketlerinin değerlendirilmesi
	Işık kaynağı ile ön segment incelemesi
	Oftalmoskopi
Özelliği Olan Çocuklarda	Biomikroskopi
	Sikloplejik refraksiyon
	Gonyoskopi, Göziçi basıncı ölçümü
	Fundus fluorescein anjiyografi
	Retina ve Optik sinir kalınlık analizi, USG

2.2.1. Kalitatif Testler

2.2.1.1. Küçük Cisimlerin Takibi

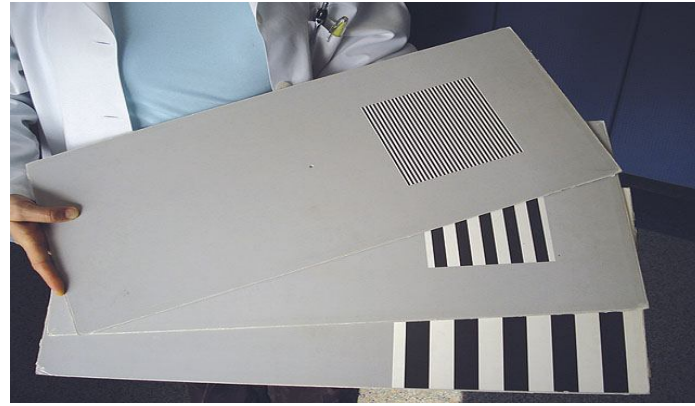
Bebeklerin görmesini değerlendirmede en hızlı ve güvenilir yöntem insan yüzüne olan ilgisinin incelenmesidir. Normalde 2 aylıktan itibaren beslerken annesinin yüzüne, 3-4 aylıkken daha uzaktaki insanların yüzüne bakabilmelidir. Bebeklerde takip hareketi hipometrik sakkadalardan oluşur. Bu nedenle oyuncak veya yüzü takip edebilmesi için 4-6 aylık olması gerekir. Görme kapasitesi bir göz kapatılarak her bir gözde ayrı ayrı değerlendirilmesi gerekir.

2.2.1.2. Tercihli Bakış Testi

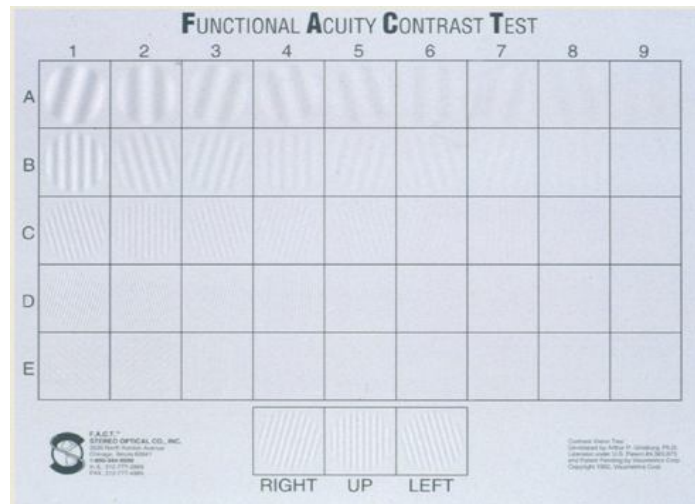
Bebekler homojen gri bir zemin yerine, üzerinde desen olan bir zemine bakmayı tercih ederler. Bu duruma tercihli bakış denilmektedir. Bu prensiple çalışan değişik testler mevcuttur. Örneğin Teller testinde bebek annesinin kucağında otururken, karton bir levhanın arkasında küçük bir delikten muayene eden kişi bebeğin bakışlarını gözlemler. Karton platformun sağ veya soluna gelişigüzel olarak homojen gri bir kart veya vertikal çizgili bir kâğıt yerleştirilir. Bebeğin homojen gri zeminden ayırt edemediği en ince çizgili kart, bebeğin görme keskinliğini belirler. Teller testinin eşdeğeri olarak çizgiler yerine basitleştirilmiş semboller içeren testler de uygulamaya konulmuştur. Aynı prensiplerle kontrast görme düzeyi “hareketli random dot testi” ile bebeğin hareket ve derinlik algılaması da saptanabilmektedir. Standart Teller tercihli bakış testi yaklaşık yarım saat sürer, bebeğin uyumlu olması gerekir ve yorucudur. Lea’nın “hiding Heidi” testi daha hızlı uygulanabilmektedir. Test sonuçları geleneksel Snellen görme eşeli sonuçlarıyla eşdeğer değildir. Klinikte rutin değildir, özellikle ambliyopi tedavisinin takibinde kullanılmaktadır.



Şekil 1: Lea'nın "hiding Heidi" testi (18)



Şekil 2: Teller testi (18)



Şekil 3: Kontrast Duyarlılık Testi (18)

2.2.1.3. Fiksasyon Tercihi

Sözel iletişim kurulamayan veya zihinsel özürlü çocuklarda iki göz arasındaki görme simetrisi fiksasyon tercihi ile değerlendirilebilir. İnfantlar için hekimin yüzü en ilgi çeken cisimdir. Daha büyük çocukta, ilgisini çekebilecek boyut ve renkteki bir cisim yaklaşık 50 cm uzaklıkta tutularak tepkisi değerlendirilebilir. Çocuğun cisme odaklandığı gözlemlendikten sonra, gözler sırasıyla kapatılarak iki göz arasında davranış farkı olup olmadığı değerlendirilir. Her iki gözüyle de simetrik olarak santral, sabit ve sürekli fiksasyon yapabilen çocukların görmeleri yeterli olarak değerlendirilebilir.

Santral fiksasyonu olan çocuk cismin tam ortasına veya muayene eden hekimin gözünün içine bakabilmeli ve cismin yönü değiştirildiğinde takip edebilmelidir. Bunun için bir göz kapalı iken açık kalan göze doğrultulan ışık kaynağının korneadaki yansıması tam göz bebeğinin ortasına isabet etmelidir. Takip edebilme fonksiyonu çocuk büyüdükçe daha belirgin olarak gözlenirken, infantlar fiksasyon sahasından çıkan cisimleri takip edemezler.

Santral fiksasyonu olan çocuğun önündeki hedef yavaş hareket ettirildiğinde o gözle hedefi takip ettiği izlenebilmelidir. Diğer göz önündeki kapama kaldırıldığında çocuk incelenmekte olan gözdeki fiksasyonunu en az bir kırpm süresi kadar sürdürebilmelidir. Makulasında, örneğin toksoplazma skarı veya prematürite retinopatisine bağlı olarak çekinti olan bebeklerin görsel teması santral değil eksantrik veya gezici olabilir. Çocuk iki gözüyle de eşit miktarda fiske edebilme, bir gözünü diğerine tercih etmemelidir. Bir gözü ile fiksasyonu tercih eden çocuklar tercih ettikleri göz kapatıldığında belirgin olarak huzursuz olurlar.

Çocuğun cisimle olan göz teması şöyle kaydedilir; 1. Santral veya eksantrik (1.S), 2. Sabit veya nistagmus ve gezici eksantrik fiksasyon gibi anormal istemsiz hareketler nedeniyle kesintili (2.S), 3. Sürekli veya özellikle sadece bir göz tercih ediliyor olabilir (3.S). Böylece bebeğin görme düzeyi basitçe SSS kriterlerini ne kadar sağladığı not edilerek kalitatif olarak takipte kullanılabilir.

2.2.1.4. Optokinetik Nistagmus

Optokinetik nistagmus yaratmak için bebeğin göz hizasında siyah beyaz vertikal çizgileri olan bir tambur döndürülebilir veya vertikal çizgileri olan uzun bir şerit horizontal olarak hızlıca hareket ettirilebilir. Çizgileri görebilen bebeklerde çizgilerin hareket yönünün aksine doğru istemsiz sıçrayıcı (jerky) nistagmus ortaya çıkacaktır. Nistagmus yaratan siyah beyaz çizgilerin kalınlığı ne kadar inceyse bebeğin görmesi de o kadar iyidir. Optokinetik nistagmusu olmayan bebeklerde santral sinir sistemi problemine bağlı olarak horizontal bakış paralizisi olmadığını kanıtlamak gerekir. Bu amaçla hekimin kucağında bebek oturur pozisyonda tutulurken, hekim kendi eksenini etrafında hızlıca yarım veya bir tur döner. Bu durumda vestibüler refleks uyarılacağı için çocuğun görmesi olmasa bile horizontal bakış merkezi sağlamsa, nistagmus ortaya çıkacaktır. Görmesi iyi olan çocuklar hedefi fiske edebilecekleri için vestibüler nistagmusu kısa süreli olur. Görmesi iyi olmayanlarda nistagmusun durması zaman alır.

2.2.2. Görme Keskinliğinin Kantitatif Testleri

Sözel iletişim kurulabilen çocuklarda, tanıdık şekillerden oluşan göre testleri kullanılabilir. Kartlarda sabit büyüklükte olan şekiller giderek artan mesafelerde ya da dia projektörü ile sabit uzaklıkta giderek küçülen şekiller tarzında çocuğa sorulabilir. Bu testler arasında Lea, Allen, Sheridan Gardiner, HOTV kartları en sık kullanılanlarıdır.

Ayrıca 3-4 yaşından itibaren değişik yönlerde konumlanmış E harfleri veya kırık halkaları içeren görme eşelleri kullanılabilir. E harfinin bacaklarının yönü ve halkaların açık kısımları sorularak, her iki gözde görme keskinliği ayrı ayrı değerlendirilebilir.

Standart Snellen eşellerinde test mesafesi 6 metredir. Lea testinde ise test mesafesi 3 metre olup küçük çocukların teste daha rahat konsantre olması sağlanır. Lea testi Snellen testi kadar standart hale gelmiştir. Değişik alt tipleri olmakla birlikte temelde yakın ve uzak görmeyi test eden iki farklı formu vardır. 2,5-7 yaş arasında uzak görmeyi test eden en kolay kullanılan formunda; çocuk annesinin kucağında oturtulurken anne üzerinde kare, daire, kalp ve ev sembolleri olan bir kartı çocuğun eliyle işaret edebileceği mesafede çocuğa doğru tutar. Bu

sırada gözlemci 3 metre mesafede kendi elinde bulunan sembolleri sıra ile göstererek çocuktan annesinin elindeki kartta bulunan sembollerle eşlemesini ister. Her testte olduğu gibi bunda da her bir göz kapatılarak ayrı ayrı test edilir. Bu testi okul öncesi dönemde kreş ve anaokullarında öğretmenlerin uygulaması mümkündür.

2.2.1. Resim optotipler

Bu yaş grubunda subjektif testler kullanılır. Harflere ilgi göstermeyen çocuklar resimlerle daha yakından ilgilenebilir. Bu testin kullanımı sınırlıdır çünkü evrensel olarak az sayıda şekil tanınabilir.

2.2.2. Allen Testi

Değişken uzaklıkta uygulanır, ucuzdur, kolay tanınan optotipler içerir.

Kartlar randomize olarak giderek daha uzak mesafeden çocuğa gösterilir. Resimleri tanıyabildiği en uzak mesafe Snellen kayıt sistemine göre 30/uzaklık olarak kaydedilir. Çocuğun gösterilecek cisimleri tanıyor olması testin sonucu için önemli olduğundan test öncesinde çocuğa karttaki şekiller öğretilir ve tanıdık gelenleri test için kullanılır.

2.2.3. Lea Testi

LogMAR sistemine göre düzenlenmiş, harf eşellerine benzeyen kurallarla fakat 3 metreden uygulanan bir eşeldir. Tasarımı nedeniyle okul öncesi çocuklara rahatlıkla uygulanır ve oldukça güvenilir sonuçlar verir.

2.2.4. F-Fooks Semboller

Semboller üçgen, halka ve kareden meydana gelmiştir. Testin kullanılışı Sheridan-Gardiner ile aynı şekildedir. Bu test gelişimi iyi olmayan çocuklar için kullanılır.

2.2.5. Harf Optotipler

2.2.6. STYCAR (Screening Test for Young Children and Retardates)

Burada önemli olan muayene eden kişinin gösterdiği harf ile çocuğun elindeki levhada aynı harfi göstermesidir. Bu test normal olarak 3-4 yaş için kullanılabilecek bir testtir. Çocuğun elindeki kartta 7 harf vardır. Muayene eden kişi tarafından hastaya sırayla çeşitli büyüklüklerde olacak şekilde tek harf sorulur. Eğer çocuk en küçük harfleri de 6 m mesafeden görebiliyorsa görmesi tam anlamına gelir.

2.2.7. Sheridan-Gardiner Testi

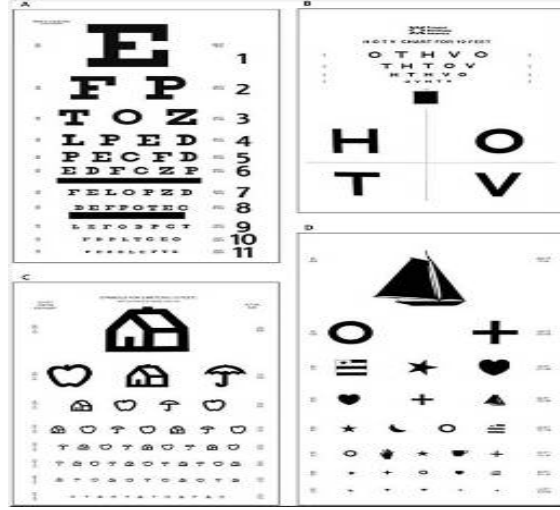
Burada eşeler 7 harften meydana gelmektedir. Snellen eşelinin harflerinin azaltılmış şekli olarak ifade edilebilir. Hastaya sırayla büyükten küçüğe doğru harfler sorulur ve elindeki karttan sorulan harfleri göstermesi istenir. Prensip STYCAR ile aynıdır. Bu test de 3-4 yaş civarında hatta daha büyük çocuklara uygulanabilir.

2.2.8. HOTV Eşeli

Snellen eşeline benzer, Sheridan-Gardiner'in basitleştirilmiş şeklidir ve yaklaşık 3 yaşındaki çocuklara uygulanabilir. E eşelinde söz konusu olan tahmin şansı ve ayna imajlarının tanınmasında güçlük gibi problemleri ortadan kaldırdığı için güvenilir ölçümler sağlamaktadır. Çocuğun elindeki karttan kendisine gösterilen harfi göstermesi istenir.

2.2.9. E testi

Çok yaygın kullanılan bir testtir ve E harflerinin bacaklarının hangi yöne olduğu sorularak değerlendirilir. E eşeli şekil 4'te gösterilmiştir.



Şekil 4: HOTV eşeli, Resim eşeli ve E eşeli (18)

Tablo VI: Çocuklarda yaş grubuna göre görme keskinliği ölçme yöntemleri (18)

Preverbal Çocuklar	İnspeksiyon
	Fiksasyon tercih testleri
	Tercihli bakış testleri
	Optokinetik nistagmus
	Elektrofizyolojik testler
Verbal Çocuklar	Optotipler
	Allen kartları, Lea sembolleri, HOTV kartları, Sheridan Gardiner
	Wright figürleri, Snellen

2.3. Elektrofizyolojik Testler

2.3.1. Visual Evoked Potantial (VEP)

Görsel uyaranlar ile beyinde oluşan elektroensefalografik sinyallerin kaydedilmesi esasına dayalı oküler elektrofizyolojik test görsel uyarı potansiyelleri [Visual evoked potantial (VEP)] olarak isimlendirilmektedir. Elektrookülografi ve elektroretinografide retina hücre aktivitesi değerlendirilirken görsel uyarı potansiyeli testinde sadece beyinde oluşan kortikal aktivite değerlendirilir. Oksipital bölgedeki deriye yerleştirilen elektrotlar yardımıyla kaydedilmektedir.

Görsel uyarılmış potansiyel, görsel sistemin işlevleri hakkında önemli bilgiler veren kullanışlı bir tanı aracıdır. Non-invaziv olarak kaydedilebilmesi ve milisaniyeler düzeyinde mükemmel bir zamansal çözünürlüğe sahip olması ile görme yollarındaki dinamik değişiklikleri yansıtır (27).

VEP saçlı deriden yüzeyel elektrodlarla kaydedilen EEG'den ortalama alma tekniğiyle elde edilen uyarılmış bir potansiyel dalgasıdır (28). Zamanla kilitli olarak verilen görsel uyaranlara karşı yanıt olarak oluşur. Ortalama genlikleri 3–25 μ V olan VEP dalgalarının 100 μ V'a kadar genliğe ulaşabilen EEG dalgalarından ayrıştırılması gerekir. 1950'li yıllarda kayıtlar süperpoze edilerek bu dalgalar gösterilmeye çalışılmıştır (29). Daha sonraki yıllarda sayısal bilgisayarların gelişimiyle bilgisayar ortamında ortalamaların alınması, VEP'leri daha sık ve kullanışlı hale getirmiştir (30). Monoküler VEP kaydı, prekiazmatik görsel yolların, yarım görsel alanın uyarımı ile birlikte oksipital bölgeden birden fazla elektrodla kayıt alınması ise kiazmal ve postkiazmal yolların değerlendirilmesine olanak sağlar (28,31).

2.3.2. VEP Kayıt Prosedürleri

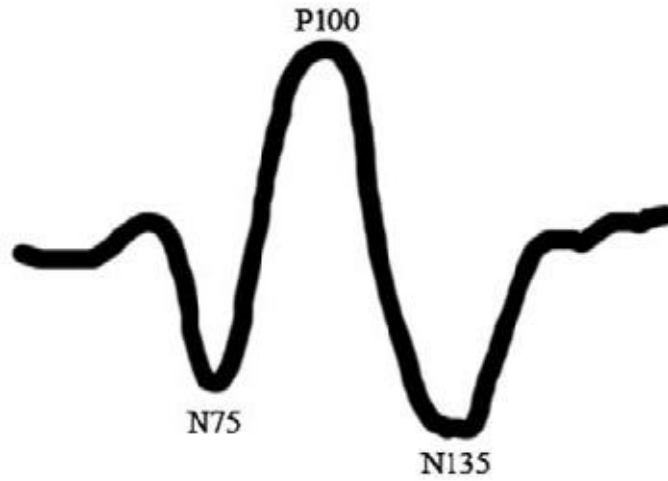
VEP başlıca iki farklı uyaranla elde edilmektedir:

a) Patern VEP: Dama tahtası şeklinde siyah ve beyaz karelerden oluşan ve siyah ile beyaz karelerin saniyede 1–3 kez sıklıkla yer değiştirdiği görsel uyaranlara karşı elde edilir. Patern uyaran sıklıkla bir bilgisayar monitörü aracılığıyla deneklere uygulanmaktadır.

b) Flaş VEP: Xenon, Light Emitting Diode (LED) gibi fotostimülatörler ile uygulanan flaş uyarana karşı yanıt olarak oluşur. Fotostimülatörle verilen flaşın ışık şiddeti, sıklığı ve dalga boyu değişiklik gösterir (31). VEP, sıklıkla uluslararası 10/20 elektrod yerleştirme sistemine göre oksipital orta hatta konan (Oz) tek aktif elektrod ile kaydedilir.

Kiazmatik ve retrokiazmatik yolların da değerlendirilmesi gerektiğinde oksipital bölgeye iki lateral elektrodun (O1, O2) daha yerleştirilmesi gerekir. Kayıtlarda referans elektrodun frontal orta hatta (Fz) veya kulak memelerine (A1 veya A2), toprak elektrodun vertex (Cz), mastoid veya kulak memelerine (A1 veya A2) yerleştirilmesi önerilmektedir (28).

Patern VEP kayıtlarında N75, P100 ve N135 olarak isimlendirilen başlıca üç bileşen gözlenir. P ve N harfleri, referans elektroda göre oksipitaldeki aktif elektrodan kaydedilen voltajın negatif veya pozitifliğini göstermektedir. P100 genliği N75 ile P100 arasında tepeden tepeye ölçülür. P100 dalga latansı bireyler arasında göreceli olarak daha az değişkenlik gösterir. İki göz arasındaki farklılığı ve zaman içinde aynı kişiden alınan tekrarlayan ölçümlerdeki değişkenliği daha azdır. Bu nedenle P100 latansı VEP'un değerlendirilmesinde en sık kullanılan parametrelerdendir (Şekil 5).

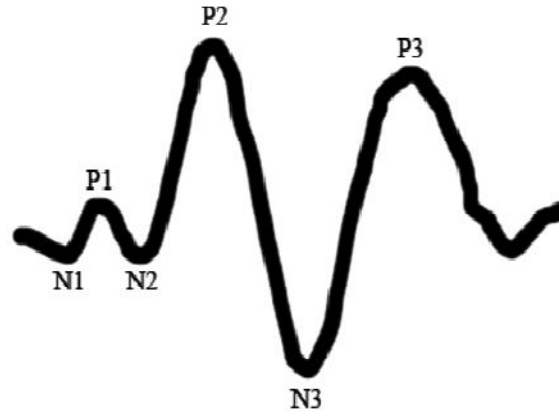


Şekil 5: Normal pattern reversal VEP dalga formu

Patern uyarıların boyutu, kontrastı, ortalama ışık şiddeti, kişideki kırma kusuru, yetersiz fiksasyon ve miyozis gibi patolojik olmayan faktörler P100 dalga latansını etkilerler (28, 29). PaternVEP'te kullanılan dama tahtası şeklindeki

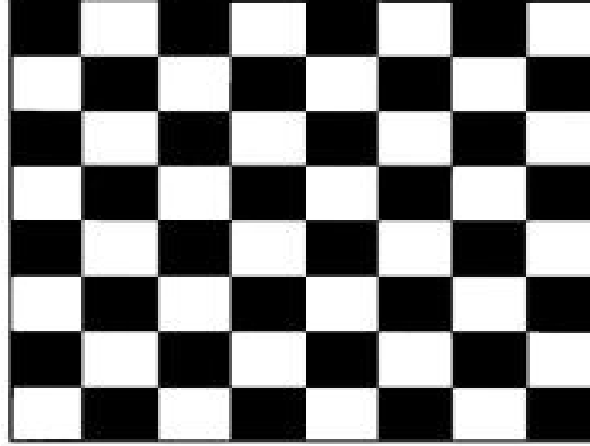
patern uyarılardaki karelerin büyüklüğü alınan kaydın amacına göre değişkenlik gösterir. Patern VEP kaydında sıklıkla iki farklı ebatta karelerin kullanıldığı görsel uyarılar uygulanır. Küçük kareler daha çok fovea bölgesini, büyük kareler ise retinanın periferal alanlarını uyarırlar. Uyarının göze giriş açısı karelerin büyüklüğü ve deneğin uyarana olan uzaklığı ile değişir.

Flaş VEP ise N1, P1, N2, P2, N3 ve P3 diye isimlendirilen pozitif ve negatif bileşenlerden oluşur. Bu isimlendirme flaş VEP'in patern VEP'den otomatik olarak ayırt edilmesini sağlar. Kısa latanslı ve daha küçük genlikli olan N1, P1 dalgaları kayıtlarda daha zor seçildiği için klinik uygulamalarda gözlenmesi daha kolay ve stabil olan N2 ve P2 dalgaları daha sıklıkla değerlendirilirler. N2 bileşeninin latansı yaklaşık 90 ms iken P2'nin latansı 120 ms dir (28, 31, 32) (Şekil 6).



Şekil 6: Normal Flash VEP dalga formu

Patern uyarılarla alınan VEP kayıtlarında, dalgaların latans ve genlik değerleri daha stabil olarak elde edilir. Flaş VEP'te ise normal bireylerden alınan kayıtlarda genlik ve latans değerleri daha büyük bir varyasyon göstermektedir. Ancak hem flaş hem de patern VEP kaydında aynı seansta alınan kayıtlarda, bireyin iki gözü arasındaki değişkenlik düşüktür. Bu nedenle klinik uygulamalarda sıklıkla patern VEP kaydı tercih edilmektedir. Küçük bebek ve çocuklar ile koopere olamayan bireylerden ise flaş VEP kaydı alınması daha uygun olmaktadır (28, 30) (Şekil 7).



Şekil 7: Pattern VEP incelemesinde kullanılan desen uyaran dama tahtası şeklinde siyah beyaz karelerden oluşmaktadır

VEP kayıtlarında elde edilen latans değerleri genliklere oranla daha stabil ve güvenilir olarak elde edilirler. Normal bireylerden alınan kayıtlar arasında latans değerleri % 2–5 oranında değişkenlik gösterirken, genlik değerleri %25 kadar farklılık gösterebilmektedir (35, 34).

VEP kayıtlarındaki dalgaların latans ve genlikleri yaşa bağımlı olarak değişkenlik göstermekle birlikte, 18–60 yaşları arasındaki yetişkin kişilerde değerler stabil olarak gözlenir. Cinsiyetin VEP’in latans ve genliği üzerine etkisi ise oldukça küçüktür (31).

Günümüzde farklı laboratuvarlarda, farklı cihaz ve sistemlerle VEP kaydı alınmaktadır (35). ISCEV tarafından 1989 yılında VEP kayıtları için belirli standartlar getirilmiştir. Bu sayede alınan farklı kayıtların birbirleriyle karşılaştırılabilmesi olanaklı hale gelmiştir. ISCEV standartlarına uymamalarına karşılık kliniklerde daha özelleşmiş tekniklerle de VEP kayıtları alınmaktadır. Kliniğe başvuran hastaların, bu özel VEP kayıt yöntemlerinden uygun olan herhangi biriyle incelenmesi çoğu kez yeterli olmaktadır.

2.3.3. Özelleşmiş VEP kayıt yöntemleri

Bu yöntemler ISCEV standartlarına uymamalarına karşılık, bazı klinik durumlarda tercih edilir ve daha fazla bilgi verirler.

- Steady state VEP

- Sweep VEP
- Motion VEP
- Color VEP
- Binocular VEP
- Stereo-elicited VEP
- Multichannel VEP
- Hemi-field VEP
- Multifocal VEP
- Multi-frequency VEP
- LED Goggle VEP

Multi fokal görsel uyarılmış potansiyel görme fonksiyonunun değerlendirilmesi ve görme alanı defektlerinin tespiti için hızla gelişen bir değerlendirme tekniğidir. MVEP görme alanı değerlendirmesinin nesnel yöntemidir (36).

Rastgele sunulan multi fokal uyarılar ve uyarılmış olan kısımların ölçülmesi ile birlikte VERIS(Electro-Diagnostic Imaging, San Mateo, California, USA) sistemi kullanılarak, Baseler ve arkadaşları ilk olarak bir MVEP kaydını yayımladılar (32).

Hastalar her biri farklı zaman seviyesine göre değişen birçok alanla birlikte hızlı değişen damalı alan kaybını ekranda izlemişlerdi. Tek kanal kayıtları kafatası elektrotları vasıtasıyla yapıldı. Klistorner ve Graham tekniği modifiye etmiştir ve inion üzerine gelecek şekilde, bipolar elektrod kullanarak normal bireylerde tüm alanlardan MVEP'ler kaydetmiştir (33). Elektrodların şekli bundan sonra oksipital çapraz elektrot tutucusu kullanarak 4 kanallı sisteme çevrilmiştir. Bu dikey yerleşimli kanallar kullanıldığında sıklıkla sinyallerin küçük olduğu veya hiç olmadığı yatay meridyen başta olmak üzere birçok bakımdan daha iki sinyal alınmasını sağlamıştır.

2.3.4. Görme Keskinliğinin Ölçülmesinde VEP'in önemi

Kooperasyon kurulamayan olgularda, infantlarda, fonksiyonel görme kaybında ve ortam opasiteleri nedeniyle refraksiyonun değerlendirilemediği olgularda görme keskinliği VEP ile objektif olarak değerlendirilebilir. Görsel uyarılmış potansiyeller ile görme keskinliğinin ölçülmesi için farklı yöntemler kullanılmaktadır.

a. Patern VEP'in kaydedilebildiği en küçük desen boyutunun belirlenmesi:

Patern VEP ile görme keskinliği değerlendirmesinde farklı desen boyutları uygulanarak desen boyutu ile amplitud arasındaki ilişki değerlendirilir. Elde edilen amplitud $1.5 \mu v$ 'un altına düştüğünde gürültü kirliliği olarak kabul edilerek o desen boyutuna yanıt alınamıyor olarak değerlendirilmelidir. Yanıt alınabilen en küçük desen boyutu veya en yüksek frekans görme keskinliği hakkında bilgi verir. Desen boyutu, görme keskinliği ile ters orantılı olup VEP dalgasının kaydedilebildiği desen boyutu küçüldükçe görme keskinliği artmaktadır. Patern VEP sonuçları, Snellen görme keskinliği ve Landolt C gibi subjektif göme keskinliği ölçüm yöntemleri ile korelasyon göstermektedirler (37) (Tablo7).

Tablo VII: Desen Boyutuna Göre Görme Keskinlikleri

Desen boyutu	Görme keskinliği
60 dakika	20/200
30 dakika	20/100
15 dakika	20/50

b. VEP amplitudlerinin “0” voltajına ekstrapolasyonu

Görsel uyarılmış potansiyeller, refraksiyon kusurlarından etkilenmektedirler. Refraksiyon kusuru düzeltilmeden çekilen patern VEP'te P100 dalgasının amplitudu görme keskinliği seviyesine bağlı olarak azalır ancak latans fazla değişiklik göstermez, refraksiyon kusuru düzeltildikten sonra ise normale döner (38).

Fonksiyonel görme kaybı olan olgularda görme keskinliğinin objektif olarak değerlendirilmesinde VEP yardımcı bir yöntem olup bu olgularda P100 dalgasının

amplitud ve latansı normal sınırlardadır ancak test esnasında refraktif kusurlar düzeltilmiş olmalıdır. Ayrıca fiksasyon, pupilla çapı ve akomodasyon izlenmelidir. Akomodasyon veya fiksasyon yetersiz ise P100 dalgası genişler ve latans uzayabilir. Fonksiyonel görme kaybı olan olguların değerlendirilmesinde küçük açılı desenler tercih edilmelidir.

Ortam opasiteleri nedeniyle görmenin değerlendirilemediği bazı durumlarda da postoperatif görme keskinliğinin tahmininde de VEP yardımcıdır. Göz travmalarında postoperatif görme keskinliğinin değerlendirilmesinde flaş VEP ve flaş ERG yararlıdır.

Lens opasiteleri, VEP ve ERG ölçümlerinde değişikliğe neden olmaz iken olgunlaşmış kataraktı olan olgularda ameliyat sonrası görme keskinliğinin tayininde flaş VEP ve flaş ERG güvenilir yöntemlerdir. Katarakt ameliyatı öncesinde yapılan flaş VEP normal ise ameliyat sonrasında görme keskinliği %86 olguda 0,6 olarak bildirilmiştir.

Görsel sistem gelişimi henüz devam ettiğinden yenidoğan döneminde flaş VEP cevabı uzamış ve dalga formu değişikendir. Altıncı ayda latans kısılırken dalga daha uniform hal alır. Patern VEP’te ise 1. ayda ilk pozitif dalga tespit edilebilir. Altı ay-1 yaş arasındaki çocuklarda büyük açılı uyaranlarla yetişkiye benzer sonuçlar alınırken küçük açılı uyaranlarla yetişkiye benzer sonuçlar ancak 5 yaşından itibaren alınabilir. Bu nedenle infantlarda görsel maturasyon elektrofizyolojik ve psikofizik yaklaşımlarla beraber değerlendirilmelidir (39,40).

Güvenilir görsel testler, önlenebilir / tedavi edilebilir görme keskinliğindeki azalmanın erken tanısını sağlayacağından çok önemlidir. Günümüzde infant VEP görme keskinliği kullanılmaktadır ve sweep VEP tercih edilmektedir. Sweep VEP’te 10 saniyelik sweeplerle 10-20 farklı frekansta değerlendirme yapılır ve verbal ve motor yanıt gerekmez. Ancak görme keskinliği 20/200’un altında ise sweep VEP ölçülemez.

Sweep VEP görme keskinliği, 7-12 ay arasında ölçülürse 4-5 yaşındaki Snellen görme keskinliği ile koreledir, ancak refraksiyon bozukluğu varlığında görme keskinliğini öngörme yeteneği düşüktür. Snellen görme keskinliği 6/18 ise sweep VEP görme keskinliği daha düşük, $\leq 6/30$ ise daha yüksektir. Sweep VEP

ile saptanan görme keskinliği düzeyi, tercihli bakış testi ile ölçülen görme keskinliğinden daha yüksektir.

Sweep VEP ile görme keskinliği 6 haftalık infantta 0.75 logMAR (41/42), 26 haftalık infantta 0.37 logMAR (23/153), 55 haftalık infantta 0.25 logMAR (41/43) olarak bildirilmiştir. İnfantlarda görmenin değerlendirilmesinde sweep VEP görme keskinliği + Teller acuity kartlarıyla tercihli bakış beraber kullanılmalıdır (20, 40, 44).

2.3.5. VEP'i Etkileyen Faktörler

a) Non-patolojik ve Bireysel Faktörler

b) Uyarın sıklığı: Patern VEP'te dama tahtası şeklindeki görsel uyarının değişim hızının normalden az olması değişiklik oluşturmaz. Ama testin uygulanma süresinin uzamasına neden olur. Patern VEP'te daha yüksek hızlar, özellikle 4 sn'nin üzeri latansda uzamaya neden olabilir.

c) Kontrast: Patern uyarıda kontrasttaki değişikliklerin VEP üzerine olan etkisi genellikle küçüktür ama düşük kontrast seviyelerinde latansda uzama ve genlikte azalma meydana gelir. Kontrastın iki önemli içeriği vardır. Kareler arası zıtlık ve kare sınırlarının keskinliğidir.

d) Fiksasyon: Patern VEP fiksasyona bağlıdır, fiksasyon bozukluğu genlikte azalmaya neden olur.

e) Uyarın yoğunluğu: Flaş VEP'te normal sınırlar içerisinde uyarın yoğunluğunu arttırmak genlikte artmaya ve latansta düşmeye neden olur.

f) Pupil çapı: Artmış pupil çapı uyarının şiddetini arttırma etkisine sahiptir.

g) Yaşlılık: Erişkin dönemin büyük kısmında P100 latansı sabit olarak kalırken 60 yaşından sonra artmaktadır. Bu nedenle yaşlı hastalarda yaşa bağımlı normal değerler özellikle önemlidir.

h) Cinsiyet: Kadınlardan oluşan gruplarda erkeklerden oluşan guruba göre P100 latansı daha kısa olmasına rağmen, bu fark bahsedilmeyecek kadar küçüktür (45).

ı) Patolojik Faktörler ve Hastalıklar

Klinikte görülen ve optik sistem ile görme yollarını etkileyen pek çok patolojik durum ve hastalıkta VEP’te değişiklikler ortaya çıkmaktadır. Bu hastalıklarda kaydedilen VEP bulguları patognomonik olmamakla birlikte hastalığın tanısına ve takibine yardımcı olmaktadır (27,31). Multiple sklerozda ise hastalığın tanısında özel bir önem arz etmektedir.

2.3.6. Sweep VEP

Sweep Vep tekniğinde steady-state VEP aktivitesi oluşturan gecici frekans oranlarındaki desen uyarılar kullanılmaktadır. Dama tahtası şeklindeki uyarı, 5 ile 15 Hz arasında değişen frekanslarla yanmakta ve her 10 saniyede pattern boyutu küçülmektedir. Normalde desen boyutu küçüldükçe kaydedilen dalganın amplitüdü artmaktadır.

Konvansiyonel patern VEP’den farklı olarak sweep VEP (sVEP) yönteminde görme keskinliği ve kontrast sensitivitesi değerlendirilirken daha kısa kayıt sürelerine ihtiyaç duyulmaktadır. Burada, zaman içinde kısmen değişikliğe uğrayan paternlere karşı bir kararlı durum potansiyeli ortaya çıkmakta ve kaydedilmektedir.

Bu yöntemi ilk keşfedip tanımlayan isim Regan’dır. Regan bu yöntemin kırıcılık kusurlarını objektif olarak ölçümleyebileceğini göstermiştir. Bundan birkaç yıl sonra ise bu yöntem görme keskinliği ve kontrast sensitivitesinin değerlendirilmesi için geliştirilmiştir.

Günümüzde sVEP ile iki tip görme keskinliği ölçümlenebilmektedir: rezolüsyon keskinliği ve vernier keskinliği. Rezolüsyon keskinliği, kişinin konturları ayırabilme yeteneği olarak tanımlanır. Bunun araştırılması için genellikle kafes paterni ya da dama tahtası paterni kullanılmaktadır.

Vernier keskinliği ise gözün, herhangi bir düzensizliğe sahip olmayan bir stimulusla kıyaslandığında elementleri arasında düzensizlik bulunan uyarıları tespit edebilme kuvvetidir. Görme keskinliği ölçülürken uzaysal frekans 10 saniye içinde düşükten yükseğe doğru değiştirilir ve görme sisteminin yanıt verdiği en yüksek frekans kaydedilir. Böylece ölçümlenen sVEP keskinliği ile yüksek

çözünürlüklü ve yüksek aydınlatmalı bir ekran kullanıldığında elde edilen psikofiziksel keskinliğin birbirine benzer olduğu Tyler ve ark. tarafından öne sürülmüştür (46). Kontrast sensitivitesi ölçülürken ise uzaysal frekans sabit tutulur ve kontrast değiştirilir. Burada da görme sisteminin yanıt verdiği en düşük kontrast tespit edilir.

sVEP tekniğinin, spastik serebral palsili hastalarda görme keskinliğinin değerlendirilmesinde davranışsal yöntemlere göre daha kesin sonuçlar verdiği öne sürülmüştür. Çünkü bu hasta grubunda görme keskinliği davranışsal olarak ölçülürken motor bozukluk, dikkat eksikliği ve fiksasyon problemleri nedeniyle daha düşük bulunabilmektedir. Kortikal görme bozukluğu olan hastalarda da görme keskinliği ölçümünde sVEP tercih edilmelidir, çünkü sVEP ile kortikal görme bozukluğunun değerlendirilmesinde verbal ya da motor yanıtı ihtiyaç olmamaktadır.

Kortikal görme bozukluğu olan çocuklar ışığa bakma eğiliminde olmaktadır ve bu da ayrı bir avantajdır. Bununla birlikte kortikal görme bozukluğu olan hastalarda bir yandan da beyin malformasyonları, sıçrayıcı göz hareketleri, nöbetler ya da antikonvülzanlara bağlı baskılanmış kortikal aktivite de bulunabilir ve bu da sVEP keskinliğinin ölçülmesini zorlaştırabilir. Bu zorlukların üstesinden gelmek için fiksasyon monitörizasyonu ve yapılan çok sayıdaki çalışmaların ortalamasının alınması işlemleri uygulanabilir.

Teller keskinliği kartları (TKK) ile alınan ölçümler sVEP keskinliği ölçümlerinden bazı kortikal görme bozukluğu hastalarında daha düşük çıkabilse de bu iki yöntemin korelasyonu iyidir. Good ve Hou, kortikal görme bozukluğu olan hastalarda luminansın etkisini araştırmıştır (47). Bunun için bu araştırmacılar, normal luminansa (109 cd/metre-kare) ve düşük luminansa (20 cd/metre-kare) sahip ızgara paternleri kullanmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre bu çocuklarda düşük aydınlatmalı ölçümlerde görme keskinliği daha iyi bulunmuştur. Normal görme işlevi olan çocuklarda ise her iki aydınlatma koşulunda da çizgi keskinliği birbirine benzer olmaktadır.

2.3.6.1. Eşik Değerin Belirlenmesi

VEP yanıt amplitüdü ve uzaysal frekans arasında 0 mikrovolta doğru yapılan lineer ekstrapolasyonla sVEP görme keskinliği eşiği belirlenebilir. Kontrast sensitivite ise VEP yanıt amplitüdü ve kontrastın logaritması arasında 0 mikrovolta doğru yapılan lineer ekstrapolasyonla belirlenir. Bu ekstrapolasyon yönteminin avantajı: bu sayede amplitüd varyasyonu, eşik değeri etkilememektedir. Amplitüddeki varyasyonlar sadece fonksiyonun eğimini etkiler. Eğer çok sayıda uzaysal frekans pikleri mevcutsa, eşik değer ekstrapolasyonu için en son pik (yüksek uzaysal frekansa ya da düşük kontrasta sahip olan) kullanılır.

Hem çizgi görme keskinliğinin, hem de kontrast sensitivitesinin eşiği belirlenirken ve stimulus simetrikken ikinci harmonik kullanılır. Stimulus asimetrikken en yüksek sinyal birinci harmoniktir ve bu nedenle analizde birinci harmonik kullanılır.

Ayrık Fourier analizi kullanılarak birinci harmoniğin ya da ikinci harmoniğin amplitüdü ve fazı çıkartılabilir. Buradan eşik değer belirlemesi yaparken iki kriterin karşılanması gerekmektedir: sinyal/gürültü oranı (SNR) kriteri ve faz tutarlılık kriteri. SNR, yanıt frekansının kuvveti ile çevredeki gürültü frekansının kuvvetinin oranıdır. $SNR > 3:1$ (yani pik yanıt sinyalinin amplitüdünün, gürültü frekansınının en az 3 katı olması) çizgi keskinliği, kontrast sensitivitesi ve vernier keskinliği eşiklerinin kabulü için bir kriter sayılmaktadır. Bu kriter sayesinde yanlış sinyal alarm oranı %0,3'ün altında devam olmaktadır.

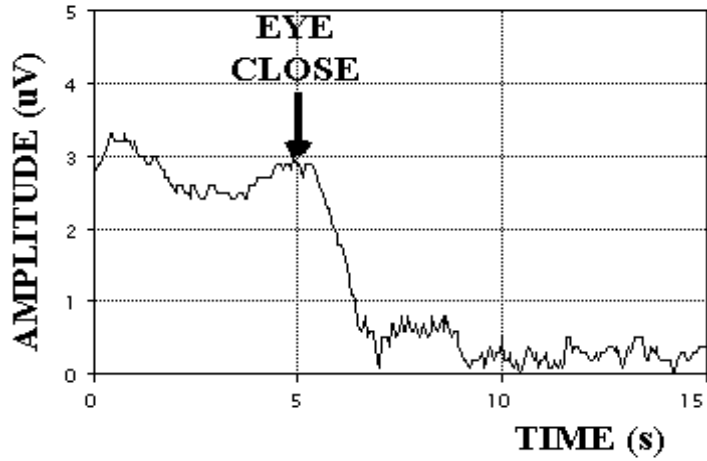
sVEP ile görme keskinliği elde edilirken yanıtın fazı ya sabit olmalıdır, ya da uzaysal frekans arttıkça dereceli olarak gecikmelidir. Kontrast sensitivitesi ölçümü yapılırken de faz ya sabit olmalıdır, ya da kontrast arttıkça dereceli olarak hızlanmalıdır. Bu iki kriter sayesinde (SNR ve faz sabitliği) ölçümleri sapmasız olarak gerçekleştirilebilir.

Yapılan sweep VEP kayıtlarında görme keskinliğinin ondalık hanesi ark dakika ile ters orantılıdır (1,0 görme keskinliği 0,1 ark dakikaya uymaktadır). Normal bireyde patern boyutu küçüldükçe kaydedilen amplitüd cevabı artmakta,

maksimuma ulaşmakta ve sonrasında hızlı olarak azalmaktadır. Görme keskinliği en küçük paternde ortaya çıkan cevaba göre tahmin edilmektedir.

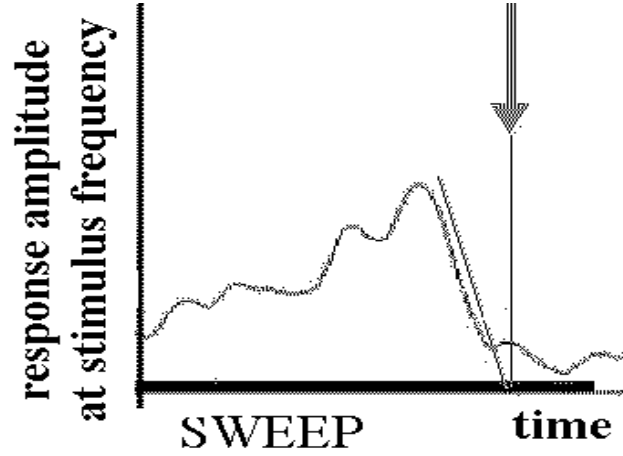
2.3.6.2. Sweep VEP Testinin prensibi

Sweep VEP testinin amacı görme keskinliğinin objektif ve hızlı bir şekilde ölçülmesidir. Özellikle konuşma öncesi çocuklarda ve hastalık taklidi yapan bireylerde fayda sağlamaktadır. Bu amaçla program, bir patern stimulus oluşturur. Bu stimulus yüksek bir zamansal frekansa sahip olarak değişiklik göstermektedir (5-15 Hz arasında). Böylece kararlı durum vizüel yanıtı oluşur. Kaydedilmiş sinyallere bir “aralıklı Fourier dönüşümü” uygulanır ve yanıtın amplitüdü ve fazı ortaya konularak gerçek zamanlı bir ölçüm elde edilmiş olur. Bu yöntemde yanıtlar çok hızlı bir şekilde tespit edilebilmektedir.(Şekil 8)



Şekil 8: Buradaki örnekte, hasta gözlerini kapadığında yanıt amplitüdünde meydana gelen değişiklikler görülmektedir. Burada 2 saniyeden daha kısa zamanda amplitüd, gürültü seviyelerine inmektedir.

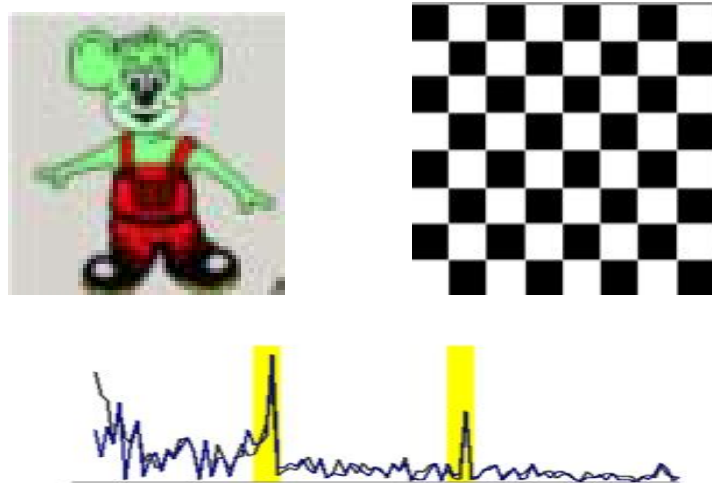
Görme keskinliğini ölçmek için paternin büyüklüğü hızlıca azaltılır. 10 saniye içinde bu şekilde hastaya 20 patern gösterilir. (Şekil 9)



Şekil 9: Rezolüsyon domaini sayesinde yanıt alınabilen en küçük patern boyutu tespit edilir ve böylece görme keskinliği hesabı yapılabilir.

2.3.6.3. Sweep VEP Testinin Yapılışı

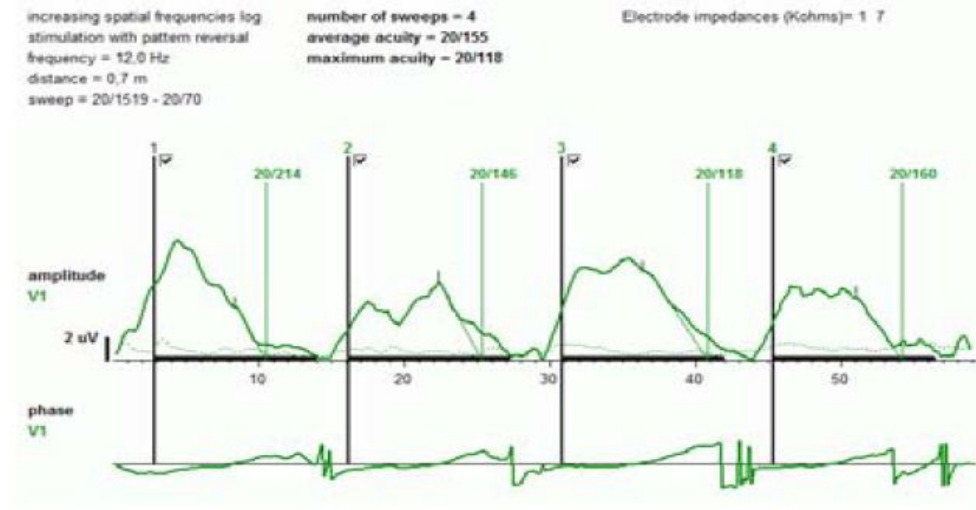
Test öncelikle bir çizgi film karakteri gösterir ve çocuğun dikkati çekilir. Bu karakterden sonra büyük karelere sahip bir dama tahtası paterni belirir. Kaydedilen sinyalin frekans spektrumu kontrol monitöründe real-time olarak gösterilir ve operatörün yanıt piklerini takip edebilmesi sağlanır. Operatör daha sonra sweep uyarıları başlatır. Burada farklı boyutlarda 20 farklı uyarı paterni oluşturulur. Her sweepin toplam kalış süresi 10 saniyedir (Şekil 10)



Şekil 10: Sweep VEP incelemesi esnasında görülen frekans spektrumu. Görülen iki düşey çizgi stimulusun frekansını ve harmoniğini göstermektedir.

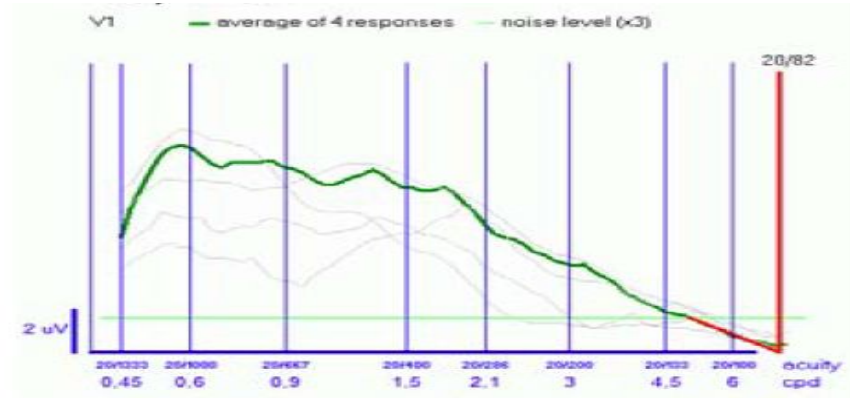
2.3.6.4. Örnek Sweep VEP Testi Sonucu

Paternin boyutu azaldıkça yanıtın amplitüdü de (üstteki yeşil eğri) önce artmakta, bir maksimuma ulaşmakta, sonra da azalmaktadır. Gürültünün amplitüdünden ve stabil fazdan daha yüksek bir amplitüde sahip olan yanıtlar çalışmanın geçerli olduğunun göstergesidir (Şekil 11).



Şekil 11: Sweep VEP incelemesinden elde edilmiş olan temporal yanıtlar görülmektedir. 4 sweep kaydedilmiştir. Her sweepin başlangıcı düşey bir çizgiyle, süre ise horizontal kalın bir çizgiyle işaretlenmiştir.

Vektörel ortalama alınması, gürültü seviyesinin azaltılması ve yanıtların tekrarlanabilirliğinin iyileştirilmesi için iyi bir yoldur. Bu vektör ortalamasına göre program otomatik olarak görme keskinliğini hesaplar (yanıt oluşturan en küçük paternin boyutu). Bu örnekte keskinlik 20/82'dir (Şekil 12).



Şekil 12: Çalışma esnasında kaydedilen farklı sweep yanıtlarının vektörel ortalamasını göstermektedir.

III. GEREÇ ve YÖNTEM

Bu çalışma Afyon Kocatepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları A.D. Pediatrik Oftalmoloji Birimi ve Elektrofizyoloji laboratuvarında Ocak 2011-Nisan 2013 tarihleri arasında yürütüldü. Göz hastalıkları kliniğine başvuran yaşları 0-17 arasında değişen 216 olgu çalışmaya dâhil edildi. Çalışmaya alınan olguların 103'ü (%47,7) kız, 113'ü (%52,3) erkekti. Olgular görme keskinliği ifade etme ve oküler patolojilerine göre 3 gruba ayrıldı. Olguların 104'ü (%48,1) 7-17 yaş arasında, görme ifade edebilen ve sistemik ve oküler patolojisi olmayan olgulardan oluşmaktaydı (Grup 1). Olguların 56'sı (%25,9) yine 7-17 yaş arasında görme ifade edebilen ancak Snellen eşelinde EDGK 0,1-08 arasında saptanan strabismik veya anizometropik ambliyop olgulardan oluşmaktaydı (Grup 2). 56 (%25,9) olgu ise 0-5 yaş arasında ve görme ifade edemeyen sistemik ve oküler patolojisi olmayan olgulardan oluşmaktaydı (Grup 3). Strabismik ve ya anizometropik ambliyopi dışında sVEP kaydını etkileyebilecek patolojik myopi, katarakt, glokom, üveit gibi oküler patolojisi olanlar, daha önce göziçi cerrahi geçirenler, psödotakik hastalar ve serebral palsi, Down sendromu gibi herhangi bir sistemik patolojisi olan olgular çalışma dışı bırakıldı.

Çalışmamız Afyon Kocatepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Etik Kurulunca onaylandı. Tüm olgular çalışma konusunda detaylı şekilde bilgilendirildi ve ailelerinden bilgilendirilmiş onamları alındı.

Tüm hastalara detaylı oftalmolojik muayene yapıldı. En iyi düzeltilmiş görme keskinlikleri (EDGK) Snellen eşeli (Topcon ACP-7 Auto Chart Projector, Japonya) ile ölçüldü. Yarık ışık ile ön segment incelemesi yapıldı. Non kontakt tonometre ya da tonopen ile göziçi basınçları ölçüldü. Tüm hastalara rutin oftalmolojik muayene sonrası hastaların her iki gözüne 5 dakika ara ile 2 defa siklopentolat (Sikloplejin %1, Abdi İbrahim, Türkiye) damlatıldı ve refraksiyon ölçümleri yapıldı. Pupilla dilatasyonu sonrası biyomikroskopta +90 dioptri mercek veya indirekt oftalmoskop ile fundus muayenesi yapıldı. Tüm olguların oküler motilite muayenesi ve binoküler görme değerlendirilmesi yapıldı.

3.1. Sweep VEP uygulanması

Sweep VEP kayıtları Metrovision-Vision Monitor™ (Fransa) cihazı kullanılarak alındı. Olgular yaşları ve görme düzeyleri esas alınarak optoelektronik stimülatörün mesafesine oturtuldu. Optoelektronik stimülatörün çözünürlüğü 1024x768, ortalama aydınlık 50 cd/m² idi. 1. gruptaki olgular optoelektronik stimülatörün 2m mesafesine, 2. gruptaki olgular 1.5m mesafesine, 3.gruptaki olgular ise uyumlarına ve yaş aralıklarına göre 1-3 m mesafesine oturdular. 5 ile 15 Hz arasında değişen frekanslarda (ortalama 12 Hz), alterne eden ve 10 saniye içinde (ortalama 11sn) patern boyutları küçülen dama tahtası paternli stimulus ile VEP kayıtları alındı. Sweep VEP kayıtlarında 1 m mesafede optimum sonuç 0.41 decimal, 1.5 m mesafede optimum sonuç 0.61 decimal, 2 m mesafede ise optimum sonuç 0.81 decimal olarak ölçüldü.

Kayıtlar alınırken olguların ekranın ortasındaki kırmızı renkli kare şeklindeki fiksasyon noktasına bakmaları istendi. Kayıtlar optoelektrik stimülatöre bağlı bulunan Metrovision-Vision Monitor Bioelectric Recording Unit™ amplifikatörü aracılığıyla standart gümüş klorür (AgCl) kupula elektrodları ile 2 kanaldan alındı. Metal kupula elektrodlarından aktif elektrodlar oksipital kemikte protuberentia oksipitalis eksternanın 2 cm üzeri ve yaklaşık 2 cm sağ ve solda oksipital kortekse denk gelecek şekilde yerleştirildi. Referans elektrod vertekse, toprak elektrodu ise kulak memesine konuldu.

Olgulara sweep VEP programındaki görme keskinliğini 0,03 ile > 1,1 aralığındaki test eden program uygulandı. Olguların her birinden onar saniye süren on sweep VEP kaydı alındı. Stimulus ilk olarak düşük uzaysal frekansta gösterildikten sonra durgun durum cevabı elde edilince; uzaysal frekans adım adım üst sınıra doğru arttırılmaktadır. Görme keskinliği, en küçük paternde ortaya çıkan cevaba göre tahmin edilmektedir. Snellen eşelindeki 1,0 görme keskinliği 1 ark dakikalık açıya, bu da 30 devir/ dereceye eşittir. Her olgunun Sweep VEP ile sağ ve sol göz için ortalama ve maksimum görme keskinlikleri kayıt edildi.

Grup 1 ve 2'deki olgulara ait Snellen eşeli elde edilen EDGK değerleri ve tüm gruplarda sVEP ile elde edilen ortalama ve maksimum görme keskinlikleri logMAR olarak kaydedildi (Tablo 8).

İstatistiksel analiz SPSS for Windows version 18.0 bilgisayar programı (SPSS Inc. Chicago, Illinois, USA) ve Medcalc software version 12.7.0 (Ostend, Belçika) ile yapıldı. Veriler ortalama değer±standart sapma olarak kaydedildi. Elde edilen görme keskinliği değerlerinin gruplararası karşılaştırılması paired t testi, verilerin korelasyonu ise Pearson korelasyon analizi ile yapıldı. Her iki yöntemle elde edilen görme keskinlikleri arasındaki ilişki için regresyon analizi kullanıldı. Görme keskinliği ölçüm yöntemleri arasındaki uyum ise Bland-Altman plot analizi ile değerlendirildi. $p<0.05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi

Tablo 8: Görme keskinliği dönüşüm tablosu

Görme keskinliği dönüşüm tablosu								
Mesafe			Log MAR keskinlik tablosu			Yaklaşık		
Snellen Adım 20/	Metre cinsinden Eşdeğeri 6/	Ondalık	Log MAR	Uzaysal Frekans (cyc/deg)	Güvenlik Aralığı	İnç (14/)	CM	'M' Notasyonu
10	3.0	2.00	-0.30	60.00	100	7.00	17.5	0.20
12.5	3.8	1.60	-0.20	48.00	100	8.80	21.9	0.25
16	4.8	1.25	-0.10	37.50	100	11.2	28	0.32
20	6.0	1.00	0.00	30.00	100	14.00	35	0.40
25	7.5	0.80	0.10	24.00	95	17.5	43.8	0.50
30	9.0	0.67	0.18	20.00	91	21.00	52.5	0.60
32	9.6	0.63	0.20	18.75	90	22.4	56	0.64
40	12	0.50	0.30	15.00	85	28.00	70	0.80
50	15	0.40	0.40	12.00	75	35.00	87.5	1.0
60	18	0.33	0.48	10.00	67	42.00	105	1.2
63	18.9	0.32	0.50	9.52	65	44.1	110.3	1.3
70	21	0.29	0.54	8.57	63	49.00	122.5	1.4
80	24	0.25	0.60	7.50	60	56.00	140	1.6
100	30	0.20	0.70	6.00	50	70.00	175	2.0
114	34.2	0.18	0.76	5.26	44	79.8	199.5	2.3
125	37.5	0.16	0.80	4.80	40	87.5	218.8	2.5
150	45	0.13	0.88	4.00	32	105	262.5	3.0
160	48	0.13	0.90	3.75	30	112	280	3.2
200	60	0.10	1.00	3.00	20	140	350	4.0

49. Sloan LL. New test charts for the measurement of visual acuity. *Am J Ophthalmol.* 1959;48:808-813.

50. Report of Working Group 39, Committee of Vision, National Academy of Sciences. Recommended standard procedures for the clinical measurement and specification of visual acuity. *Adv Ophthalmol.* 1980;41:103-143.

51. Keeney AH. Durerson HL Jr. Collated near-vision test card. *Am J Ophthalmol.* 1958;46:592-594.

52. Keeney AH. *Ocular Examination: Basis and Techniques.* 2nd ed. St Louis, MO: CV Mosby Co; 1976.

53. Newell FW. *Ophthalmology: Principles and Concepts.* 7th ed. St Louis, MO: CV Mosby Co; 1992.

54. Frisen L. *Clinical Tests of Vision.* New York, NY: Raven Press; 1990.

55. Holladay JT. Proper method for calculating average visual acuity. *J Refract Surg.* 1997;13:388-391



Şekil 13: Elektrofizyoloji laboratuvarında sVEP uygulamasının genel görünümü

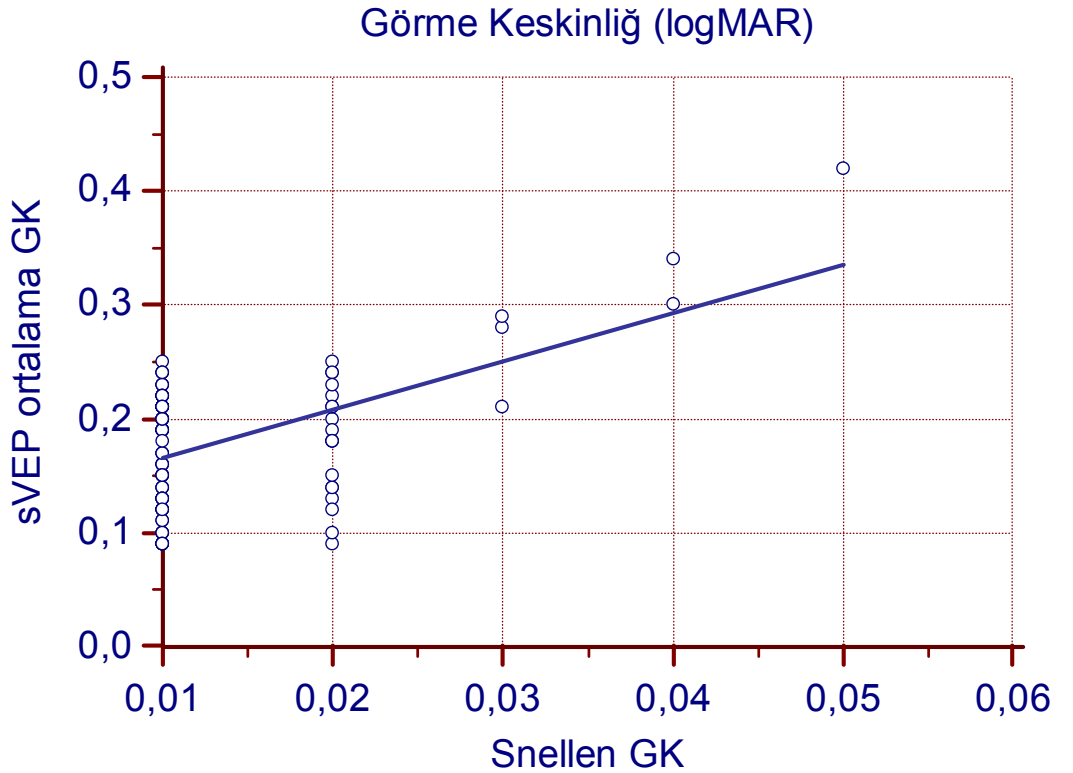


Şekil 14: sVEP uygulaması sırasındaki hastanın pozisyonu elektrodların yerleşimi ve dama tahtası paterninin görünümü

IV. BULGULAR

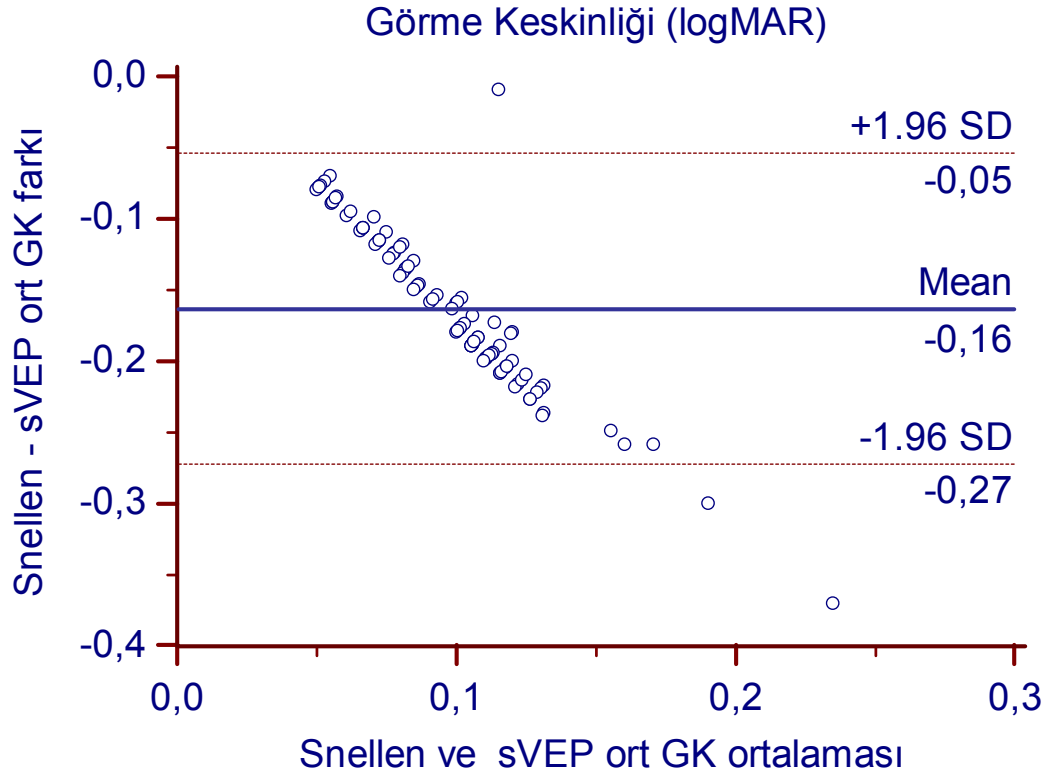
Olguların 103'ü kızlar (%47,7), 113'ü ise erkeklerden (%52,3) oluşmaktaydı. Grup 1 yani kontrol grubu görme ifade edebilen ve herhangi bir görme problemi olmayan 104 olgudan oluşmaktaydı (%48.15). Grup 1'de 57 olgu (%55) erkek, 47 olgu (%45) kızlardan oluşmaktaydı ve yaş ortalaması 10.7 ± 3.2 yıldır. Grup 1'deki olguların ortalama sferik ekivalan değeri: $+ 0.78 \pm 0.74$ dioptri idi.

Grup 1'deki olgular için Snellen ile ölçülen EDGK 0.013 ± 0.007 logMAR, sVEP ortalama GK 0.18 ± 0.057 logMAR'dı ($p < 0.001$). Grup 1'de Snellen ile ölçülen en iyi düzeltilmiş GK ile sVEP ortalama GK sonuçları korele idi ($r = 0.54$, $p < 0.001$). 1. grupta Snellen ile ölçülen en iyi GK ile çekilen sVEP ortalama görme keskinliğinin regresyon eşitliği $y = 0.122 + 4.3x$ olarak bulundu ($R^2 = 0.30$) (Şekil 15).



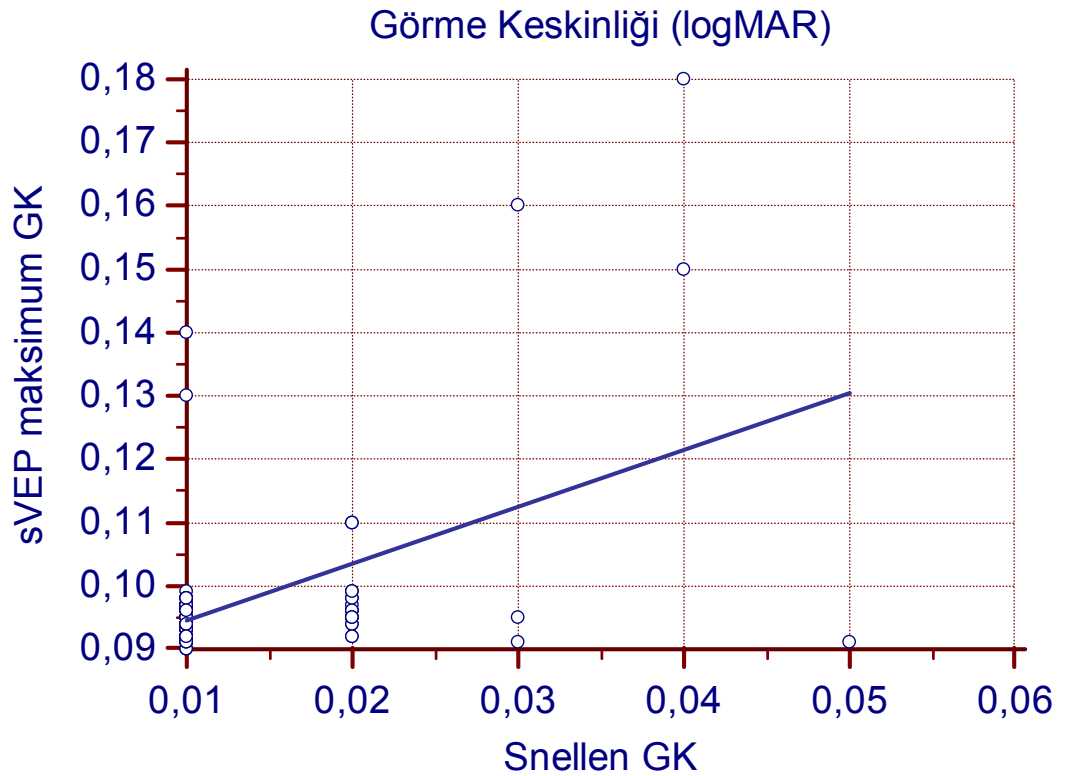
Şekil 15: 1. Grup snellen görme keskinliği ile sVEP ortalama görme keskinliğinin korelasyon ve regresyon grafiği

Grup 1'deki hastaların Snellen GK ve sVEP ortalama GK arasındaki farkların Bland Altman Analizine göre dağılımına bakıldığında iki ölçüm yöntemi arasındaki ortalama fark -0.16 logMAR, farkların dağılımı ± 0.11 logMAR içerisinde saptanmıştır. Bu durum Snellen görme keskinliğinin sVEP ortalama görme keskinliğinden 0.16 logMAR daha yüksek olduğunu göstermektedir (Şekil 16).



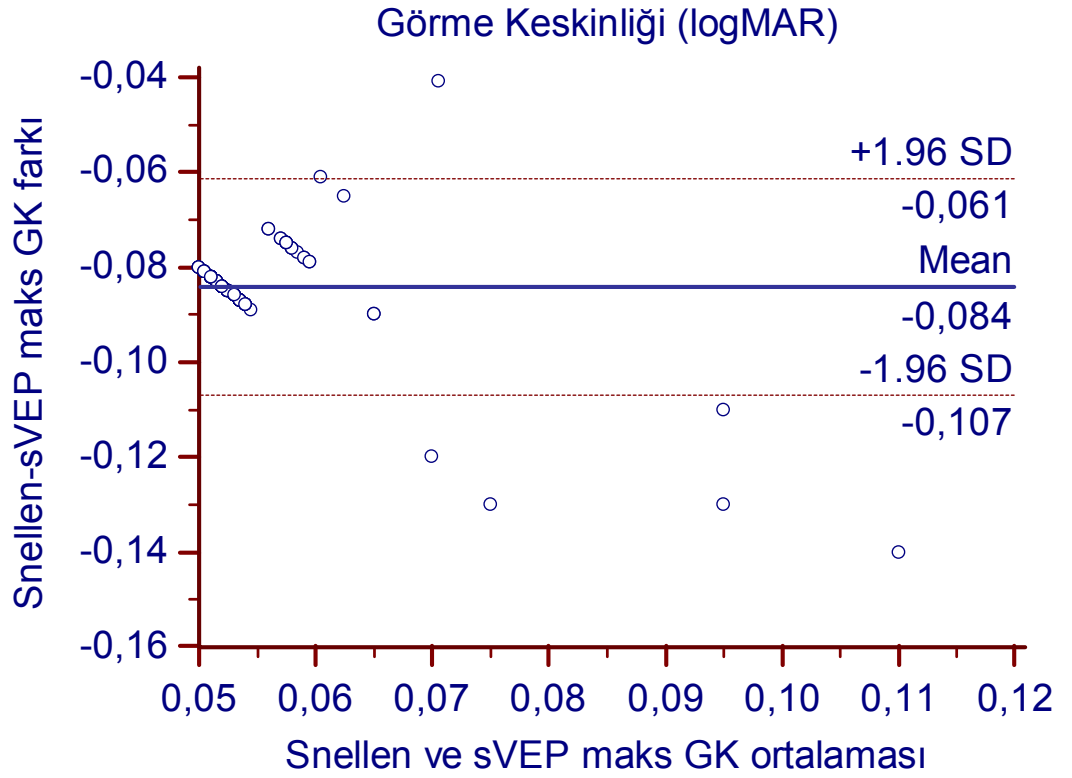
Şekil 16: 1. Grup snellen GK-sVEP ortalama GK Bland- Altman Analizi. %95 güven aralığı kesik çizgiler ile gösterilmiştir.

Grup 1'deki olgular için Snellen ile ölçülen EDGK 0.013 ± 0.007 logMAR, sVEP maksimum GK 0.10 ± 0.016 logMAR'dı ($p < 0.001$). Grup 1'de snellen ile ölçülen EDGK ile sVEP ortalama GK sonuçları korele idi ($r = 0.72$, $p < 0.001$). 1. grupta Snellen ile ölçülen EDGK ile çekilen sVEP ortalama görme keskinliğinin regresyon eşitliği $y = 0.07 + 1.7x$ olarak bulundu ($R^2 = 0.53$) (Şekil 17).



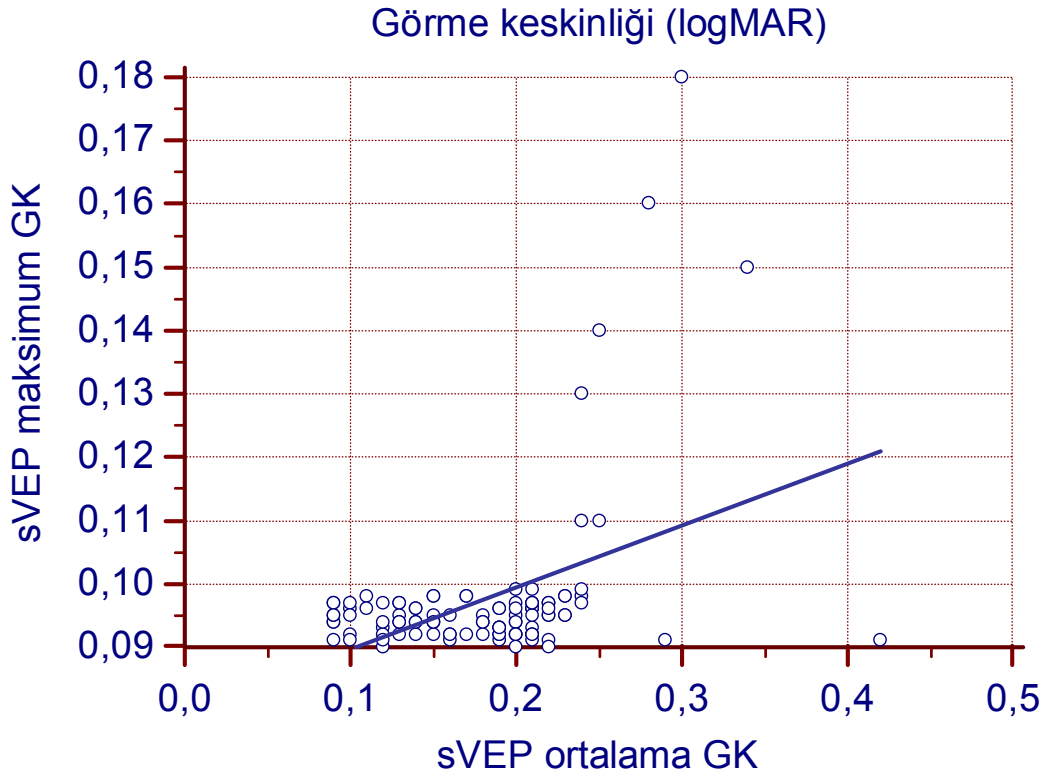
Şekil 17: 1. Grup snellen görme keskinliği ile sVEP maksimum görme keskinliği korelasyon ve regresyon grafiği

Grup 1'deki hastaların Snellen GK ve sVEP maksimum GK arasındaki farkların Bland-Altman Analizine göre dağılımında iki ölçüm yöntemi arasındaki ortalama fark -0.084 logMAR, farkların dağılımı ± 0.023 logMAR içerisinde saptanmıştır. Bu durum Snellen görme keskinliğinin sVEP maksimum görme keskinliğinden 0.084 logMAR daha yüksek olduğunu göstermektedir (şekil 18).



Şekil 18: 1. Grup snellen GK-sVEP maksimum GK Bland- Altman Analizi. %95 güven aralığı kesik çizgiler ile gösterilmiştir.

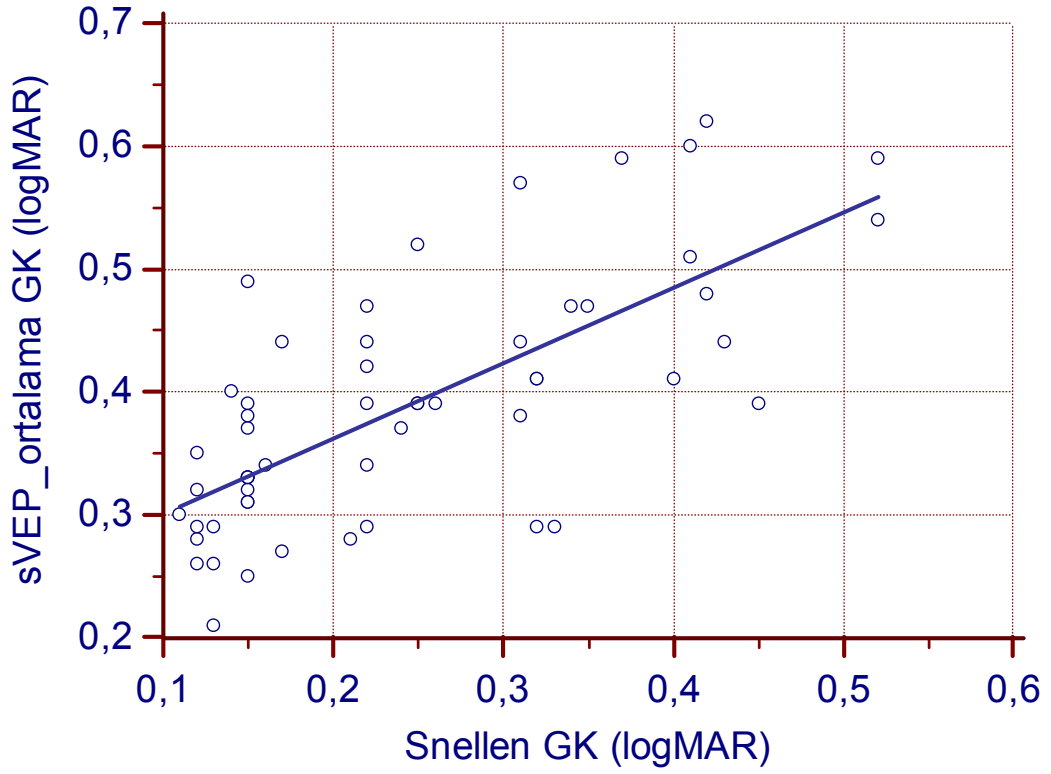
Grup 1'deki olgular için çekilen sVEP ortalama GK 0.180 ± 0.057 logMAR, çekilen sVEP maksimum GK 0.10 ± 0.017 logMAR'dı. Grup 1'de sVEP ortalama GK ile sVEP maksimum GK sonuçları korele idi ($r=0.63$, $p<0.001$). 1. grupta sVEP ortalama GK ile çekilen sVEP maksimum görme keskinliğinin regresyon eşitliği $y=0.06+0.18x$ olarak bulundu. ($R^2=0.39$), (Şekil 19).



Şekil 19: 1. Grup sVEP ortalama görme keskinliği ile sVEP maksimum görme keskinliği korelasyon ve regresyon grafiği.

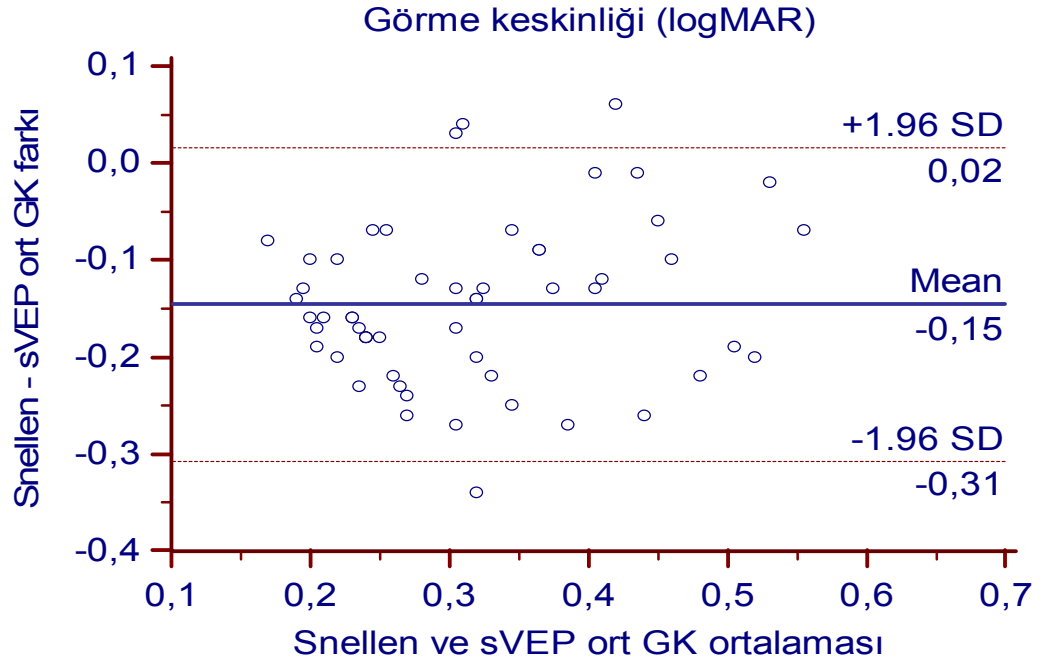
Grup 2 görme ifade edebilen ancak görme problemi olan 56 olgudan oluşmaktaydı (%25.93). Grup 2' de 32 olgu (%57) erkek, 24 olgu (%43) kızlardan oluşmaktaydı ve yaş ortalaması $9,7 \pm 3,1$ yıldır. Grup 2 ortalama sferik ekivalan değeri $+2,5 \pm 2,3$ dioptri idi

Grup 2'deki olgular için Snellen ile ölçülen EDGK 0.242 ± 0.114 logMAR, sVEP ortalama GK 0.39 ± 0.10 logMAR'dı ($p < 0.001$). 2. grupta Snellen ile ölçülen EDGK ile sVEP ortalama GK sonuçları korele idi ($r = 0.71$, $p < 0.001$). Grup 2'de Snellen ile ölçülen EDGK ile çekilen sVEP ortalama görme keskinliğinin regresyon eşitliği $y = 0.24 + 0.61x$ olarak bulundu ($R^2 = 0.50$), (Şekil 20).



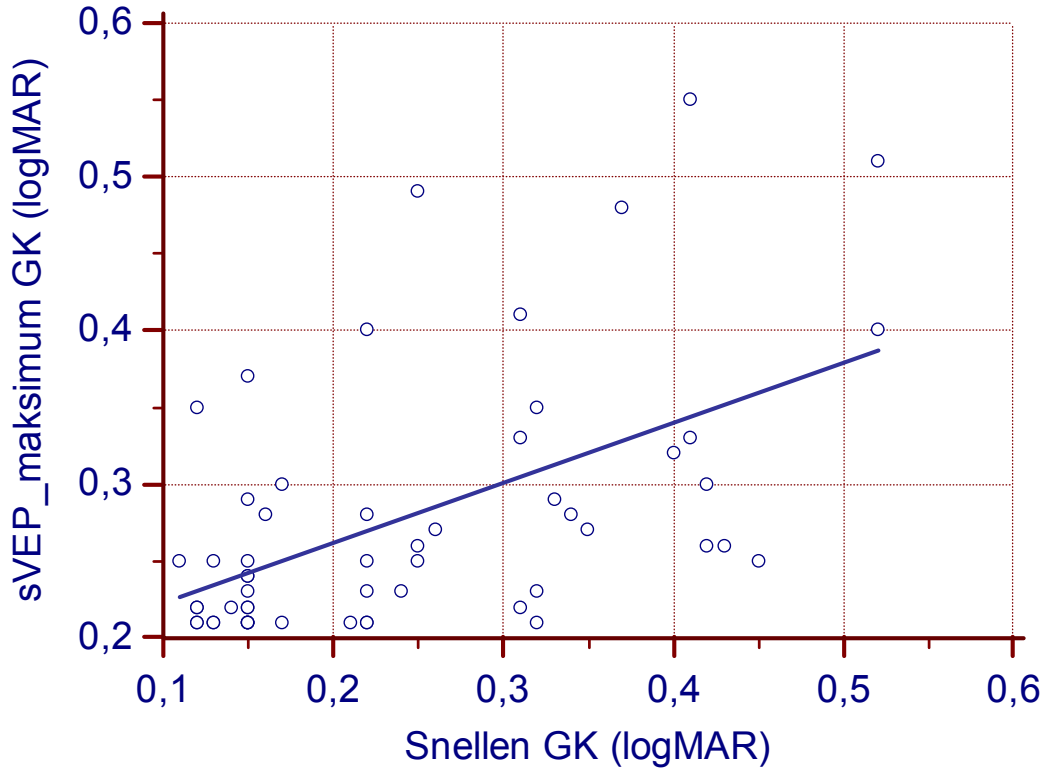
Şekil 20: 2. Grup snellen görme keskinliği ile sVEP ortalama görme keskinliğinin korelasyon ve regresyon grafiği.

Grup 2'deki hastaların Snellen GK ve sVEP ortalama GK arasındaki farkların Bland-Altman Analizine göre dağılımında iki ölçüm yöntemi arasındaki ortalama fark -0.15 logMAR, farkların dağılımı ± 0.16 logMAR içerisinde saptanmıştır. Bu durum Grup 2'de Snellen GK ile ölçülen görme keskinliği değerinin sVEP maksimum GK değerinden 0.15 daha yüksek olduğunu göstermektedir (Şekil 21).



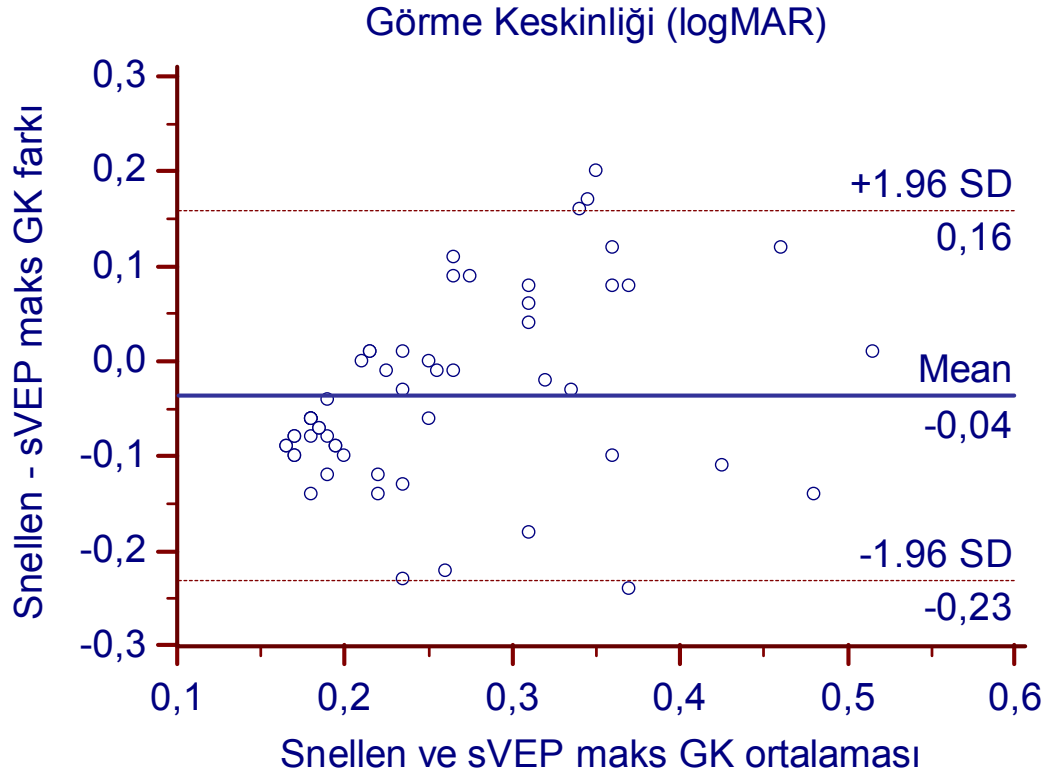
Şekil 21: 2. Grup snellen GK-sVEP ortalama GK Bland- Altman Analizi. %95 güven aralığı kesik çizgiler ile gösterilmiştir.

Grup 2'deki olgular için Snellen ile ölçülen EDGK 0.242 ± 0.11 logMAR, sVEP maksimum GK 0.278 ± 0.083 logMAR'dı ($p=0.009$). Grup 2'de Snellen ile ölçülen EDGK ile sVEP maksimum GK sonuçları korele idi ($r=0.54$, $p<0.001$). Grup 2'de Snellen ile ölçülen EDGK ile çekilen sVEP maksimum görme keskinliğinin regresyon eşitliği $y=0.18+0.4x$ olarak bulundu ($R^2=0.29$) (Şekil 22).



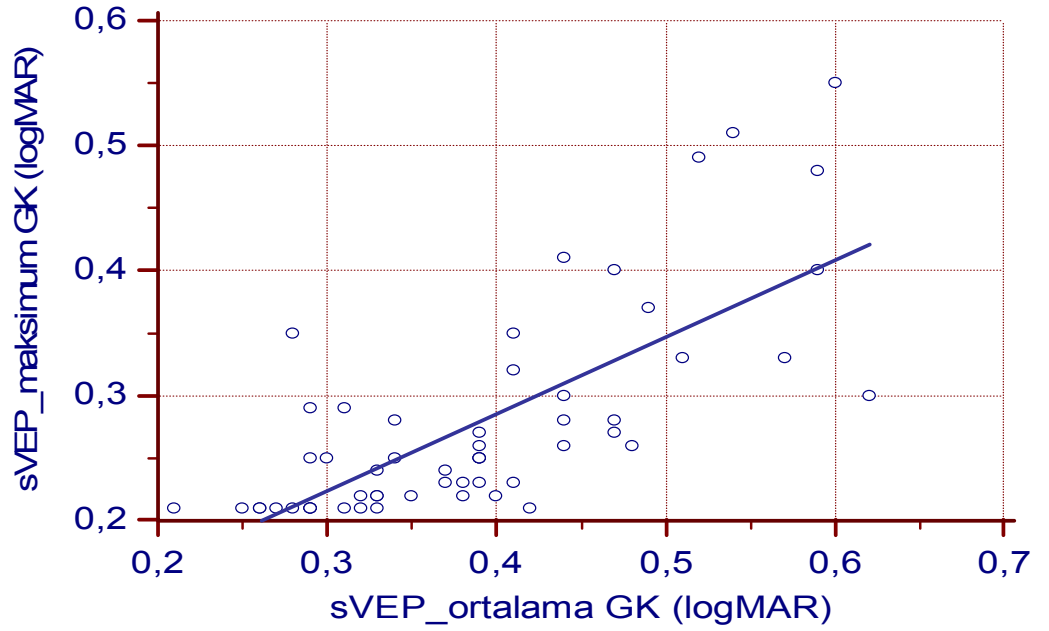
Şekil 22: 2. Grup snellen görme keskinliği ile sVEP maksimum görme keskinliği korelasyon ve regresyon grafiği.

Grup 2'deki hastaların Snellen GK ve sVEP maksimum GK arasındaki farkların Bland-Altman Analizine göre dağılımında iki ölçüm yöntemi arasındaki ortalama fark -0.04 logMAR, farkların dağılımı ± 0.19 logMAR içerisinde saptanmıştır. Bu durum Grup 2'de Snellen görme keskinliğinin sVEP maksimum görme keskinliğinden 0.04 logMAR daha yüksek olduğunu göstermektedir (Şekil 23).



Şekil 23: 2. Grup snellen GK-sVEP maksimum GK Bland- Altman Analizi. %95 güven aralığı kesik çizgiler ile gösterilmiştir.

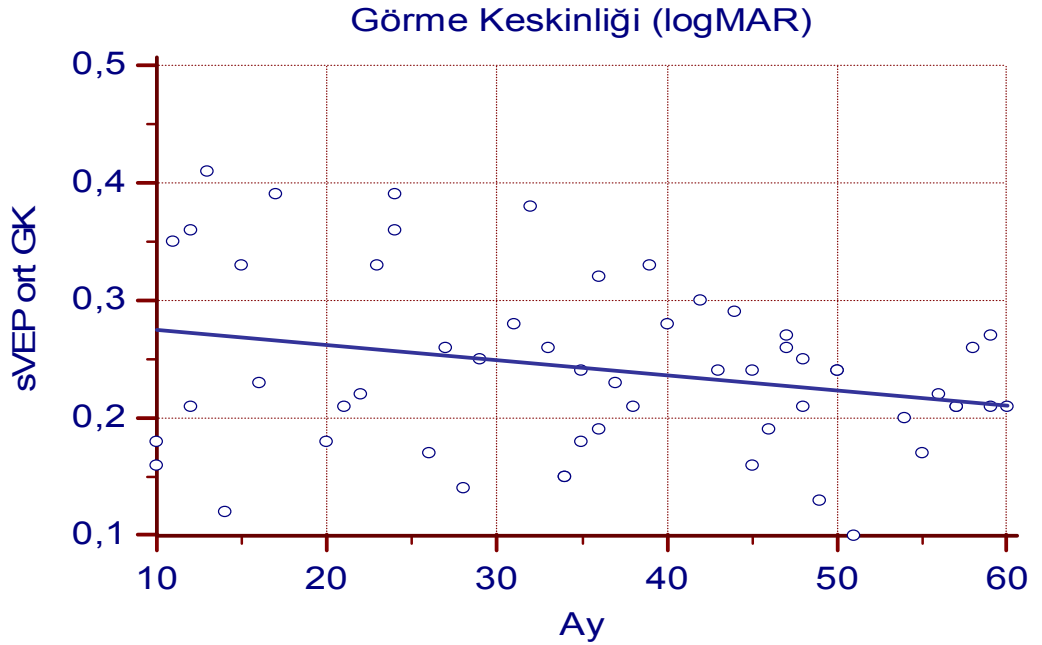
Grup 2'deki olgular için çekilen sVEP ortalama GK 0.28 ± 0.08 logMAR, çekilen sVEP maksimum GK 0.39 ± 0.10 logMAR'dı. Grup 2'de sVEP ortalama GK ile sVEP maksimum GK sonuçları korele idi ($r=0.73$, $p<0.001$). Grup 2'de sVEP ortalama GK ile çekilen sVEP maksimum görme keskinliğinin regresyon eşitliği $y=0.04+0.62x$ olarak bulundu ($R^2=0.53$), (Şekil 24).



Şekil 24: 2. Grup sVEP ortalama görme keskinliği ile sVEP maksimum görme keskinliği korelasyon ve regresyon grafiği.

Grup 3 görme ifade edemeyen 56 olgudan oluşmaktaydı (%25.93) yaş ortalaması $35,7 \pm 15$ aydı. Olgulardan 30'u kız (%53), 26'sı (%47) erkeklerden oluşmaktaydı. Olguların ortalama sferik ekivalan değeri $+2,3 \pm 1.5$ dioptri idi.

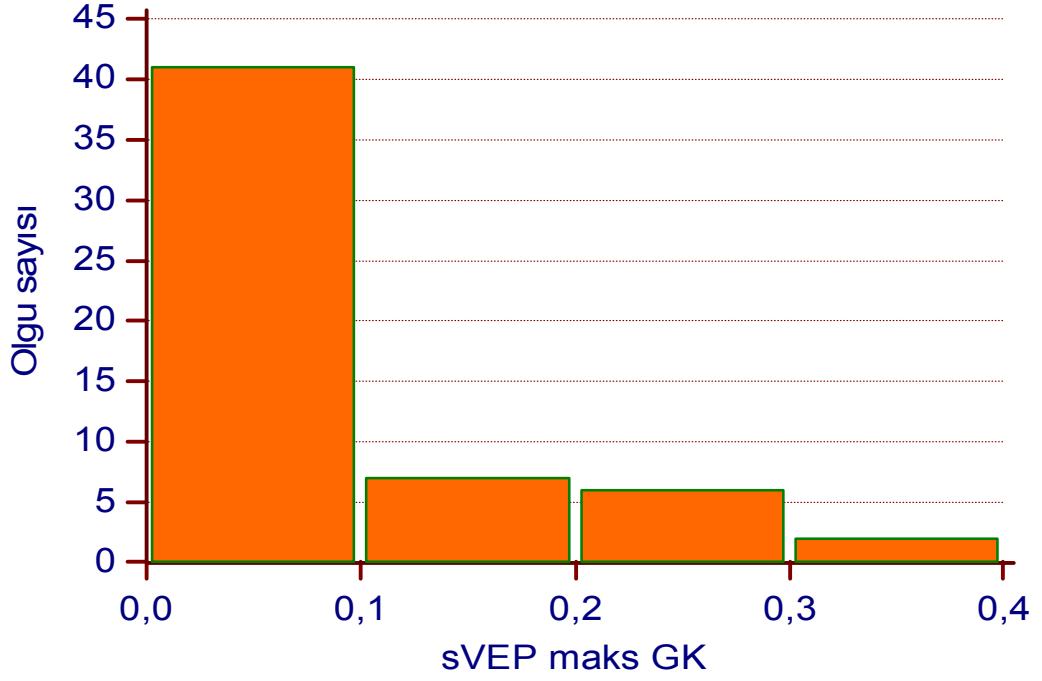
Grup 3'deki 56 olgunun sVEP ortalama GK ise logMAR 0.24 ± 0.07 idi. Bu grupta, 10-20 aylık 10 olgunun sVEP ortalama GK logMAR 0.27 ± 0.10 , 20-30 aylık 10 olgunun sVEP ortalama GK logMAR 0.250 ± 0.832 , 30-40 aylık 12 olgunun sweep VEP ortalama GK logMAR 0.25 ± 0.80 , 40-50 aylık 12 olgunun sVEP ortalama GK logMAR 0.23 ± 0.52 , 50-60 aylık 12 olgunun sVEP ortalama GK logMAR 0.22 ± 0.50 olarak bulundu. Olguların sVEP ortalama görme keskinlikleri yönünden gruplar arasında fark saptanmadı ($p=0.385$). Grup 3'de yaş ile sVEP ortalama GK düzeyi arasında korelasyon mevcuttu ($r=-0.264$, $p=0.050$), (Şekil 25).



Şekil 25: Grup 3'teki olguların sVEP ortalama görme keskinliğinin yaşa göre dağılımı grafiği

Grup 3'de sVEP maksimum GK ortalaması 0.12 ± 0.06 logMAR'dı. Yine bu gruptaki olgularda sVEP maksimum GK yaş ile korele değildi ($r=-0.186$, $p=0.170$). sVEP ortalama GK ile maksimum GK arasında korelasyon mevcuttu ($r=0.396$, $p=0.0025$).

Aşağıdaki grafikte görüldüğü üzere olguların 41'inde (%73) 2 metreden yapılan sVEP çekiminde maksimum değere (0.81 decimal) ulaşılmıştır (Şekil 26).



Şekil 26: Grup 3 'teki olguların sVEP maksimum GK dağılım grafiği.

V. TARTIŞMA

Sweep VEP, görme açısından normal kişilerde ve görmeyi etkileyecek bir bozukluğu olan hastalarda görme keskinliğinin ölçümünde kullanılan değerli bir tekniktir. 80'li yılların başlarından bu yana sVEP yöntemi bebeklerin görme keskinliklerinin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. sVEP testinin amacı görme keskinliğinin objektif ve hızlı bir şekilde ölçülmesidir. Bu test konuşma öncesi çocuklarda ve hastalık taklidi yapan bireylerde fayda sağlamaktadır.

Yapılan pek çok çalışmada sVEP parametreleri ve bunların test sonuçlarına etkisi araştırılmıştır. Öncelikle sVEP testine başlamadan kullanıcının sweep tipi (logaritmik-lineer), sweep genişliği, sweep yönü (azalan-artan) ekranın parlaklığı, temporal frekans gibi bazı sVEP parametrelerinin ayarlanması gerekmektedir. Uygulayıcı aynı zamanda görme keskinliği veya kontrast ölçüm sonuçlarını kabul ederken belli kriterleri gözetmek durumundadır (eşik tespiti için yanıt fazı gibi). Bu parametreler ve kriterler ölçüm sonuçlarını etkilemektedir.

Tyler ve ark. (46) sVEP tekniğinde kullanılan birçok parametreyi tanımlamıştır. Görme keskinliği ölçümü için logaritmikten ziyade lineer bir uzaysal frekans sweep'i önermişlerdir. Böylece senkron filtre ve beyin yanıtının zaman sabitleri nedeniyle ortaya çıkabilecek görsel yanıt gecikmesi minimize edilebilecektir. Ayrıca logaritmik sweep, yüksek uzaysal frekanslarda düşük kesinliğe sahip olmaktadır. Bununla birlikte eşik değeri de kapsayacak biçimde sweep edilecek uzaysal frekansın alt ve üst sınırları belli değilse logaritmik sweep tercih edilmelidir. Biz çalışmamızda logaritmik sweep değerlerini kullandık (Tablo 8).

Zhou ve ark. (48) çocuklarda ve erişkinlerde görme keskinliği belirlenirken, grafik üzerinde uzaysal frekans yerine görme açısının logaritmasının işaretlenmesinin logMAR keskinliğinden daha farklı sonuçlar vermediğini bulmuştur. Öte yandan uzaysal frekansların lineer değerleriyle elde edilen grafikten çıkartılan keskinlik ölçümleri, logMAR ölçümlerinden anlamlı derecede farklı olmuştur.

Logaritmik sweep sayesinde ranj içinde bulunan tüm uzaysal frekanslara uygun şekilde ağırlık verilebilir ve uzaysal frekans ayar fonksiyonunun belirlenmesi için logaritmik sweep önerilmektedir. Eğer eşik değeri ranj içinde kalıyorsa, kontrast sweep ranjını sabit bir hızda değiştirmek de kontrast eşikini etkilememektedir. Yakın zamanda yapılmış olan iki çalışmada (Zhou ve ark., Bach ve ark. 2008) VEP keskinliğinin belirlenmesinde lineer yerine logaritmik sweep'in kullanılması önerilmiştir. Görme keskinliği dönüşüm tablosunda hem logaritmik sweep hem de uzaysal frekans değerleri ve bu değerlerin güvenlik aralıkları verilmiştir (Tablo 8).

Bach ve ark. (56) kare boyutları logaritmik basamaklarla sweep edilen dama tahtası paternindeki uyarıları kullanarak VEP keskinliği ölçümü yapmıştır. Daha sonra da basamaklı bir hōristik algoritma kullanılarak ölçümler regresyon çizgisine uydurulmuştur. Böylece yapılan VEP keskinlik tahminleri hem normal keskinliği olan, hem yapay olarak azaltılmış keskinliği olan, hem de göz hastalıklarına bağlı azalmış keskinliği olan hastalardaki subjektif keskinlik ölçümleriyle yüksek oranda korelasyon göstermiştir. Subjektif keskinlik ve VEP keskinliği arasındaki ilişki şöyle formüllenebilir:

$$\text{Subjektif (VA decimal)} = \text{SF0} / 17,6 \text{ c/d}$$

Burada SF0, basamaklı hōristik algoritma ile elde edilen VEP keskinliğidir. Bach ve ark. (56) bu yöntemin farklı keskinlik biçimleri arasında sabit bir ilişki kurduğunu ve subjektif keskinlik düşükse sVEP'in yalancı yüksek bulunmasının önüne geçtiğini vurgulamaktadır.

Kontrast sweepin yönü, ölçümlenen eşik değeri değiştirebilir. Kontrast sensitivite ölçümünde aşağı yönlü sweepler kullanıldığında baştaki yüksek kontrasta bir adaptasyon oluşabilir ve böylece eşik değeri yükselir. Bu nedenle kontrast eşik ölçümü için yukarı yönlü sweepler kullanılır.

Göz önünde bulundurulacak diğer bir parametre de sweepin devamlı mı yoksa basamaklı mı olduğudur. Sweep devamlı olduğunda kayıt süresince kontrast ya da uzaysal frekans da devamlı suretle değişmektedir. Öte yandan basamaklı sweeplerde kayıt esnasında sabit bir süre için kullanılacak kontrast ya

da uzaysal frekans basamakları bellidir. Yeni sistemlerin çoğunda basamaklı sweeper kullanılır. Biz çalışmamızda basamaklı sweep kullandık.

sVEP ile yapılan çalışmaların çoğunda farklı farklı luminans düzeyleri kullanılmıştır (40 – 220 cd/m² arası). Allen ve ark. (57) hem bebeklerde hem de erişkinlerde keskinliğin luminansla arttığını bulmuştur. Luminans 0,01 cd/m²'den 1,0 cd/m² doğru artarken keskinliğin de arttığı, 1,0 cd/m² ve 100 cd/m² arasında ise bir platoya ulaştığı görülmüştür. Artan luminansla keskinliğin de artması özelliği bebeklerde daha sık ve az olmaktadır. Çalışmamızda luminans düzeyi 50 cd/m² ve optoelektronik stimülatörün çözünürlüğü 1024x768 idi.

Good ve Hou, (47) 109 cd/m² ve 20 cd/m² luminans kullanarak yaptıkları çalışmada, 7 ay – 4 yaş arası normal çocuklarda bu iki luminansta da benzer sVEP çizgi keskinliği sonucu alınmıştır; bununla birlikte kortikal görme kaybı olan çocuklarda keskinlik değerleri, düşük luminanslarda daha iyi olmuştur. Uzaysal ayar işlevinin biçimi zamansal frekansa bağlı olmaktadır. Bununla birlikte farklı zamansal frekanslardan 6 ve 10 Hz çıkartılan keskinlik değerleri birbiriyle koreledir.

sVEP eşik değerini etkileyecek parametrelerden bir diğeri de elektrod yerleşimidir. VEP kayıtları için ISCEV standartlarında sVEP'e yer verilmemiştir. Bununla birlikte yapılan çalışmalarda aktif, toprak ve referans elektrodlar çoğunlukla ISCEV standartlarına göre yerleştirilmektedir.

Allen ve ark. (57) iki farklı yerleşim planını karşılaştırmış ve birbiriyle uyumlu bulmuştur. Burada aktif elektrod iniondan 3 cm yukarıda, toprak 3 cm lateralde ve referans elektrod ise inionun 1 cm yukarısında yerleşmiştir. Laplas tarzı elektrod yerleşimleri ve kararlı durum VEP'leri ile ilgili bazı tartışmalar devam etmektedir. Bu tarz yerleşimde daha iyi sinyal/gürültü oranları yakalanabileceği ve öylece kayıt sürelerinin azaltılabileceği öne sürülmektedir. Bu uygulama henüz sVEP'e uyarlanmamıştır. Çalışmamızda aktif elektrodlar oksipital kemikte protuberentia oksipitalis eksternanın 2 cm üzeri ve yaklaşık 2 cm sağ ve solda oksipital kortekse denk gelecek şekilde yerleştirildi. Referans elektrod vertekse, toprak elektrodu ise kulak memesine yerleştirildi.

sVEP ölçümlerinin güvenilirliği birçok çalışmada değerlendirilmiştir. Norcia ve Tyler (58) bebeklerde görme keskinliği için iki farklı zamansal frekans kullanmıştır (6 ve 10 Hz). Bu araştırmacılar her iki temporal frekans için de, en yüksek keskinlik değerleri bağlamında, iyi bir tekrarlanabilirlik tespit etmişlerdir.

Hamer ve ark. (42) ise 2-52 haftalık bebeklerle yaptığı çalışmada gözler arası ve testler arası farkların davranışsal çalışmalarda tespit edilenden 2-4 kat daha düşük olduğunu tespit etmiştir. Burada, 10 haftalıktan büyük bebeklerdeki farkın büyüklüğü ortalama 0,25 oktav olmuştur. Bu araştırmacılar sVEP çalışmalarının gözler arasındaki küçük farkları yakalayabileceğini, davranışsal testlerden daha iyi bir tekrarlanabilirliğe sahip olduğunu ve çocuklardaki görme kaybının değerlendirilmesinde sensitif bir yöntem olduğunu söylemişlerdir. Çalışmamızda 10-20 aylık 10 olgunun sVEP ortalama GK farkı yaklaşık 0,20 oktavdı.

Prager ve ark., (59) tercihli bakış testinde tekrar edildiğinde ortalama 0,68 oktavlık bir fark rapor etmişlerdir. Lauritzen ve ark. (60) ölçüm birkaç eşik ortalaması ile yapıldığında, en iyi eşik ile yapıldığına kıyasla, tekrarlanabilirliğin daha iyi olduğunu rapor etmiştir. Bu araştırmacılar bebeklerden en az 10 farklı eşik değer ortalamasının alınmasını önermişlerdir.

Araştırmacılar ayrıca sVEP'in görme keskinliğini ve kontrast sensitivitesini bireysel hastalardan ziyade bir hasta grubunda daha iyi gösterdiğini öne sürmüştür. Norcia ve ark. (61) bir grup bebekte (2-40 hafta arası) yaptığı çalışmada kontrast sensitivite fonksiyonunun, çalışmalar arası tekrarlanabilirliğinin 1,0 oktavdan daha az olduğunu rapor etmiştir.

Herhangi bir testin geçerliliği, bu testin, geçerli ve doğru olduğu zaten ispatlı olan başka bir testle karşılaştırılması yoluyla kanıtlanabilir. Sweep VEP'in geçerliliği daha önce yapılan çeşitli klinik çalışmalarla desteklenmiştir. Yapılan çalışmaların genelinde sVEP testinin çeşitli yaş gruplarında, görme keskinliğinin ölçümünde geçerli ve güvenilir bir yöntem olduğu ispatlanmıştır.

Küçük çocuklara Snellen ile görme keskinliği muayenesi yapılamamaktadır. Bu nedenle araştırmacılar sVEP keskinliği ile davranışsal görme keskinliği testlerini birbiriyle kıyaslamıştır. Bu iki yöntemin ikisiyle de çizgi keskinliği

ölçümü yapılmaktadır. Sokol ve ark. (62), 2-10 aylık çocuklarda tercihli bakış keskinliği ile sVEP keskinliği ölçümü gerçekleştirmiştir. Bu çalışmanın sonucuna göre sVEP keskinliği, tercihli bakış keskinliğinden 1,5-2,5 oktav daha yüksek bulunmuştur (1 oktav fark, görme keskinliğinin döngü/derece cinsinden iki katına çıkması ya da yarıya düşmesi anlamına gelir). Her iki teknik arasındaki keskinlik düzeyi farkı yaşa bağlıdır (2 aylıkken 2 oktav, 12 aylıkken 0,5 oktav). Soko ve ark. (62), bu farkın iki yöntem arasındaki skorlama kriterlerinin farklılığına bağlı olabileceğini öne sürmüştür. Başka bir çalışmada (Soko ve ark. 1988) ise bu farklılığın zamansal frekansa bağlı olmadığı, okülomotor gelişim ve dikkat gibi etmenlerin tercihli bakış keskinlik ölçümlerinin düşük çıkmasına neden olabileceği öne sürmüştür.

Riddell ve ark. (63), 2 hafta-1 yaş arası bebeklerde Teller Keskinlik Kartları (TKK) ile alınan ölçümlerin sVEP ölçümlerinden anlamlı derecede düşük olduğunu rapor etmiştir. Burada da benzer şekilde ölçümler arasındaki fark yaşla azalmaktadır. Ridell ve ark. (63) TKK ve sVEP ile ölçüm esnasında çalışan sinir sistemi parçalarının farklı yaşlarda farklı hızlarda olgunlaştığını öne sürmüştür. sVEP ölçümünde çalışan sistem primer görme korteksiyken, TKK ölçümünde görsel asosiasyon korteksi ve diğer alanlar arasındaki bağlantılar görev yapmaktadır. Başka araştırmacıların yaptıkları çalışmalarda 17'inci kortikal alanın 3-4 aylarda miyelinlendiği, bununla birlikte vizüel asosiasyon alanının ise takip eden 4 ay içinde miyelinlendiği rapor edilmiştir. Bu durum yukarıdaki iddiayı desteklemektedir.

Riddell ve ark. (63) full term ve preterm bebeklerde TTK ya da sVEP keskinlikleri arasında herhangi bir fark bulamamıştır. Bu çalışmanın eksikliği, hastaların test edildiği iki merkezde farklı parametreler kullanılmış olmasıdır (zamansal frekans, luminans, eşik değer belirleme yöntemi, sweep aralığı). Prager ve ark. (59), sVEP ve TTK ölçümleri arasında düşük korelasyon bulmuştur. sVEP ve geçici VEP gecikmesi arasındaki korelasyon da aynı şekilde düşüktür. Prager ve ark.'a (59) göre bu düşük korelasyon, bu iki testin görme sisteminde farklı kısımları değerlendirdiğinden dolayı ortaya çıkmaktadır.

Başka bir çalışmada erişkinlerde sVEP ve Snellen keskinlikleri kıyaslanmıştır. Bu deneklere işlem öncesinde (+) mercekler takılmış ve görmeleri odaksızlaştırılmıştır. Burada farklı keskinlik tipleri birbiriyle kıyaslanmaktadır. Snellen keskinliği her zaman çizgi keskinliğine eşit olmayabilir. Bu çalışmada, Snellen keskinliği ve sVEP keskinliğinin birbiriyle uyuşmadığı ortaya çıkmıştır. Bu uygunsuzluğun bir sebebi tüplü ekranın çözünürlüğünün yetersizliği olabilir. Gerçekten de görme keskinliği çalışmalarında monitör yetersizliği her zaman akılda tutulmalı ve test mesafesi gerektiğinde arttırılmalıdır. Çalışmamızda da olgular yaşları ve görme düzeyleri esas alınarak optoelektronik stimülatörün mesafesine oturdular.

Çalışmamızda çocuklarda ve erişkinlerde sVEP ve Snellen görme keskinliklerini karşılaştırdık. Hem görme ifade edemeyen çocuk yaş grubunda hem de erişkin yaş grubunda Snellen ile sVEP görme keskinlikleri arasında anlamlı bir korelasyon bulduk.

Görme keskinliğinde kullanılan subjektif testlere benzer şekilde sVEP de görmenin gelişimsel gidişatını tespit edebilir. sVEP ile ve diğer testlerle elde edilen görme keskinliği ölçümleri arasındaki farklılıklar nedeniyle, bu testin geçerli olabilmesi için her yaş grubu için normal sVEP verilerinin oluşturulması gereklidir.

Çalışmamızda Grup 1'deki olgular için Snellen ile ölçülen EDGK 0.013 ± 0.007 logMAR, sVEP ortalama GK 0.18 ± 0.057 logMAR olarak bulundu. Bu sonuç Snellen görme keskinliğinin sVEP ortalama görme keskinliğinden 0.16 logMAR daha yüksek olduğunu göstermektedir. sVEP maksimum GK 0.10 ± 0.016 logMAR olarak bulundu. Bu sonuç ise Snellen görme keskinliğinin sVEP maksimum görme keskinliğinden 0.084 logMAR daha yüksek olduğunu göstermektedir

Arai ve ark. yaptığı çalışmada çeşitli oküler patolojileri olan 100 hastayı Snellen görme keskinliği ve sweep patern reversal VEP ile değerlendirmiş ve iki yöntemin birbiri ile korelasyon gösterdiğini belirtmişlerdir (64). Diğer bir çalışmada ise; Ridder ve ark. ambliyopi tedavisi öncesi horizontal gratingli stimulusun kullanıldığı sweep VEP ile tahmini görme keskinliği tayin yönteminin

tedavi sonrası görme keskinliği sonuçları için iyi bir prediktör faktör olarak gösterdiğini belirtmişlerdir (65). Köse ve arkadaşları özellikle 6 aylıktan büyük çocuklarda görme keskinliğinin objektif olarak saptanmasında sVEP yöntemini kullanışlı bulmuşlardır (66).

Bir başka çalışmada ise kullanım kolaylığı ve kısa sürede cevap alınabilmesinden dolayı klinikte kullanımının yararlı olabileceği söylenmiştir (67). Bunların yanında Da Costa ve ark. kooperasyon güçlüğü olan 37 spastik serebral palsili hastanın görme keskinliğini sVEP ve davranışsal metodlarla değerlendirmişler ve sonuçta bu kişilerde motor bozuklukların davranışsal ölçüm yöntemlerine etkisi olabileceğinden elektrofizyolojik ölçümlerin görme keskinliği tahmininde daha etkin ve güvenilir olduğunu saptamışlardır (68). Çalışmamızda dama tahtası paternli sVEP ölçümleri hem sağ göz hem de sol gözde Snellen eşeli ile uyumlu sonuçlar göstermiştir.

Gottlob ve ark. (69), çeşitli görme problemleri olan çocuklarda sVEP ve Snellen ya da E çartları kullanarak tanıma keskinliği çalışması yapmıştır. Araştırmacılar sVEP ve tanıma keskinliği arasında iyi düzeyde korelasyon tespit etmişlerdir. Yine Gottlob ve ark. görme keskinliği tayini için lineer sweepler yerine logaritmik sweepler kullanmıştır. Bu kullanım normal çocuklar için daha uygun olmaktadır. Çünkü görme bozukluğu olan kişilerde sweep edilmesi gereken uzaysal frekans aralığını tayin etmek kolay olmamaktadır. Biz de çalışmamızda snellen görme eşelini ve logaritmik sweepi kullandık (Tablo 8). Sonuçta çalışmamızdaki çocuklarda tüm yaş grubunda snellen görme keskinliği ile sVEP ortalama ve maksimum keskinliği arasında iyi düzeyde bir korelasyon tespit ettik.

Gottlob ve ark. (69), daha sonra yaptıkları başka bir çalışmada organik hastalıkları, nistagmusu, strabismusu ve konjenital pitozisi olan çocuklarda sVEP ve tanıma keskinliği ölçümlerini karşılaştırmıştır. Çocuk tanıma keskinliği çalışmasına koopere olacak çağa gelmeden önce alınan sVEP ölçümleri, koopere olduğunda alınan ilk tanıma keskinliği ölçümü ile kıyaslanmıştır. Bunun sonucunda organik hastalığı, strabismus + alternan fiksasyonu olan olan çocuklarda sVEP ve tanıma keskinliği arasında yüksek korelasyon bulunmuş, sadece strabismusu olan çocuklarda ise korelasyon düşük olmuştur. Biz de

çalışmamızda organik hastalıklar, nistagmus ve strabismusa bağlı olarak görme problemi yaşayan çocuklarda sVEP ortalama ve maksimum keskinliği ile tanıma keskinliği arasında yüksek korelasyon bulduk. Araştırmacılar, tanıma keskinliğinin sVEP ile uyumunun kişinin hastalığına bağlı olduğu sonucuna varmıştır. Araştırmacılar ayrıca foveal hastalığı olan hastalarda sVEP'in tercihli bakış keskinliğinden daha iyi bir gösterge olduğunu da rapor etmektedir. Çünkü VEP yöntemi bir santral retinal fonksiyon göstergesidir.

Arai ve ark. (70), çeşitli göz hastalıkları olan hastalarda Snellen keskinliği ve sVEP keskinliği ölçümlerini karşılaştırmıştır. Bu çalışmada iki ölçüm yöntemi arasında yüksek korelasyon tespit edilmiştir. Burada en düşük korelasyon optik sinir hastalığı olanlarda ortaya çıkmıştır. Çalışmamızda ise çeşitli göz hastalıkları olan çocuk olguların hepsinde Snellen görme keskinliği ile sVEP keskinliği arasında yüksek bir korelasyon bulundu.

Katsumi ve ark. (64), çeşitli oküler bozuklukları olan çocuklarda tercihli bakış keskinliği ve sVEP keskinliği arasında iyi bir korelasyon bulmuştur. Bu araştırmacılar tercihli bakış keskinliğinin 6/38'den iyi olduğu durumda sVEP'in daha düşük, tercihli bakış keskinliğinin 6/38'den daha kötü olduğu durumlarda da tam tersi olduğunu tespit etmişlerdir.

Çalışmamızda Grup 2'deki olgular için Snellen ile ölçülen EDGK 0.242 ± 0.114 logMAR, sVEP ortalama GK 0.39 ± 0.10 logMAR olarak bulundu. Bu sonuç Grup 2'de Snellen GK ile ölçülen görme keskinliği değerinin sVEP GK değerinden 0.15 daha yüksek olduğunu göstermektedir. sVEP maksimum GK ise 0.242 ± 0.114 logMAR olarak bulundu. Bu sonuç Grup 2'de Snellen görme keskinliğinin sVEP maksimum görme keskinliğinden 0.04 logMAR daha yüksek olduğunu göstermektedir. Sonuçta Grup 1 ile Grup 2 arasında, yapılan sVEP testine göre anlamlı bir korelasyon saptanmıştır.

Norcia ve Tyler (58), bebeklerin ilk bir yaşlarında (2-52 haftalık arası) çizgi keskinliğinin gelişimini incelemiştir. Bu çalışmadaki bulgular göstermiştir ki 1 aylık bebeklerdeki sVEP çizgi keskinliği 4,5 döngü/derece düzeyinde olmakta, bu değer 8-13 ay arasındaki bebeklerde 20 siklus/derece seviyesine çıkmaktadır. Çalışmadaki erişkin deneklerdeki ölçümler ise 24,3 döngü/derece seviyesinde

olmuştur ve bu değer 8 aylık bebeklerinkinden farksız bulunmuştur. Çalışmamızda ise 0-5 yaş arası çocuk yaş grubunda sVEP çizgi keskinliğini yaklaşık olarak 15 döngü/derece ile 18.75 döngü/derece arasında bulduk.

Norcia ve Tyler (58), yaptıkları çalışmada buldukları keskinlik değerlerinin diğer VEP çalışmalarından yüksek olmasının nedenini sVEP çalışmalarının keskinlik ölçümlerini daha hızlı veriyor olmasına bağlamaktadır. Bu ölçüm hızı özellikle bebeklerdeki ölçümlerde önemlidir. Bebekler diğer VEP'teki daha uzun stimuluslara göre sVEP'deki 10 saniyelik stimulusu daha iyi takip edebilmektedir. Biz çalışmamızda ise 0-5 yaş arası görme ifade edemeyen çocuk yaş grubunda sVEP ortalama görme keskinliği ile çocukların yaşlarının aylara göre dağılımında anlamlı bir korelasyon bulduk ($R=-0.26, p=0.0492$). Ancak 0-5 yaş arası görme ifade edemeyen çocuk yaş grubunda sVEP maksimum görme keskinliğinin çocukların yaşlarının aylara göre dağılımında herhangi bir korelasyon bulunmadı. Bu yaş grubu çocuklar görme ifade edemeyen ancak herhangi bir görme bozukluğu olmayan olgulardan oluşmaktaydı. Bu durum da Sweep VEP sonuçlarının doğru ve güvenilir olduğunun bir kanıtı olmaktadır.

Hamer ve ark. (42) , 2-52 haftalık arası bebeklerde monoküler ve binoküler sVEP keskinliği değerlerini Norcia ve Tyler'la hemen hemen aynı bulmuştur (2-10 hafta arası bebeklerde 6 döngü/derece 20-30 haftalık bebeklerde 14 döngü/derece) (61). Bu araştırmacılar sadece monoküler ve binoküler sVEP keskinliği değerleri arasında ufak bir fark tespit etmişlerdir. Bununla birlikte farklı bir metodolojisi olan davranışsal çalışmalarda monoküler ve binoküler keskinlikler arasındaki fark daha büyük olmaktadır. Davranışsal çalışmalarda yüksek düzeyde kooperasyon gereklidir. Bebeklerin tek gözü kapatıldığında bu kooperasyonun sağlanması çok zorlaşmakta ve aradaki keskinlik ölçümü farkı da yüksek olmaktadır. Öte yandan sVEP yöntemi, davranışsal yöntemle kıyasla daha az kooperasyon gerektirmektedir, çünkü her sweep 10 saniyelik bir dikkat gerektirmektedir. Bununla birlikte sVEP yönteminde binoküler testlerin başarısı monoküler testlere göre daha yüksek olmaktadır. Bizim çalışmamızda ise 0-5 yaş görme ifade edemeyen çocuklarda sVEP keskinliği değeri yaklaşık 15 döngü/derece olarak bulduk. Bu gruptaki çocuk yaşlarının dağılımına bakıldığında önce yapılan çalışmalarla paralelik gösterdiği görülmektedir.

Norcia ve ark. (71), 2-40 haftalık bebeklerde kontrast sensitivitesi ve çizgi keskinliği gelişimini çalışmıştır. Bu çalışmanın sonuçları, daha önceki çalışmaların sonuçlarını teyid etmiştir. Burada 2 aydan küçük çocuklarda sVEP keskinlikleri 2,5 – 9 döngü/derece; 30 haftalıktan büyük çocuklarda ise 10-20 döngü/derece tespit edilmiştir. Bu çalışmada erişkinlerdeki keskinlikler 31,9 döngü/derece olmuştur. Kontrast sensitivitesi 10 haftalıkken bir platoya ulaşmakta, keskinlik ise 30 haftaya kadar artarak devam etmektedir. 10 haftadan sonra kontrast sensitivite ve keskinlik gelişimi arasında gözlenen bu farkın nedeni, muhtemelen, bu iki fonksiyonun olgunlaşmasında farklı süreçlerin kullanılıyor oluşundandır. Çalışmamızda ise 30 haftalıktan büyük çocuklarda sVEP keskinliği 15-18 döngü/derece arasında bulduk. Erişkinlerdeki sVEP ortalama keskinliği 0.18 ± 0.057 LogMAR olarak bulunan bu değer 18.75-24 döngü/dereceye denk gelmektedir, sVEP maksimum keskinliği ise 0.10 ± 0.016 LogMAR olarak bulunan bu değer ise 20-30 döngü derece arasına denk gelmektedir. Bu sonuçlar da önceki yapılan çalışmaları desteklemektedir.

Yine aynı çalışmada Norcia ve ark. (71), kontrast sensitivite fonksiyonundan tahmini keskinlik değerleri elde etmişlerdir. Bu tahmini keskinlik değerleri ve sweep uzaysal frekans ile ölçümlenmiş keskinlik değerleri arasındaki ortalama fark sadece 0,4 oktav düzeyinde olmuştur. Başka bir çalışmada ise kontrast sensitivite ile tahmin edilen görme keskinliği değeri 6.4 döngü/derece bulunurken ölçülen değer 7.4 döngü/derece olmuştur. Buradaki fark da 0.4 oktavdan daha düşüktür. Bu çalışmaların tamamında 6Hz'lik bir zamansal frekans kullanılmıştır. Çalışmamızda 5-15 Hz'lik bir zamansal frekans kullandık ve tahmini keskinlik değerleri ve sweep uzaysal frekans ile ölçümlenmiş keskinlik değerleri arasındaki ortalama fark sadece 0.45 oktav düzeyinde bulduk.

Norcia ve Tyler (61), 17-25 haftalık bebeklerde 6 Hz. ve 10 Hz.'lik zamansal frekanslar kullanarak sVEP keskinliği ölçümü yapmışlardır. Bu iki frekansta yapılan ölçümlerden elde edilen keskinlik sonuçları arasındaki fark 0.17 oktav bulunmuştur. Bu da zamansal frekanslarda oynama yapmanın, aynı hastanın sonucundaki varyasyonların sadece %14'ünden sorumlu olduğunu göstermektedir. Araştırmacılar bu iki zamansal frekansta yapılan keskinlik ölçümleri arasındaki farkın anlamlı olmadığını rapor etmişlerdir.

Prager ve ark. (59) , 8 aylık bebeklerde sVEP keskinlik değerlerini diğer çalışmalardan daha düşük rapor etmiştir. Bu araştırmacılar 4 aylıkken olan tahmini keskinliğin 9.61'den 8 ayda sadece 10.38 döngü/dereceye yükseldiğini rapor etmiştir. Bununla birlikte araştırmacılar 8 aylıkken aldıkları sVEP ölçüm değerlerinin şüpheli olabileceğini, çünkü literatürde rapor edilen 20 döngü/derece seviyesiyle uyumsuzluk gösterdiklerini kabul etmişlerdir. Bunun nedeni uyarandaki çizgi sayısının azlığı ya da izleme mesafesinin uygunsuzluğu olabilir.

Allen ve ark. (72), bebeklik döneminde davranışsal keskinlik ölçümünün sVEP ölçümünden daha üstün olduğu bir geçiş dönemi bulunduğunu öne sürmektedir. Bu periyodun 1-2 yaş arasında olduğu bulunmuştur.

Çalışmamızda Grup 3 görme ifade edemeyen $35,8 \pm 15,2$ aylık çocuk olgularda sVEP ortalama GK ise logMAR 0.24 ± 0.07 olarak bulundu. Çalışmamızda Grup 3'de tüm çocuk yaş grubunda Snellen görme keskinliği ölçümü sVEP ölçümünden daha yüksek bulunmuştur.

John ve ark. (73), Down sendromlu çocuklarda hem sVEP hem de davranışsal görme keskinliği ve kontrast sensitivite ölçümlerinin hepsi normal çocuklardan düşük bulunmaktadır. Bu çalışmada 2 yaşından büyük normal ve Down sendromlu çocuklarda davranışsal keskinlik değeri sVEP keskinliğinden 1 oktav yüksek bulunmuştur. sVEP keskinliği sadece 2 yaşından daha küçük çocuklarda daha yüksek ölçülmüştür. Bu sonuç, Katsumi ve ark. tarafından yapılan önceki çalışmanın sonuçlarına benzerdir. O çalışmada da erişkinlerde davranışsal keskinlik, sVEP keskinliğinden 0,5 – 1 oktav daha yüksek bulunmuştur. Allen ve ark., 'nın (3) çalışmasında da benzer bulgular alınmıştır.

John ve ark. (73), Down sendromlu çocuklardaki görme azalmasının sebebinin oftalmik anomaliler olmadığını öne sürmüştür. Çünkü görme azalması, oftalmik problemi olmayan Down sendromlu çocuklarda da ortaya çıkmaktadır. Down sendromundaki bu sıkıntıların kısmen vizüel sistemdeki yaşa bağlı nöropatiler nedeniyle oluşabileceği de düşünülmektedir.

Yakın zamanda yapılmış retrospektif bir çalışmada Bradfeld ve ark. (74), albinizmi olan çocuklardaki sVEP keskinliğinin ilerideki tanıma keskinliğinin belirleyicisi olabileceğini öne sürmüştür. Başka bir retrospektif çalışmada da

Ridder ve Rousse (65), ambliyopi tedavisi öncesinde alınan sVEP keskinliği ölçümlerinin de tedavi sonrasında Snellen keskinliğinin nasıl olacağını iyi bir şekilde tahmin edebileceğini göstermiştir. İleride alınacak olan Snellen ölçümleri kötü olacaksa tedaviden önce alınan sVEP ölçümleri yine tedavi öncesi yapılan Snellen ölçümlerinden iyi olmaktadır.

Uzun süredir tip1 diabeti olan ama retinopatisi olmayan hastalarda Snellen keskinliği ve sVEP keskinliği arasında anlamlı derecede düşük bir korelasyon mevcuttur. Bu hastalarda sVEP yanıt amplitüdleri, hem keskinlik hem de kontrast sensitivite bağlamında, normal deneklere göre düşük olmaktadır. Bu durum da bu hastalarda optik sinir disfonksiyonu olduğunun bir göstergesidir.

Crow ve ark. (75), Alzheimer's demansı olan hastalarda sVEP kontrast sensitivite çalışmıştır. Bu bulgulara göre Alzheimer'lı hastalarda, özellikle düşük uzaysal frekanslarda, kontrast sensitivitede bir azalma olduğu görülmektedir. Bu durumun genel bilişsel bir defisitten ziyade primer efferent görme yolağındaki bozuluktan kaynaklandığı sanılmaktadır.

Crow ve ark. (75), sVEP'in, Alzheimer'lı hastalarda kontrast sensitivite değerlendirirken diğer daralısal tekniklere ve diğer VEP yöntemlerine göre daha üstün olduğunu öne sürmüştür. Bunun nedeni sVEP'de uzun süreli fiksasyon ve dikkate ihtiyaç olmamasından kaynaklanmaktadır.

Sonuç olarak, sVEP yöntemi koopere bireylerde geleneksel subjektif yöntemlerle korelasyon gösteren sonuçlar vermekte ve koopere olamayan hastalar ve preverbal çağıdaki çocuklardaki alternatif yöntemlere kıyasla taşıdığı uygulama kolaylığı ve objektif ölçüm avantajları nedeniyle de bu yaş grubunda görme keskinliğinin değerlendirilmesinde güvenilir bir alternatif yöntem olma potansiyeli taşımaktadır.

VI. SONUÇ

1. Görme keskinliği ifade edebilen ve oküler patolojisi olmayan sağlıklı çocuklarda Snellen eşeli ile ölçülen EDGK değerleri sweep VEP görme keskinliği değerleri ile korelasyon göstermektedir.
2. Görme keskinliği ifade edebilen ve oküler patolojisi olmayan sağlıklı çocuklarda sweep VEP görme keskinliği değerleri ile Snellen eşeli ile ölçülen EDGK değerleri arasındaki farkların dağılımı iki yöntemin birbirleriyle uyumlu olduğunu göstermektedir.
3. Görme keskinliği ifade edebilen ve oküler patolojisi olmayan sağlıklı çocuklarda sweep VEP görme keskinliği değerleri Snellen eşeli ile ölçülen EDGK değerlerinden 0.45 oktav düşük saptanmıştır.
4. Görme keskinliği ifade edebilen, Snellen GK değeri 0.1-0.8 arasında olan strabismik ya da anizometropik ambliyopili çocuklarda Snellen eşeli ile ölçülen EDGK değerleri, sweep VEP görme keskinliği değerleri ile korelasyon göstermektedir.
5. Görme keskinliği ifade edebilen, Snellen GK değeri 0.1-0.8 arasında olan strabismik ya da anizometropik ambliyopili çocuklarda sweep VEP görme keskinliği değerleri Snellen eşeli ile ölçülen EDGK değerlerinden yaklaşık olarak 0.30 oktav düşük saptanmıştır.
6. Görme keskinliği ifade edebilen, Snellen GK değeri 0.1-0.8 arasında olan strabismik ya da anizometropik ambliyopili çocuklarda sweep VEP görme keskinliği değerleri ve Snellen eşeli ile ölçülen EDGK değerleri arasındaki farkların dağılımı iki yöntemin birbirleriyle uyumlu olduğunu göstermektedir.
7. Beş yaş altında görme ifade edemeyen çocuklarda sweep VEP ile GK objektif olarak değerlendirilebilir. Bu yaş grubundaki çocuklarda sweep VEP ortalama GK düzeyi 0.24 logMAR olarak saptanmıştır.
8. Beş yaş altında görme ifade edemeyen sağlıklı çocuklarda sweep VEP ile GK düzeyi %73 olguda 0.10 logMAR'ın üzerinde saptanmıştır (0.81 decimale ulaşmıştır).
9. Sonuç olarak, sVEP yöntemi preverbal çağıdaki ve görme ifade edemeyen çocuklarda taşıdığı uygulama kolaylığı ve objektif ölçüm

avantajları nedeniyle görme keskinliğinin değerlendirilmesinde güvenilir ve alternatif bir yöntem olarak kullanılabilir.

VII. ÖZET

Çocukluk çağında görme keskinliğini (GK) sweep VEP (sVEP, görsel uyarılmış potansiyel) ile değerlendirmek ve sVEP GK ölçümlerini Snellen GK değerleri ile karşılaştırmak.

Yaşları 0-17 arasında değişen 216 çocuk olgu çalışmaya dahil edildi. Olguların 104'ü (%48,1) 7-17 yaş arasında, görme ifade edebilen ve sistemik ve oküler patolojisi olmayan olgulardan oluşmaktaydı (Grup 1). Olguların 56'sı (%25,9) 6-17 yaş arasında görme ifade edebilen ancak Snellen eşelinde en iyi düzeltilmiş görme keskinliği (EDGK) 0,1-0,8 arasında saptanan strabismik veya anizometropik ambliyop olgulardan oluşmaktaydı (Grup 2). 56 (%25,9) olgu ise 0-5 yaş arasında ve görme ifade edemeyen sistemik ve oküler patolojisi olmayan olgulardan oluşmaktaydı (Grup 3). Tüm olgulara detaylı oftalmolojik muayene yapıldı. Tüm olguların Snellen görme keskinlikleri ölçülerek EDGK kaydedildi. Olguların tümüne sVEP testi (Metrovision, Monelec 3, Fransa) uygulandı. sVEP ortalama ve maksimum GK kaydedildi. Veriler paired t testi, Pearson korelasyon analizi, regresyon ve Bland-Altman analizi ile istatistiksel olarak analiz edildi.

Grup 1'deki olguların Snellen ile ölçülen EDGK 0.013 ± 0.007 logMAR, sVEP ortalama GK 0.18 ± 0.057 logMAR ve sVEP maksimum GK 0.10 ± 0.016 logMAR'dı ($p < 0.001$, $p < 0.001$). Grup 1'de sVEP ortalama GK'nin Snellen EDGK'den 0.16 logMAR, sVEP maksimum GK'nin Snellen EDGK'den 0.084 logMAR düşük olduğu saptandı. Grup 1'de sVEP ortalama ve maksimum GK değerleri Snellen EDGK değerleri ile korele idi ($r = 0.54$, $p < 0.001$; $r = 0.72$, $p < 0.001$, sırasıyla). Bland-Altman analizine göre, Grup 1'de Snellen EDGK ile sVEP ortalama GK arasındaki farkların dağılımı ± 0.11 logMAR, Snellen GK ile sVEP maksimum GK arasındaki farkların dağılımı ± 0.23 logMAR'dı. Grup 2'de Snellen ile ölçülen EDGK 0.24 ± 0.11 logMAR, sVEP ortalama GK 0.39 ± 0.10 logMAR ve sVEP maksimum GK 0.28 ± 0.08 logMAR'dı. Grup 2'de sVEP ortalama GK'nin Snellen EDGK'den 0.15 logMAR, sVEP maksimum GK'nin Snellen EDGK'den 0.04 logMAR düşük olduğu saptandı ($p < 0.001$, $p = 0.009$). Grup 2'de sVEP ortalama ve maksimum GK değerleri Snellen EDGK değerleri ile korele idi ($r = 0.71$, $p < 0.001$; $r = 0.54$, $p < 0.001$, sırasıyla). Bland-Altman analizine göre Grup 2'de Snellen EDGK ile sVEP ortalama GK arasındaki

farkların dağılımı ± 0.16 logMAR, Snellen GK ile sVEP maksimum GK arasındaki farkların dağılımı ise ± 0.19 logMAR'dı. Grup 3'de sVEP ortalama GK değeri 0.24 ± 0.07 logMAR, sVEP maksimum GK değeri 0.12 ± 0.06 logMAR'dı. sVEP ortalama ve maksimum GK değerleri yaşla korele idi ($r = -0.264$, $p = 0.050$, $r = 0.396$, $p = 0.0025$, sırasıyla).

sVEP tekniği ile elde edilen görme keskinliği değerleri, Snellen eşeli ile elde edilen görme keskinliği değerleri ile karşılaştırılabilir sonuçlar vermektedir. Preverbal çağıdaki ve görme ifade edemeyen çocuklarda kolay ve objektif ölçüm avantajı nedeniyle görme keskinliğinin değerlendirilmesinde güvenilir ve alternatif bir yöntem olarak kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Görme keskinliği, Görsel Uyarılmış Potansiyel, Snellen eşeli, Sweep VEP

VIII. SUMMARY

To evaluate the visual acuity in children using sweep VEP (sVEP, visual evoked potential), and to compare the results with values obtained from Snellen visual acuity measurements.

216 children aged between 0-17 years were included in the study. Of these, 104 (%48,1) were between 7-17 years old, able to verbally communicate, and not having any systemic or ocular pathologies (Group1). Group 2 included 56 (%25,9) children who were aged between 6-17 years old and can also express their visual abilities verbally, whereas these 56 children were having strabismus, or anisometropic amblyopia whose best corrected visual acuity (BCVA, by Snellen measurements) were between 0,1 – 0,8. 56 pre-verbal children (%25.9) between 0-5 years old who does not have any systemic or ocular pathology were included in Group 3. All subjects underwent a detailed ophthalmological examination. Snellen visual acuity measurements were taken from all children, and the results were noted as BCVA. Also all children underwent a sVEP measurement (Metrovision, Monelec3, France). Average, and maximum sVEP results were recorded. Data were further analysed statistically via paired T test, Pearson correlation analysis, regression analysis, and Bland-Altman method.

In Group 1, Snellen BCVA was found to be 0.013 ± 0.007 logMAR, average sVEP acuity was found to be 0.18 ± 0.057 logMAR, and maximum sVEP acuity was 0.10 ± 0.016 logMAR. Average sVEP acuity, and maximum sVEP acuity values were found to be smaller than Snellen BCVA by 0.16, and 0.084 logMAR, respectively. In this group, both average and maximum sVEP values were correlated with Snellen BCVA values ($r=0.54$, $p<0.001$; $r=0.72$, $p<0.001$, respectively). Bland-Altman analysis revealed that in Group 1, the distribution of the differences between Snellen BCVA and average sVEP was ± 0.11 logMAR, and that between Snellen BCVA and maximum sVEP was ± 0.23 logMAR. In Group 2, Snellen BCVA was found to be 0.24 ± 0.11 logMAR, average sVEP acuity was found to be 0.39 ± 0.10 logMAR, and maximum sVEP acuity was 0.28 ± 0.08 logMAR. Average sVEP acuity, and maximum sVEP acuity values were found to be smaller than Snellen BCVA by 0.15, and 0.04 logMAR,

respectively. In this group, both average and maximum sVEP values were also correlated with Snellen BCVA values ($r=0.71$, $p<0.001$; $r=0.54$, $p<0.001$, respectively). Bland-Altman analysis revealed that in Group 2, the distribution of the differences between Snellen BCVA and average sVEP was ± 0.16 logMAR, and that between Snellen BCVA and maximum sVEP was ± 0.19 logMAR. In Group 3, average sVEP acuity was found to be 0.24 ± 0.07 logMAR, and maximum sVEP acuity was 0.12 ± 0.006 logMAR. These values were correlated with age ($r = -0.264$, $p=0.05$; $r=0.396$, $p=0.0025$, respectively)

sVEP visual acuity measurements reveal comparable results with Snellen acuity results. This technique can reliably be used in preverbal, or non-cooperative children for its ease and objectivity.

Keywords: Visual acuity, Visual Evoked Potentials, Snellen, Sweep VEP

IX. KAYNAKLAR

1. Garey LJ. Structural development of the visual system of man. Hum neurobiol 1984; 3:75–80.
2. Morgan IG. The biological basis of myopic refractive error. Clin exp optom 2003; 86:276–288
3. Saunders KJ, McCulloch DL, Shepherd AJ, Wilkinson AG. Emmetropisation following preterm birth. Br j ophthalmol 2002; 86:1035–1040.
4. Madan A, Jan JE, Good WV. Visual development in preterm infants. Dev med child neurol 2005; 47:276–280.
5. Bremond-Gignac D, Copin H, Elmaleh M, Milazzo S. Fetal ocular anomalies: the advantages of prenatal magnetic resonance imaging. J fr ophtalmol 2010; 33:350–354.
6. Sivak JG. The role of the lens in refractive development of the eye: Animal models of ametropia. Exp eye res 2008; 87:3–8.
7. Hansen RM, Fulton AB. Development of the cone erg in infants. Invest ophthalmol vis sci 2005; 46:3458–3462.
8. Yuodelis C, Hendrickson A. A qualitative and quantitative analysis of the human fovea during development. Vision res 1986; 26:847–855
9. Hooks BM, Chen C. Critical periods in the visual system: changing views for a model of experience-dependent plasticity. Neuron 2007; 56:312–326.
10. Barret BT, Bradley A, McGraw PV. Understanding the neural basis of amblyopia. Neuroscientist 2004; 10:106–117

11. Smith EL, Hung LF, Huang J et al. Effects of optical defocus on refractive development in monkeys: evidence for local, regionally selective mechanisms. *Invest ophthalmol vis sci* 2010; 51:3864–3873
12. Sener EC, Mocan MN, Gedik S, Ergin A, Sanaç AS. The reliability of grading the fixation preference test for the assessment of interocular visual acuity differences in patients with strabismus. *Jaapos* 2002 jun;6(3):191-4.
13. Teller DY. Scotopic vision, color vision, and stereopsis in infants. *Curr eye res* 1982; 2:199–210.
14. Mutti DO, Hayes JR, Mitchell GL et al. Refractive error, axial length, and relative peripheral refractive error before and after the onset of myopia. *Invest ophthalmol vis sci* 2007; 48:2510–2519
15. Hansen RM, Moskowitz A, Fulton AB. Multifocal erg responses in infants. *Invest ophthalmol vis sci* 2009; 50:470–475.
16. Bremond-Gignac D, Cussenot O, Deplus S et al. Computation of eyeball growth by magnetic resonance imaging (26 11 93). *Surg radiol anat* 1994; 16:113–115.
17. Agostoni C, Giovanni M. Cognitive and visual development: Influence of differences in breast and formula fed infants. *Nutr health* 2001; 15:183–188.
18. Sener EC, Mocan MN, Gedik S, Ergin A, Sanaç AS. The reliability of grading the fixation preference test for the assessment of interocular visual acuity differences in patients with strabismus. *Jaapos* 2002 jun;6(3):191-4.

19. Smith EL, Kee CS, Ramamirtham R et al. Peripheral vision can influence eye growth and refractive development in infant monkeys. *Invest ophthalmol vis sci* 2005; 46:3965–3972.
20. Tkatchenko TV, Shen Y, Tkatchenko AV. Mouse experimental myopia has features of primate myopia. *Invest ophthalmol vis sci* 2010; 51:1297–1303.
21. Drover JR, Kean PG, Courage ML, Adams RJ. Prevalence of amblyopia and other vision disorders in young newfoundland and labrador children. *Can j ophthalmol* 2008; 43:89–94.
22. Zhong XW, Ge J, Deng WG et al. Expression of pax-6 in rhesus monkey of optical defocus induced myopia and form deprivation myopia. *Chin med j (engl)* 2004; 117:722–726.
23. Hoyt CS. Amblyopia: A neuro-ophthalmic view. *J neuroophthalmol* 2005; 25:227–231.
24. Mittelman D. Amblyopia *pediatr. Clin north am* 2003; 50:189–196.
25. Wiesel TN. Postnatal development of the visual cortex and the influence of environment. *nature* 1982; 299:583–591.
26. Eye examination in infants, children, and young adults by pediatricians. Committee on Practice and Ambulatory Medicine Section on Ophthalmology. American Association of Certified Orthoptists; American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus; American Acedemy of Ophthalmology. *Ophthalmology* 2003; 110(4):860-5.

27. Celesia GG. Visual evoked potentials in clinical neurology. In: aminoff mj. Ed. Electrodiagnosis in clinical neurology, 5th ed., philadelphia: churchill livingstone, 2005: 453-471.
28. Odom JV, Bach M, Barber C, Brigell M, Marmor MF, Tormene AP, Holder GE. Visual evoked potentials standart . Documenta ophthalmologica, 2004; 108:115-123. 2004
29. Dawson GD. A summation technique for detecting small signals in a large irregular background. J. Physiol. 1951; 115: 2-3.
30. Glueck BC, Ford MR, Molyn MA. Computer analysis of the electroencephalogram. Psychiatric annals, 1988; 18: 236-245.
31. Brigell MG. The visual evoked potential. In: Fishman GA, Birch DG, Holder GE, Brigell MG eds. Electrophysiologic testing in disorders of the retina, optic nevre and visual pathway, 2nd ed., singapore: the foundation of the american acamedy of ophthalmology, 2001: 237-278.
32. Celesia GG, Peachey NS. Visual evoked potentials and electroretinograms. In: Niedermayer E, Lopes da silva F. Eds. Electroencephalography: basic principles, clinical aplications, and related fields, 4th ed., baltimore: williams&wilkins, 1999: 968-993.
33. Devoe RC, Ripps H, Vaughan HG. Cortical responses to stimulation of the human fovea. Vis res, 1968; 8: 135-147.
34. Oken BS, Chiappa KH, Gill E. Normal temporal variability of the p100. Electroencephalogr clin neurophysiol, 1987; 68: 153-156.
35. Marmor MF, Arden GB, Nilsson SE, Zrenner E. Standart for clinical electroretinography. Arch ophthalmol, 1989; 107: 816-819.

36. Good WV. Development of a quantitative method to measure vision in children with chronic cortical visual impairment. *Trans. Am. Ophthalmol, Soc*, 2001; 99, 253–269.
37. Bergua A, Horn FK, Martus P, Junemann AM, Korth M. Stereoscopic visual evoked potentials in normal subjects and patients with open-angle glaucomas. *Arch Clin Exp Ophthalmol* 2004; 242: 197-203.
38. Hood DC. Assessing retinal function with the multifocal technique. *Progress in retinal and eye research* 2000; 19: 607-646.
39. Hood DC, Odel JG, Winn BJ. The multifocal visual evoked potential. *Neuroophthalmol* 2003; 23: 279-89.
40. Hood DC. Electrophysiologic imaging of retinal and optic nerve damage: The multifocal technique. *Ophthalmol Clin N Am* 2004; 17 : 69-88.
41. Bremond-Gignac D, Cussenot O, Deplus S, et al. Computation of eyeball growth by magnetic resonance imaging (26 11 93). *Surg Radiol Anat* 1994; 16:113–115.
42. Hamer RD, Norcia AM, Tyler CW and Hsu-Winges C. The development of monocular and binocular VEP acuity. *Vision Res.* 1989; 29, 397–408.
43. Smith EL, Huang J, Hung LF, et al. Hemiretinal form deprivation: Evidence for local control of eye growth and refractive development in infant monkeys. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2009; 50:5057–5069.
44. Marko K, Kiss HJ, Miko-Barath E, Bartfai O, Turuk B, Kovacs I, Jando G. Contrast independence of dynamic random dot correlogram evoked VEP amplitude. *J Vis* 2009; 9(4): 8.1-10.7.

45. Altenmuller EO, Gerloff C. Psychophysiology and the eeg. In: Niedermayer E, Lopes Da Silva F, eds. *Electroencephalography: Basic principles, clinical applications, and related fields*, 4th ed., Baltimore: Williams&Wilkins, 1999:637-55.
46. Tyler CW, Apkarian P, Levi DM and Nakayama K. Rapid assessment of visual function: An electronic sweep technique for the pattern visual evoked potential. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 1979; 18, 703–713.
47. Good WV and Hou C. Sweep visual evoked potential grating acuity thresholds paradoxically improve in low-luminance conditions in children with cortical visual impairment. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2006; 47, 3220–3224.
48. Zhou P, Zhao MW, Li XX, Hu XF, Wu X, Niu LJ, Yu WZ and Xu XL. A new method for extrapolating the sweep pattern visual evoked potential acuity. *Doc. Ophthalmol*, 2007.
49. Sloan LL. New test charts for the measurement of visual acuity. *Am j ophthalmol.* 1959;48:808-813.
50. Report of Working Group 39, Committee of Vision, National Academy of Sciences. Recommended Standard procedures for the clinical measurement and specification of visual acuity. *Adv Ophthalmol.* 1980;41:103-143.
51. Keeney AH, Durerson HL, JR. Collated near-vision test card. *Am J Ophthalmol.* 1958;46:592-594.
52. Keeney AH. *Ocular examination: Basis and techniques*. 2nd ed. St louis, mo: cv mosby co; 1976.

53. Newell FW. Ophthalmology: Principles and concepts. 7th ed. St louis, mo: cv mosby co; 1992.
54. Frisen L. Clinical tests of vision. New york, ny: Raven press; 1990.
55. Holladay JT. Proper method for calculating average visual acuity. J refract surg. 1997;13:388-391.
56. Bach M, Maurer JP and Wolf ME. Visual evoked potential-based acuity assessment in normal vision, artificially degraded vision, and in patients. Br. J. Ophthalmol, 2008; 92:396–403.
57. Allen D, Norcia AM and Tyler CW. Comparative study of electrophysiological and psychophysical measurement of the contrast sensitivity function in humans. Am. J. Optom. Physiol. Ophthalmol, 1986; 63:442–449.
58. Norcia AM and Tyler CW. Spatial frequency sweep vep: Visual acuity during the first year of life. Vision res. 1985a 25:1399–1408.
59. Prager TC, Zou YL, Jensen CL, Fraley JK, Anderson RE and Heird WC. Evaluation of methods for assessing visual function of infants. J. Aapos, 1999; 3:275–282.
60. Lauritzen L, Jorgensen MH, and Michaelsen KF. Test-retest reliability of swept visual evoked potential measurements of infant visual acuity and contrast sensitivity. Pediatr. Res. 2004; 55:701–708.
61. Norcia AM and Tyler CW. Infant vep acuity measurements: analysis of individual differences and measurement error. Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol. 1985b; 61:359–369.

62. Sokol S, Moskowitz A, McCormack G and Augliere R. Infant grating acuity is temporally tuned. *Vision res.* 1988; 28:1357–1366.
63. Riddell PM, Ladenheim B, Mast J, Catalano T, Nobile R and Hainline L. Comparison of measures of visual acuity in infants: teller acuity cards and sweep visual evoked potentials. *Optom. Vis. Sci.* 1997;74:702–707.
64. Katsumi O, Denno S, Arai M, De faria JML and Hirose T. Comparison of preferential looking acuity and pattern reversal visual evoked response acuity in pediatric patients. *Graefes arch. Clin. Exp. Ophthalmol*, 1997; 235: 684–690.1997.
65. Ridder WH, Lii and Rouse, MW. Predicting potential acuities in amblyopes. *Doc. Ophthalmol*, 2007; 114:135–145.
66. Kose S, Egrilmez S, Pehlivan M, Çebi Y. Çocuklarda görme keskinliğinin hızlı görsel uyarılı potansiyeller (sweep vep) ile değerlendirilmesi. *Türk oftalmoloji gazetesi* 2002;32(1/1):137-141.
67. Vedentham V, Ratnagiri PK. The sweep-vep: A faster estimation of visual acuity in preverbal children. *Indian j ophthalmol* 2004; 52:175-175
68. Da Costa MF, Salomao SR, Brezovsky A, De Haro FM, Ventura DF. Relationship between vision and motor impairment in children with spastik cerebral palsy:new evidence from electrophysiology. *Behav brain res.* 2004 mar 2;149(2):145-50
69. Gottlob I, Wizov SS, Odom JV and Reinecke RD. Predicting optotype visual acuity by swept spatial visual-evoked potential. *Clin. Vision. Sci*, 1993; 8:417–423.

70. Arai M, Katsumi O, Paranhos FRL, De Faria JML and Hirose T. Comparison of snellen acuity and objective assessment using the spatial frequency sweep pver. Graefes arch. Clin. Exp. Ophthalmol, 1997; 235:442–447.
71. Norcia AM, Tyler CW and Hamer RD. Development of contrast sensitivity in the human infant. Vision res,1990; 30:1475–1486.
72. Gottlob I, Wizov SS, Odom JV and Reinecke RD. Predicting optotype visual acuity by swept spatial visual-evoked potential. Clin. Vision. Sci, 1993; 8:417–423.
73. John F.M, Bromham NR, Woodhouse J.M. and Candy TR. Spatial vision deficits in infants and children with down syndrome. Invest. Ophthalmol. Vis. Sci, 2004 45:1566–1572.
74. Bradfield YS, France TD, Verhoeve J and Gangnon RE. Sweep visual evoked potential testing as a predictor of recognition acuity in albinism. Arch. Ophthalmol, 2007; 125:628–633.
75. Crow RW, Levin LB, Labree L, Rubin R and Feldon S.E. Sweep visual evoked potential evaluation of contrast sensitivity in Alzheimer_s Dementia. Invest. Ophthalmol. Vis. Sci, 2003; 44:875–878.