

EGE TIP



ayın kitabı

# GÖRME PARAMETRELERİ

Editör

Doç. Dr. Cumali DEĞİRMENCI

Sayı  
152

# **GÖRME PARAMETRELERİ**

**Editör**  
**Doç. Dr. Cumali DEĞİRMENÇİ**

**152**

# GÖRME PARAMETRELERİ

## EDİTÖR

Doç. Dr. Cumali DEĞİRMENÇİ

**e-ISBN:** 978-605-338-434-2

Ege Üniversitesi Yönetim Kurulu Toplantısının 06.06.2023 tarih ve 10 sayılı kararı ile yayınlanmıştır.

© Bu kitabın tüm yayın hakları Ege Üniversitesi'ne aittir. Kitabın tamamı ya da hiçbir bölümü yazarının önceden yazılı izni olmadan elektronik, optik, mekanik ya da diğer yollarla kaydedilemez, basılamaz, çoğaltılamaz. Ancak kaynak olarak gösterilebilir.

**T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Sertifika No. 52149**

### **Ege Üniversitesi Yayınları**

Ege Üniversitesi Basım ve Yayınevi

Bornova -İzmir

Tel: 0 232 342 12 52

E-posta: basimveyayinevisbm@mail.ege.edu.tr

### **Yayın Link**

<https://basimveyayinevi.ege.edu.tr>

**Yayın Tarihi:** 28.12.2023

## Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Yayın Alt Kurulu

### **Başkan:**

Prof. Dr. Okan BİLGE

### **Üyeler:**

Prof. Dr. Ayşegül AKGÜN

Prof. Dr. Yiğit UYANIKGİL

Prof. Dr. İlkben GÜNÜŞEN

Doç. Dr. Cenk ERASLAN

Doç. Dr. Ayşe GÜLER

Doç. Dr. Çığır Biray AVCI

Doç. Dr. İpek KAPLAN BULUT

Doç. Dr. Gökay ÖZÇELTİK

### **Yazışma Adresi**

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi  
Yayın Alt Kurulu  
Yayın Bürosu  
Bornova, 35100-İZMİR

**Tel** : (0 232) 390 3103

**Tel** : (0 232) 390 3186

**Fax** : (0 232) 342 2142

**e-posta** : egedergisi35@gmail.com

## YAZARLAR

### **Prof. Dr. Cezmi Akkın**

Dünyagöz Hastaneler Grubu, Göz Hastalıkları

### **Doç. Dr. Elif Demirkılıç Biler**

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları  
Anabilim Dalı

### **Doç. Dr. Cumali Değirmenci**

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları  
Anabilim Dalı

### **Uzm. Dr. Mine Esen Barış**

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları  
Anabilim Dalı

### **Dr. Öğr. Üyesi Gökçe Bağcı Uzun**

Malatya Turgut Özal Üniversitesi Tıp Fakültesi,  
Anatomi Anabilim Dalı

### **Dr. Deniz Bağcı**

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları  
Anabilim Dalı

## ÖNSÖZ

Görme fonksiyonu, canlıların algılama, tanıma, ayırma kabiliyetinin ve hayatta kalabilmenin temelini oluşturmaktadır. Normal bir görme, muayene eden kişiye, oküler ortamın net olduğunu, görüntünün net bir şekilde retinaya odaklandığını, afferent görme yolunun çalıştığını ve görsel korteksin alınan sinyalleri uygun şekilde yorumladığını ifade eder. Görme fonksiyonunu değerlendirdiğimiz 8 parametre bulunmaktadır. Bunlar; görme keskinliği (uzak, yakın), görme alanı, renkli görme, kontrast duyarlılığı, binoküler görme (stereopsis), vernier görme keskinliği, glare sensitivitesi, karanlık adaptasyonudur. Normal görmeden söz edebilmek için tüm bu parametrelerin normal olması gerekir. Hepsi ayrı ayrı muayene edilir ama en çok test edilen ve görme fonksiyonunu en çok yansıtan parametre görme keskinliğidir. Bu kitapta, görme yollarının anatomi ve fizyolojisine, görme parametrelerini tanımına, nasıl değerlendirebileceğimize ve fonksiyonun bozukluğunda bizi yönlendirebileceği patolojilere yer verdik. Görme keskinliği tam olan hastaların iyi göremediğinden şikayetçi olabileceğini ve sebebinin diğer parametrelerden kaynaklanabileceğine dikkat çekmek istedik.

Aydın Kitabı serisinin basımına olanak sağlayan Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığına, Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Yayın Alt Kurulu Başkan ve üyelerine ve Yayın Bürosu çalışanlarına, kitabın hazırlanmasında emeği geçen herkese teşekkürlerimi sunarım.

Doç. Dr. Cumali DEĞİRMENCİ

İzmir, 2023

## **İÇİNDEKİLER**

### **Bölüm 1: Giriş, Görme Yolları Anatomisi, Retina Fizyolojisi ..... 1**

Dr. Deniz Bağcı

Dr. Öğr. Üyesi Gökçe Bağcı Uzun

### **Bölüm 2: Görme Keskinliği..... 25**

Dr. Deniz Bağcı

Doç. Dr. Elif Demirkılınç Biler

### **Bölüm 3: Görme Alanı ..... 47**

Dr. Deniz Bağcı

Uzm. Dr. Mine Esen Barış

### **Bölüm 4: Renkli Görme ..... 65**

Dr. Deniz Bağcı

Prof. Dr. Cezmi Akkın

### **Bölüm 5: Kontrast Duyarlılık ..... 75**

Dr. Deniz Bağcı

Doç. Dr. Cumali Değirmenci

### **Bölüm 6: Binoküler Görme (Stereopsis) ..... 81**

Dr. Deniz Bağcı

Doç. Dr. Elif Demirkılınç Biler

### **Bölüm 7: Vernier Görme Keskinliği ..... 89**

Dr. Deniz Bağcı

Prof. Dr. Cezmi Akkın

**Bölüm 8: Glare Sensivitesi ..... 95**

Dr. Deniz Bağcı

Doç. Dr. Cumali Değirmenci

**Bölüm 9: Karanlık Adaptasyonu ..... 99**

Dr. Deniz Bağcı

Prof. Dr. Cezmi Akkın



# BÖLÜM 1

## GÖRME YOLLARI ANATOMİSİ

**Dr. Deniz Bağcı**

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi,  
Göz Hastalıkları Anabilim Dalı

**Dr. Öğr. Üyesi Gökçe Bağcı Uzun**

Malatya Turgut Özal Üniversitesi Tıp Fakültesi,  
Anatomi Anabilim Dalı

Göz, özel somatik afferent duyularından biri olarak kabul edilen görme duyusunun reseptör organıdır. Göz otofokus yapan lensi diyafraam gibi çalışan irisi ve ışığa hassas film fonksiyonu gören bir fotoğraf makinasına benzetilir. Görme duyusu retinadaki fotoreseptör hücreler tarafından algılanır ve n. opticus aracılığı ile görme yollarının diğer kısımlarına iletilir. Retina ve n. opticus embriyolojik olarak diencephalonun uzantısıdır (1). Her iki gözün retinasından başlayıp oksipital kortekste sonlanan ve görme ile ilgili sinir liflerinden oluşan anatomik yollara görme yolları denir (Şekil-1). Görme yolları sağ ve sol olmak üzere iri ayrı yoldan oluşmuştur. Bu yollar chiasma bölgesinde birbiri ile temas halindedir diğer noktalarda birbirlerinden ayrı seyrederek (2).

### **Görme**

Işık kaynağından veya cisimlerden yansıyan ışınlar korneadan kırılarak geçer. Pupilladan göze girer ve lenste odaklanarak retina üzerinde bulunan macula luteaya ters olarak düşer. Burada bulunan fotoreseptörler ışık enerjisini sinir impulsuna dönüştürür. Impulslar görme yollarından iletilerek kortikal görme merkezine ulaştırılır (3).

Pupilla çapı: İrisin önemli bir işlevi karanlıkta göze giren ışığı artırırken aydınlıkta azaltmaktır. Pupilladan göze giren ışık miktarı pupilla alanı veya pupilla çapının karesi ile doğru orantılıdır. İnsan pupillasının çapı 1,5 mm kadar küçük olabileceği gibi 8 mm kadar büyük de olabilir (4).

### **Görme alanı**

Baş ve gözler sabit iken her iki gözün görebildiği alana denir. Macula luteanın gördüğü yuvarlak dar alana santral görme alanı, bu alanın çevresindeki daha geniş alana parasantral görme alanı denilmektedir. Bu alanların dışındaki ve sadece aynı taraftaki gözün görebildiği alana ise *periferik görme alanı* denir.

### **Görme yolu nöronları**

Duyu impulsları retinadan korteksteki görme merkezine 4 nöron aracılığı ile gider.

I. Nöron: Retina'daki koni ve basil hücreleridir.

II. Nöron: Fotoreseptör nöronları, ganglion hücrelerine bağlayan bipolar hücrelerdir.

III. Nöron: Pars optica retinaedan corpus geniculatum lateraleye uzanan multipolar ganglion hücrelerine denir.

IV. Nöron: Corpus geniculatum lateraleden Broadman'ın 17 no'lu alanına giden nöronlardır (3).

### **1. Görme yolları ile ilgili yapılar**

Retinadan görme merkezine kadar görme yollarına ait lifler, düzenli bir şekilde bulunur. N. opticus'ta bulunduğu tarafın retinasından gelen lifleri en iç yerleşim gösterirler. Temporal lifler dışta, nazal lifler içte, macula luteadan gelen lifler n. opticus'un ortasındadırlar (3).

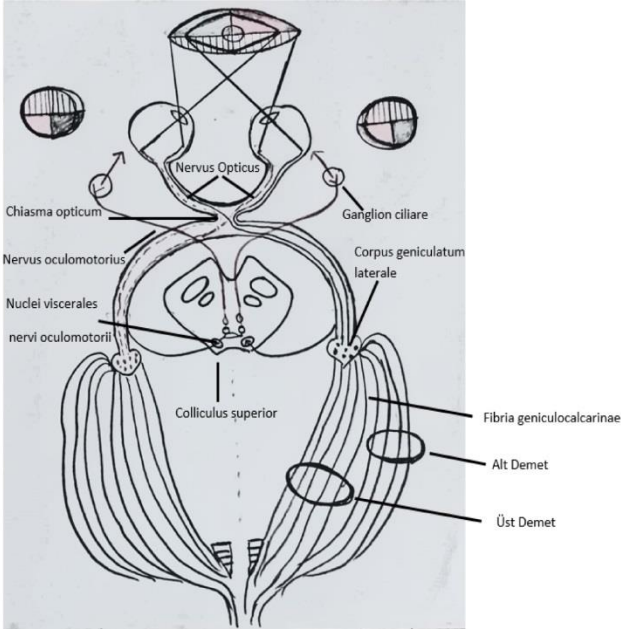
N. opticus, 3. nöron hücrelerinin, bulbus oculiden chiasma opticuma kadar olan bölümüdür. Orbitayı canalis opticustan terk ederek, fossa craniye girer.

Chiasma opticum, her iki n. opticusun nazal yarılarından gelen liflerinin çaprazlaştığı kısımdır.

Tractus opticus, 3. nöron hücrelerinin chiasma opticum'dan corpus geniculatum lateraleye kadar olan yerdir.

Corpus geniculatum laterale, thalamusun metathalamus kısmında yer alan görme ilgili çekirdektir.

Radiatio optica, corpus geniculatum lateraledeki sinir hücrelerinin aksonlarıdır. Capsula internanın pars retrolenticularinden geçerek kortikal görme merkezine Broadman 17, 18, 19. alanına projekte olur. Burada pupilla ışık refleksi lifleri yoktur (5,6). (Şekil-1).



Şekil-1. Görme yolları anatomisi

### 1.1. Işığın kırıcı yapılar

Işık kornea, humor aqueus, lens ve corpus vitreumda kırılarak macula lutea üzerine düşer. Ayrıca zonula ciliaris ve m. ciliarisler de lensin kalınlığını değiştirerek dolaylı

yoldan ışığın kırılmasını etkiler. Işığın yoğunluk olarak bu tabaklardan geçerken doğrultusunu değiştirmesi olayına kırılma (refraksiyon) denir. İki ortam arasındaki yoğunluk farkına ise kırıcılık indeksi adı verilir. Havanın kırıcılık indeksi 1.00 kabul edildiğinde korneanın kırıcılık indeksi 1.38, humor aqueus 1.33, lensin 1.40 ve corpus vitreumun ise 1.34'tür. Burada en kırıcı ortam lenstir. Ancak gözün anatomik yapısı gereği ışık ışınları en fazla havadan (indeksi 1.00) korneaya (indeksi 1.38) geçerken kırılır. Bu nedenle ışığın en çok kırıldığı yapı korneadır. Burada sadece lensin kırıcılık indeksi anlık olarak değiştirilebilir. Bu sebeple lens akomodasyon olayında büyük bir öneme sahiptir (7).

**1.1.1. Kornea:** Bulbus oculinin saydam 1/6'lık kısmıdır. Işığın en fazla kırıldığı yerdir.

**1.1.2. Humor aqueus:** Berrak alkali bir sıvıdır. Processus ciliarislerden salgılanır, camera anterior ve posterioru doldurarak schlemm kanalından emilir. Eğer bu sıvının emiliminde yetersizlik olursa intraoküler basınç artar ve bu duruma glokom denir (8).

**1.1.3. Lens:** İris ile corpus ciliare arasında bulunan ince kenarlı şeffaf yapıda elastik ince bir mercektir. Korneadan sonra ışığın kırarak görüntünün macula luteada odaklanmasını sağlar. Lensin dış kısmında capsula lentis adı verilen saydam bir yapı bulunur. Bu kapsül ile processus ciliaris arasında fibrae zonulares adı verilen ışınsal tarzda fibroelastil lifler bulunur. Yaşla birlikte lens opaklaşarak esnekliğini kaybeder. 40-45 yaşından sonra lensin elastikiyeti ve akomodasyon yeteneği azalır, bu durum presbyopis (L.presbus=yaşlı adam) denir (9).

**1.1.4. Corpus vitreum:** Göz küresinin 4/5'lik bölümünü doldurur. Ora serratanın arka bölümünde camera vitrea adı verilen boşluğu dolduran renksiz jelatinöz bir maddedir. Bulbus oculiyi içten destekler. İçeriğinin %99'unu su, geriye kalan %1'lik kısmını ise tuz, mukoprotein ve hyaluronik asit

oluşturur. Kan damarı içermez. Bu sebeple beslenmesi komşu yapılara gelen damarlardan sağlanır. Retinanın diğer bölümü olan duyuşal retinada sırayla üç ana hücre katmanı; fotoreseptör, bipolar ve gangliyon hücreleridir. Fotoreseptör hücreleri rod ve kon olmak üzere iki ayrı tipten oluşmaktadır (10) . Retinada ortalama 120 milyon rod, 8 milyon kon vardır. Rod yüksek hassasiyete sahiptir ve tek bir fotona bile cevap verir. Retinanın perifer kısmında yer alır ancak foveada bulunmaz. Loş bir ışıkta görmede görev alır. Gün ışığında ise aktif çalışan kon hücreleridir. Makula bölgesine yerleşmişlerdir ve renkli görmeden sorumludurlar. Fotoreseptör hücrelerinin dış segmenti ışığa karşı duyarlılığın, iç segmenti ise metabolik faaliyetlerin merkezidir. Bu hücrelerin dış segmentleri fotoreseptör tabakasını oluşturur. Rodlarda ince ve uzun, konlarda ise konik görünüm dış segmente aittir. Işığa hassas fotokimyasal pigmentler fotoreseptör hücrelerinin dış segmentinde bulunur. Bu pigmentler opsin adlı bir protein ile vitamin A'nın aldehidi olan retinalden oluşmaktadır. Rodlara rodopsin adı verilmektedir ve 505 nm dalga boyundaki ışığa maksimum duyarlılıktadır. Konlarda ise 440, 535 ve 565 nm dalga boylarındaki ışığa maksimum yanıt veren ve renkli görmeyi sağlayan 3 ayrı tip pigment vardır. Fotoreseptör hücrelerinin iç segmenti ise sitoplazma ve sitoplazmik organelleri içerir. Burada mitokondriler oldukça fazla sayıdadırlar ve fotoreseptör işlevi için gerekli olan enerjii sağlarlar. Fotoreseptör hücreleri Müller hücreleri denen glial hücreler aracılığı ile birbirleriyle bağlantı halindedirler. Müller hücreleri retinadaki diğer hücreler arasında da bağlantılar sağlar. Fotoreseptör hücreleri arasındaki bağlantıların oluşturduğu katmana dış limitan membran, fotoreseptör hücrelerinin nükleuslarının oluşturduğu katmana ise dış nükleer tabaka denir. Fotoreseptör hücrelerinin bipolar hücrelerle sinaps yaptıkları tabaka dış pleksiform tabakadır. Konlar on-bipolar ve off-bipolar hücreler olmak üzere iki grup bipolar hücreyle sinaps yaparlar. Foveadaki her bir

kon, kendisini bir tek gangliyon hücreğine bağlayan tek bir bipolar hücreye sahiptir. Yani foveadaki bir kon N. opticusda tek bir lif tarafından temsil edilir. Fovea dışında ise durum farklıdır. Yassı bipolar hücreler çok sayıda kon ile sinaps yaparken rod bipolar hücreleri ise çok sayıda rodla sinaps yaparlar. Dış pleksiform tabakada bulunan horizontal hücreler, rod ve konlar arasında antagonistik olarak karşılıklı etkileşmesinin düzenlenmesini sağlar. Bipolar hücrelerin nükleuslarının bulunduğu tabaka iç nükleer tabaka olarak isimlendirilir. Bipolar hücrelerin gangliyon hücreleriyle sinaps yaptıkları tabaka ise iç pleksiform tabakadır. Kon bipolar hücreleri iç pleksiform tabakada gangliyon ve amakrin hücrelerle sinaps yapar. Amakrin hücreler, negatif geri besleme ile bipolar hücreleri uyarırlar, kontrastı arttırlar. Rodlar ile sinaps yapan bipolar hücrelerin tümü on-bipolar hücrelerdir. Rod bipolarlar direkt olarak gangliyon hücreleriyle sinaps yapmaz ve amakrin hücreler aradaki bağlantıda kalması görevini yerine getirirler. Gangliyon hücrelerinin bulunduğu tabaka gangliyon hücre tabakasıdır. On- ve off-gangliyon hücreleri foveadaki küçük gangliyon hücrelerinden oluşarak ve iki paralel sistem meydana getirir. Nucleus geniculatus lateralis (NGL)'un parvosellüler tabakalarına yönelerek ve tonik ve yavaş şekilde cevap vererek, ince, detaylı görme keskinliğine ve renkli görmeye aracılık etmektedir. Harekete duyarlı olan, diğer sistem tüm retinadaki büyük gangliyon hücrelerinden meydana gelir ve NGL'un magnosellüler tabakasına yönelerek fazik ve hızlı cevap oluşturur. Stereopsiste ve akromatik kaba görüntülerde görev alır. Gangliyon hücrelerinin aksonlarının oluşturmuş olduğu tabaka sinir lifi tabakası denir. Retinayı vitreustan ayıran tabaka ise iç limitan membrandır. Retinanın vasküler beslenmesi incelendiğinde iki ana kaynak söz konusudur. Retinanın bipolar hücrelere kadar olan dış bölümü koryokapillaristen, iç kısmı ise a. centralis retinae dallarından beslenir. A. centralis retinae dallarından kaynaklanan kapillerler, iç nükleer ve sinir lifleri tabakasında

iki ayrı damar ağı oluştururlar. Retina tabakasında oksijen tüketimi karanlık ortamda fazlaca artması, fazla rod metabolizmasından kaynaklanır. Sabit oksijen tüketimi olan konlar hem karanlıkta hem aydınlıkta işlevini yerine getirir. Gangliyon hücre aksonları discus opticusu özel bir düzen içerisinde girer. Makula ile ilgili lifler discus opticusu düz bir şekilde uzanarak, makula etrafında bulunan temporal bölge lifleri yay şeklinde bir yapı göstererek discus opticusu girer. Diskin nazal bölgesinde bulunan lifleri ise yine düz bir şekilde discus opticusu uzanır. Genel olarak retinanın periferinden gelen lifler n. opticusun periferine giriş yaparlar. Discus opticusu yakın olan lifler ise n. opticusun merkezinde bulunur ve bu konumunu chiasma opticusu kadar korumaktadırlar. Makuladan gelen lifler discus opticusun temporal kısmından giriş yapar n. opticusun en merkezi bölümünde bulunur (2, 11-14).

## **1.2. Retina (Tunica interna bulbi, sinir tabaka, tunica interna)**

Nöroektodermden gelişen retina göz küresinin en iç tabakasıdır. İnsan vücudunda kan damarlarının doğrudan görülebildiği yerdir ve klinik açıdan önemlidir (3). Bulbus oculinin görme ile ilgili en iç tabakadır ve ışığa hassastır. Pars optica retinae ve pars caeca retina olmak üzere iki bölümde incelenir (5).

**1.2.1. Pars caeca retina (kör bölüm):** Ora serratanın önündeki pigmentten zengin ışığa duyarlı bölümdür. Sinir hücresi içermez. Pars ciliaris retinae, ora serrata ile iris arasında kalan kısmıdır. Pigment ve silindirik epitel hücrelerden meydana gelir. Pars iridica retinae, irisin arka yüzünde parçasıdır. Pigment ve kübik epitel hücrelerden oluşmuştur.

**1.2.2. Pars optica retinae (gören bölüm):** Ora serratadan discus nervi opticiye kadar olan bölümdür.

Burada ışığa duyarlı koni ve basil hücreleri vardır. Basiller esas olarak düşük ışıkta ve alacakaranlıkta görmeden sorumluyken, koniler gündüz ve renkli görmeden sorumludur. Koniler ise ışığın farklı dalga boylarına tepki verecek şekilde kırmızı, yeşil ve mavi koni şeklinde özelleşmiştir. Ana renkler dışında diğer renklerin tamamı bu üç koni hücresinin farklı oranlarda uyarılmasıyla algılanır. Konilerde eksik yada kusurlu bölgeler varsa o kişi o renk tonunu ayırt edemez bu durum **renk körlüğü** olarak isimlendirilir (3). Koni ve basil hücreleri ışık enerjini elektrik enerjine dönüştürerek n. opticus'a kadar ulaşmasını sağlarlar. N. opticus, retinayı discus nervi optici denilen yerden delerek terk eder. Bu bölüm ışığa duyarlıdır. Discus nervi opticinin lateralinde macula lutea denilen halka şeklinde başka bir alan vardır. Bu alanın ortasında fovea centralis denilen küçük bir çukur bulunur. Burası görmenin en keskin olduğu yerdir. Retina, discus nervi opticiden giren a. centralis retinanın dalları tarafından beslenir. Bu dallar; arteriola temporalis superior ve inferior, arteriola macularis superior ve inferior, arteriola nasalis superior ve inferior, arteriola medialis retina'dır (6).

### 1.3. Nervus Opticus

II. Kafa çifti (Görme Siniri): Görme duyası ile ilgili sinir olup, yalnızca duyu lifleri içermektedir (15). Chiasma opticus ile göz küresi arasında uzanan 5 cm uzunluğunda bir sinirdir. Beynin bir uzantısıdır. Retinadaki reseptörleri (koniler ve rodler) beyine bağlar. Retinadaki multipolar ganglion hücrelerinin aksonları retina yüzeyine paralel olarak seyir gösterir ve discus nervi optici (DNO) de birleşerek nervus opticusu oluşturur. Lamina cribrosa'daki cribrosada sklerayı delerek orbita içine girmiş olurlar. Burada lifler miyelinlidir. N. opticus, orbita içinde (S) şeklinde kıvrılır. Bu kıvrım gözün hareketleri arasında sinirin kopmasını önler (15, 16). **N. opticus** yaklaşık 1,2 milyon gangliyon hücre aksonu vardır



ve bu aksonlar 90° açı yaparak gözü terk ederler. Nervus optivus kendi içinde dört ana bölümde incelenir. Bu bölümler gözden itibaren sırasıyla göz içi, orbita içi, (optik) kanal içi ve cranium içi bölümdür. DNO'a veya papilla adı verilen göz içi bölüm n. opticus'un dışarıdan görülen tek parçasıdır. N. opticus foveanın yaklaşık olarak 3-4 mm nazal bölümünde bulunmakta ve yaklaşık yatay-dikey çapı 1.5-1.7 mm. uzunluğu ise 1 mm'dir. Fizyolojik çukurluk merkezi kısmında yer alır ve disk çapına oranı yaklaşık 0.3'tür. Bu çukurluktan ven ve arter girer ve çıkar. DNO'da 4 tipte hücre bulunur, gangliyon hücre aksonları, astrositler, kapiller ilişkili hücreler ve fibroblastlar. Bu bölümde aksonlar ortalama 200-300 küçük açıklıktan meydana gelen, scleranın lamina cribrosa denilen kısmından geçerek gözü terk etmektedirler. DNO dört katmanda incelenir (sinir lifi, prelaminar, laminar ve retrolaminar tabaka). Sinir lifi tabakası DNO'un vitreus ile temaslı parçası olup beslenmesini a. centralis retinae tarafından yapılır. Prelaminar tabaka liflerin lamina cribrosadan hemen önceki kısmını, retrolaminar tabaka ise hemen sonraki kısmını meydana getirir. N. opticus, prelaminar, laminar ve retrolaminar tabakalarının beslenmesinde aa. ciliares posteriores breves tarafından oluşturulan Zinn-Haller halkası rol oynamaktadır. Retrolaminar tabakadan sonra n. opticusun orbita içi kısmı başlar. Burada aksonlar oligodendrositlerin oluşturduğu miyelin kılıfı ile kaplanmıştır. Bu sebeple n. opticus'un çapı yaklaşık 3-3.5 mm'ye çıkmaktadır. Bu bölümde sinir yaklaşık olarak 25-30 mm uzunluğundadır ve hafif "S" harfi şeklinde bir seyir izler. Bu bölgede n. opticusun uzunluğu kişiler arasında farklı olabileceği gibi iki göz arasında bile farklı olabilir. n. opticus göz ile bağlantılı olduğu noktada a. ciliaris posterior çevrilidir. Orbita içi bölgede a. ophtalmica, n. opticusun altında seyredir. Globun yaklaşık 10 mm kadar gerisinden oftalmik arterden ayrılan santral retinal arter N. opticus içine girerek göze uzanır. N. opticus orbita arka kısmında n. oculomotoriusun alt dalı, n. abducens ve siliyer

gangliyonla komşuluk halindedir. Orbita apeksinde dört rectus kasının oluşturduğu Zinn halkasından geçerek sphenoid kemiğin küçük kanadında bulunan ve sphenoid ve etmoid sinüslerle komşuluk gösteren canalis opticus girer. Burası n. opticusun kanal içi bölümüdür. Bu bölümde sinir arkaya ve içe doğru bir yol izler. Uzunluğu yaklaşık 10 mm kadardır. Canalis opticus içinden geçen diğer oluşumlar ise a. ophthalmica ve karotiko sempatik pleksusun dallarıdır. N. opticus kanalı terk etmesinden sonra cranium içinde chiasma kadar devam eder. Bu kanal ile chiasma arasındaki bölüm cranium içi bölüm olup uzunluğu ortalama olarak 15-16 mm'dir. N. opticus, gözden itibaren başlayıp terk ettiği nokta canalis opticus kadar içten dışa doğru sırasıyla pia mater, arachnoidea ve dura mater çevrili haldedir. Cranium içi bölümde duramater cranium içindeki duramater ile devam eder. Bu nedenle n. opticus, cranium içinde sadece pia mater, arachnoidea zarları ile kaplıdır. Pia mater n. opticus içinde septalı bir yapı oluşturur ve bu zardan gelen pial arterler n. opticus'un beslenmesinde önemli görev üstlenirler. Pia mater ile hemen üstünde bulunan arachnoidmater arasındaki mesafe subaraknoid mesafe olup cranium içindeki subaraknoid mesafe ile ilişkilidir. N. opticus bu nedenle kafa içi basıncındaki artıştan direkt olarak etkilenir. N. opticusu oluşturan gangliyon hücreleri incelendiğinde bunların en az üç ayrı tip olduğu görülür. Bu hücrelerden M hücreleri (Y hücreleri) n. opticus liflerinin %5'ini meydana getirir. Büyük çaplı hücrelerin görevi ve hızlı iletim sağlamaktır. NGL'de magnosellüler tabakada sinaps yaparlar. Görsel uyarınlardaki hızlı değişimlere ait bilgilerin merkeze iletilmesini sağlarlar. Düşük uzaysal frekanslı kontrast algılanmasından sorumludurlar. P hücreleri (X hücreleri) sinir liflerinin %55'ini oluştururlar. NGL'un parvosellüler tabakasında sinaps yaparlar. Orta çaplı hücrelerdir ve orta hızlı iletimden sorumludur. Aynı zamanda yüksek uzaysal frekanslı kontrast algılanmasında rol oynarlar. W hücreleri ise N. opticus liflerinin %40'ını

oluşturur ve yavaş iletimden sorumludur. N. opticus 'un oluşturan gangliyon hücrelerinden düşük uzaysal frekansla ilgili hücreler yani M hücreleri papil ödemi, optik nöropati ve serebral lezyonlarda yüksek uzaysal frekanslı ilgilendiren gangliyon hücrelerine göre daha fazla oranda ve daha erken dönemde etkilenir. Bu nedenle düşük uzaysal frekansla ilgili tanısal testler N. opticusdaki erken dönem hasarların saptanması açısından önemlidir. N. opticusun vasküler beslenmesinden esas olarak pial arterler sorumludur. Bunun yanı sıra on. opticus iki ayrı kaynaktan daha beslenir. Bu kaynaklardan bir tanesi optik disk başında kısa aa. ciliaris posterior tarafından oluşturulan anulus tendineus communis (Zinn-Haller) halkasıdır. Bu halka discus opticus bölgesinde n. opticusun prelaminar, laminar ve retrolaminar tabakalarının beslenmesine katkıda bulunur. Diğer bir kaynak ise a. centralis retinae'dir. Bu arter de n. opticusun içine giriş yaptığı yerden discus opticus kadar olan bölümde sinir içine kılcak dallar verir (2, 9, 11, 15, 17).

#### 1.4. Chiasma Opticum

Her iki gözden gelen n. opticus birleşerek **chiasma opticum**u oluşturur. Chiasma opticum, tuberkulum sellae turcicanın ve diyafragma sellanın üzerinde yer alır.

Chiasma opticum'un komşulukları:

Üstte: ventriculus tertius'un tabanı ile

Dış yanda, a. carotis interna bifurkasyonu ve substantia perforata anterior ile,

Önde, lamina terminalis, a. communicans anterior ile,

Arkada, infundibulum, tuber cinereum, corpus mamillare

Posteriorinferior olarak, gl. pituitaria ile komşuluk yapar (15).

Chiasma opticum (CO) yaklaşık 8 mm ön-arka uzunluğuna sahip iken, yatay uzunluğu 4 mm'dir. CO'da retinaların temporal bölgelerinden gelen lifler aynı taraf tractus opticusda devam ederken, nazal bölgelerden gelen lifler

karşı tarafa geçerek yollarına diğer tarafta devam ederler. CO'da çaprazlaşan nazal liflerin alt lifleriyle ilgili özel bir durum vardır. Çaprazlaşmadan önce, bu lifler karşı tarafın n. opticusuna doğru hafif bir yay çizerek karşı tarafta yol alırlar. Alt nazal liflerin oluşturduğu bu yaya Wilbrand dizi denir. Çaprazlaşan nazal lifler, çaprazlaşmadan ilerleyen temporal liflerle birlikte tractus opticusu uzanır. CO'nun vasküler beslenmesinde a. communicans (anterior-posterior) arterlerden gelen kılcal damarlar sorumludur (2).

### **1.5. Tractus Opticus**

CO'dan itibaren optik yol aynı tarafın temporal retinal lifleri ile karşı tarafın nazal retinal liflerini içerir ve tractus opticus adı altında NGL'a doğru uzanır. İki optik tractusun başlangıç kısmında aşağıda hipofiz bezi, yukarıda üçüncü ventrikül bulunur. Tractus opticus interpedinküler sisternin içinde arkaya doğru uzanırken birbirlerinden uzaklaşırlar. Daha sonra serebral pedinküllerle devamlılık gösteren rostral orta beyinin ön kısmına uzanırlar. Mamiller cisim seviyesinde coroidal fissür içerisinde daha lateralde yer alırlar. NGL öncesinde aşağısında inkus, yukarısında internal kapsül ve lateralinde amigdala bulunur. Retinaların alt kadranlarından gelen lifler traktusun lateralinde, üst kadranlarından gelen lifler traktusun medialinde uzanır. Optik tractus NGL'a doğru yaklaştıkça her iki retinanın aynı noktayı görüntüleyen lifleri birbirlerine daha yakın seyir izlerler. Retinalardan gelen liflerin büyük bir kısmı NGL doğru uzanır ve burada sonlanır. Ancak bazı fasiküller NGL'a gelmeden önce tractus opticusdan ayrılır. Küçük bir fasikül supraoptik nükleusun iki lobu arasında ilerleyerek hipotalamusun paraventriküler nükleusunda sonlanır. Bu fasikülü oluşturan liflerle gelen görsel uyarılar paraventriküler nükleusun diüurnal ritmi düzenlemesine yardımcı olur. NGL'a gelmeden önce tractus opticusdan ayrılan bir başka fasikül ise pupilla ile ilgili lifleri taşır. Bu fasikül aracılığıyla gelen lifler NGL'nin doğru

ilerleyerek brachium colliculi superior aracılığıyla rostral mesencephalonda pretektal nükleusta sonlanırlar (2, 11).

### **1.6. Nucleus geniculatum laterale**

En büyük görsel nükleus olup talamusun bir parçasıdır. Uyarılarını, gözden gelen görsel uyarılar yanında vizüel korteks, beyin sapının oculomotor merkezi ve retiküler formasyondan alır. NGL lobus temporalis de bulunan gyrus nedeni ile dışardan görülmez. Ventriculus lateralise, yakın komşuluğu vardır. NGL altı nöron tabakasından oluşur. 1 ve 2 nolu tabaka M hücrelerinden oluşup magnosellüler tabaka, üç, dört, beş ve altı nolu tabaka ise P hücrelerinden oluşup parvosellüler tabaka ismini alır. Magnosellüler tabaka parvosellüler tabakaya göre daha büyük ve daha uniform hücrelerden oluşmuştur. NGL'a temporal retinalardan gelen çaprazlaşmamış lifler 2, 3 ve 5. tabakalara, karşı taraf nazal retinasından gelen çaprazlaşmış lifler ise birinci, dördüncü ve altıncı tabakalara doğru devam ederler. Tractus opticusun yerleşime uygun olarak retinaların alt kadrantlarından gelen lifler NGL'un lateralinde, üst kadrantlarından gelen lifler ise medialinde son bulur. Retinanın merkezinden gelen lifler NGL'un tüm tabakalarında yerleşmiş durumda iken periferik bölgelerinden gelen lifler iki magnosellüler iki de parvosellüler tabakada bulunurlar. NGL'un arka kısmında sonlanan foveadan gelen lifler ise tüm tabakalar da yer almaktadır. NGL beslenmesi a. cerebri media ve a. cerebri posterior tarafından sağlanır (2, 18, 19).

### **1.7. Radiatio optica**

Tractus opticus aracılığı ile gelip NGL'da sinaps yapan lifler yeni nöronlar aracılığı ile adı altında occipital kortekse kadar uzanarak ve burada son bulurlar. Radiatio optica retinanın alt bölgelerinden gelen uyarıları alan lifler görme korteksinin alt kısmına doğru lobus temporalisin içine

ilerleme gösterir. Bu lifler düz bir şekilde ilerlemeyip önce lobus temporalisin ön kısmına doğru bir yay çizdikten sonra occipital kortekse doğru devam eder. Burası Meyer lupu adını almaktadır. Alt makuler lifler ise lobus temporalis içinde daha düz bir seyir izler. Retinanın üst bölgelerinden gelen uyarıları alan lifler ise lobus parietalis içinde düz bir seyir izler ve GK'nın üst kısmında seyreder. Tractus opticusun ve NGL'da retinaların alt kadranlarından gelen lifler lateral yer alırken, üst kadranlarından gelen lifler medialde iken radiatio optica'da eski pozisyonuna geri dönüş yapmaktadır. Radiatio optica'nın vaskülarizasyonundan hem a. cerebri media ve a. cerebri posterior sorumludur (18).

### **1.8. Görsel Korteks (GK)**

Broadman'ın 17. alanında (görsel korteks) NGL'dan gelen lifler V1 sonlanmaktadır. Occipital korteksin arka parçası makulayı temsil eder ve nöral demetin ortalama yarısı görme keskinliğinin en yoğun olduğu fovea ve çevresinin temsil edilmesiyle ilgili olmaktadır. İnsanda primer GK ortalama kalınlığı 2 mm'dir ve pial yüzey ile beyaz madde arasında altı tabakadan meydana gelmiştir. NGL'dan gelen lifler asıl olarak dördüncü tabakada sonlanmaktadır ve buradaki tabaka da dört alt tabakaya bölünmektedir. P hücre aksonları 4Cb da M hücre aksonları ise esas olarak 4Ca da son bulur. Diğer lifler farklı tabakalarda bitmektedir. İntralaminar hücre aksonları ikinci ve üçüncü tabakada sonlanır ve buradaki damla hücreleri olarak adlandırılan hücreleri innerve eder. Temel olarak GK'da, iki farklı tipte hücre vardır. Geniş uzun dentritlerden oluşan piramidal hücrelerin, aksonları başka bölgelere projekte olur. Nonpiramidal hücreler ise küçük düz veya dikensi dentritlerle sahiptir. Piramidal ve dikensi nonpiramidal hücreler glutamat ve aspartat kullanan eksitator yapıda, düz nonpiramidal hücreler ise GABA kullanan inhibitör yapıda hücrelerdir. Görsel uyarılar NGL'dan sonra kortekse gelir, 4. tabakadaki

dikensi hücrelerden piramidal hücrelere ve aşağı-yukarı yönde diğer tabakalara yayılım gösterir. A. cerebri media, görsel korteksin vaskülarizasyonda önemli olan artertir. lobun temporalisin ucunda yer alan ve makula ile ilgili olan korteks ise hem a. cerebri media ve a. cerebri posteriorun terminal dallarından beslenir (2, 18).

GK dan birçok yerden özellikle genel motor fonksiyonu, göz hareketlerini, serebellar ve uzaysal algılamayı ve hafızayı denetleyen bölgelerden görsel veriler alır (20).

## **2. RETİNA FİZYOLOJİSİ**

Günlük yaşamımız için kritik öneme sahip olmasına rağmen, görme fonksiyonunun en yaygın ölçümü olan görme keskinliği, geniş görsel fonksiyon yelpazesinin sadece küçük bir bölümünü test eden nispeten kaba ve dar bir ölçümdür. Görme keskinliği, uzayda ayrılmış iki uyarıyı arka plana göre yüksek kontrastta ayırt etme yeteneğinin ölçümüdür. Görme keskinliği, belirli bir mesafede ve yüksek kontrastta minimum çözünürlük açısının (çözülen en küçük harfler) tersi olarak temsil edilir (21). Kortikal merkezlerin kontrolünde, görme keskinliğinin gelişmesi, beyinde sağlanır. Burada, retinaya gelen görüntü, dış dünyada algılanması gereken şekle dönüştürülür. Son görüntü, algılayıştan farklı olabilir. Bu algılayış, görme alanları dışından gelen ve hafızada kayıtlı olan bilgilerle birlikte işlenerek değişime uğrar (20). İnsanda görme gücü belirlemede iki kavram ön plana çıkmaktadır. Bir imajın oluşturulmasında, ışığın retinaya odaklanması için gereken ışık refraksiyon sistemlerini içeren fizyolojik optik sistem ikincisi retina ve beynin görme stimuluslarını nörolojik olarak işlemesi (20)

Dış retinada bulunan fotoreseptör hücrelerinin ışık sinyalini alır almaz, görme işlevi, tetiklenir. Bu hücreler, gelen ışık enerjisini görme stimulusuna dönüştürerek bu stimulus bipolar hücreler ve daha sonra ganglion hücrelerine iletir.

Ganglion hücrelerinin aksonlarından, oluşan n. opticus mesajları lateral genikulat nükleusa (NGL) aktarılarak, n. opticus, chisma opticumda %50 çapraz yaptıktan sonra tractus opticusu oluşturur. NGL de olan, serebral kortekse kadar uzanan nöronla sinaptik temasla sinyaller görsel veya striat kortekse (V1) kadar aktarılır. Burada sinyaller prestriate korteksteki (V3-V5) kortikal hücrelerden gelen birçok bağlantıyla etkinleşirler ve son algılanan görüntünün oluşturulması için sinyaller ya işlenir ya da başka yere dağıtılır. Görme korteksinin görsel verilerin aldığı bölgeler çoktur (Hafızayı denetleyen bölgeler, göz hareketlerini, serebellar ve uzaysal algılamayı ve genel motor fonksiyon). Biyofizik açıdan bakıldığında, bir fotoreseptörün teorik olarak tek bir ışık fotonu algılama kapasitesine sahiptir ama limitleri stimulusun niteliklerine ve fotoreseptörün bulunduğu yere bağlı olarak değişir. Retinadaki bütün bölgelerin fonksiyonu, ışığı algılamaktır. Fakat foveal bölge ise, yüksek uzaysal çözünürlüğü olan (visual acuity) ve yavaş aktarım sağlayan gangliyon hücrelerinin (parvosellüler veya P sistemi) görev yaptığı renk algılamadır, tersine, luminans ve hareket algılamasında büyük hızlı aktarım sağlayan gangliyon hücreleri (magnosellüler veya M sistemi) etkindir. Bu hücreler retinada P hücrelerinin yer almadığı yerleri işgal eden hücrelerdir. Bu sebeple onlar bütün görme alanından bilgi toplayabilirler. Bir nöron, bir görme stimulusunu algılayabilecek yeterliliğe sahiptir. Güçlü görmek için, bilinçlilik, uyanıklık ve ayrıntılarda dikkatin toplanması temeldir. Bunlar farklı stimuluslara göre değişim göstermektedir. Bununla birlikte, hareket eden bir nesnenin stimulusu ile bir nesnenin rengini algılama sürelerinin farklı olduğu bilinmektedir. Sabit bir hedef veya bir nesnenin algılanması, bu nesnenin parlaklığı ile ortam parlaklığının farkı ile ilişkilidir. Bu sebeple bir hedefin algılanma seviyesi reseptörlerin uzaysal çözünürlüğüne ve stimüle edilen reseptörlerin birbirleriyle anatomik durumlarına bağlı olmaktadır. Uzaysal çözünürlük foveada en yüksek ve



periferal retinaya doğru şiddetle azalım göstermektedir. Bu durum, görme alanındaki değişik merkezlerdeki sapmalar, oradaki algılama eşik seviyelerinin farklı olması ile gösterilmektedir (20, 22).

### **2.1. Görmede Vitamin A Siklusu**

Görsel sistemler, bir kromoforun fotoizomerizasyonunun, omurgalı retinasında çubuk ve kon fotoreseptör hücreleri olarak bilinen duyuşal nöronlardan bir nörotransmitterin salınması üzerindeki etkisini izleyerek ışığı algılar. Bilinen tüm görsel sistemlerde, kromofor, opsin adı verilen bir protein ile komplekslenmiş 11-cis-retinaldir ve fotoizomerizasyon, all-trans-retinal üretir. Memelilerde, fotoizomerizasyonu takiben 11-cis-retinal rejenerasyonu, termal olarak yönlendirilen bir izomerizasyon reaksiyonu ile gerçekleşir. Hücreleri, görsel süreç için gerekli olan A vitamininin aldehit formlarının toksisitesinden korumak için rejenerasyon sırasında ek reaksiyonlar gereklidir. Rodlardaki ve konlardaki fotokimyasal ve fototransdüksiyon reaksiyonları aynıdır; Bununla birlikte, rod ve kon görsel pigment rejenerasyon döngülerinin reaksiyonları farklıdır ve şaşırtıcı bir şekilde, rod ve kon rejenerasyon döngüleri, all-trans-11-cis-retinoide dönüştürülmesinde yer alan enerji bariyerinin üstesinden gelmek için farklı mekanizmalar kullanıyor gibi görünmektedir. Rod rejenerasyon döngüsünde all-trans-retinalin anormal işlenmesi retina dejenerasyonuna yol açar, bu da retinoidin kendisinin veya türevlerinin aşırı miktarlarının toksik olduğunu düşündürür. Bu akıl yürütme çizgisi, kalıtsal retina hastalıklarında ve belki de makula dejenerasyonunun kuru formunda (coğrafi atrofi) retina dejenerasyonunu geciktirmek veya önlemek için olası bir terapötik yaklaşım olarak çubuk görsel siklusun aktivitesini değiştirmek için çeşitli yaklaşımların geliştirilmesine yol açmıştır (23).

### Özet olarak:

- Beta-karoten, iki all-trans retinol molekülü içermektedir ve vitamin A beta-karoten şeklinde alınmaktadır. Retinol esterleştirilerek karaciğerde depolanır
- Retinol ve retinallar, hücre lipid membranlarında çözünür ve hasara uğratırlar. En az toksik formları esterler olarak bilinir. Retinoidler aköz solüsyonlarda çözünmeyen hidrofobik moleküller olarak karşımıza çıkar.
- Işık absorpsiyonu, retinal 11-12-cis çift bağını koparır ve daha stabil all-trans formuna dönüştürür. All-trans retinal opsine bağlanamaz. Yeniden RPE'ne geçerek reizomerize olur.
- RPE'inde all-trans retinol, bir dizi işlemle 11-cis retinale dönüşür. Bu molekül dış segmente girerek, özel bir proteinle (rodopsin, kon opsin) birleşir (24, 25).

### **2.2. Fototransdüksiyon**

- Ortam karanlık ise dış segmente pasif olarak sodyum akımı bulunur. Sodyum iç segmentten aktif olarak dışarı atılır ve bu duruma karanlık akımı denilir.
- Fototransdüksiyonda ilk aşama ışık etkisiyle 11-12-cis bağının birbirinden ayrılmasıdır. Bu olay opsini aktifleştirir. Aktif opsin, diğer bir membran proteini transdusini aktifleştirir. Bu da PDE enzimini aktifleştirerek, cGMP'yi nonsiklik formuna çevirmektedir.
- Karanlıkta dış segmentte yüksek cGMP düzeyleri vardır. Bu düzey sodyum kanallarını açık tutar ve nonsiklik formuna dönüşünce kanallar kapanmaktadır. Dış segmente sodyum giremez.
- Transdüksiyon hızını kontrol altında tutan, ters yönde çalışan mekanizmalar vardır.
- Konlar parlak aydınlatma karşısında sürekli olarak cevap verebilir. Rodların doygunluğu saatler sürebilmektedir (12, 24, 25).

### **2.3. Fotoreseptör Elektrofizyolojisi**

Işığa karşı uyarıcı (depolarize) bir cevap oluşması fotoreseptörde, inhibe (hiperpolarize) edici bir cevap daha çok meydana getirir. Bu durum salgılandığı nörotransmitter miktarını azaltır. Konlar geniş bir aksiyon potansiyeli aralığını korurken rodlar daha düşük düzeyde doymuş durumlarda kalır ve membran potansiyeli -80 mV ile +20 mV arasında bulunmaktadır. Retinada oksijen tüketimi karanlıkta oldukça artması, sayıca fazla rod metabolizması ile ilişkilidir. Konlar ise hem karanlıkta hem aydınlıkta sabit oksijen tüketimi yaparlar. Dış pleksiform tabaka: Konlar, iki grup bipolar hücreyle sinaps yaparlar (on-bipolar ve off-bipolar). Rodlar ve konlar arasında antagonistik karşılıklı etkileşme horizontal hücrelerin düzenlemesi sonucu görülür. İç pleksiform tabaka: Kon bipolar hücreleri burada gangliyon ve amakrin hücreleriyle sinaps yapmaktadır. Bu hücreler negatif feedbackle bipolar hücreleri modüle ederek, kontrasti arttırmasını sağlarlar. Rodlardaki bipolar hücrelerin tümü on-bipolar özelliğe sahiptir. Rod bipolarlar, direkt olarak gangliyon hücresiyle sinaps yapmaz ve amakrin hücreler ile bağlantıda kalır. Gangliyon hücreleri tabakası, on- ve off-gangliyon hücreleri iki paralel sistem meydana getirir. Sistemlerden biri foveadaki küçük gangliyon hücrelerinden oluşarak, NGL'un parvosellüler tabakalarına yönelerek, tonik ve yavaş şekilde cevap vermesi ile ince, detaylı görme keskinliğine renkli görmede aracılık yapar. Tüm retinadaki büyük gangliyon hücrelerinden oluşan sistem ise diğer sistemdir. NGL un magnosellüler tabakalarına yönelerek fazik ve hızlı cevap meydana getirir ve harekete duyarlıdır ayrıca akromatik kaba görüntülerde ve stereopsiste rol alır (22, 26).

### **2.4. Görmenin Fotokimyası**

Rod ve konlar, ışığın etkisiyle yapıları değişen kimyasal maddeler içlerinde barındır ve bu değişiklik gözden çıkan sinir liflerinin uyarılmasını sağlamaktadır. Bu kimyasal

madde rodlarda, rodopsin; konlarda ise kon pigmentleri veya renk pigmentleri ismini alır. Rodopsinin fotokimyası açıklandığında aynı açıklamalar kon pigmentleri içinde geçerlidir. Rodların Uyarılması ve Rodopsin, retinada rod dış segmenti, skotopsin ile özel formda olan 11-cis retinalin birleşiminden oluşan yoğun rodopsin (görme moru) içerir. Işık enerjisi, rodopsin birleşimindeki 11-cis retinali, all-trans formuna dönüştürür. Kısa bir süre içinde, all-trans retinal skotopsinden kısmen ayrılır ve batorodopsin oluşur. Bu bileşim çok kararsız olan lumirodopsine yıkılır. Bu da önce metarodopsin I'e ve daha sonra metarodopsin II (aktif rodopsin) ye son olarak da skotopsin ve all-trans retinalin ürünlerine dönüşür (12, 22, 25, 26).

Rodopsinin yeniden oluşumu all-trans retinalin 11-cis retinale dönüşmesidir. Bu dönemde enerji gereklidir ve retinal izomeraz katalizörüne ihtiyaç duymaktadır. 11-cis retinalin oluşumu ile yeni bir döngü başlar. Diğer bir yol da all-trans retinalin bir A vitamin formu olan all-trans retinole dönüşmesi ile gerçekleşmektedir. Rod reseptör potansiyeli hiperpolarizasyon şeklindedir. Rodun uyarılması ile negatif yük artışı nedeniyle hiperpolarizasyon oluşur. Rod içinde rodopsin parçalanırken rodun dış segment zarının sodyum geçirgenliği azalmaktadır. İç segment sodyum iyonlarını dışarı göndererek negatif potansiyel oluşturur. Fotoreseptör disklerin bulunduğu dış segmentte ise rod zarı karanlıkta sodyum iyonlarını hücre dışına sızdırır. Tüm hücre içindeki negatif durumu dengeler. Rodun uyarılmadığı normal karanlık koşullarında, rodun iç kısmında -40 mV'lük negatif elektriksel yük bulunur (12, 22, 25, 26).

Rodun dış segmentindeki rodopsin ışık ile karşılaşınca sodyumun dıştan içe geçirgenliği azaltmaktadır. Sodyum iç segmentten dışa pompalanmaya devam ederek, sodyum kaybı iç kısımdaki negatifliğin artmasına ve hiperpolarizasyonun artmasına sebep olmaktadır (12, 22, 25, 26).

Rodopsin parçalandığı zaman sodyum geçirgenliği nasıl azaldığını şu mekanizma ile açıklayabiliriz. Tek bir ışık fotonu, ölçülebilir reseptör potansiyeline sebebiyet verir. Fotoreseptörler uyarılma etkilerini arttıran kimyasal bir zincir oluşturmaktadır. Foton öncelikle 11-cis retinal kısmındaki bir elektronu aktifleştirir. Rodopsinin aktif formu olan ve normalde inaktif durumda bulunan birçok transdüsün molekülünü aktive eden enzim gibi davranan metarodopsin II oluşur. Aktif transdüsün çok fazla sayıda fosfodiesteraz molekülünü aktive eder. Aktif fosfodiesteraz, siklik guanozin monofosfat (CGMP) molekülünü yıkıma uğratar. CGMP, yıkım öncesinde rodun dış membranındaki sodyum kanal proteinlerine bağlıdır ve kanalları açık tutmaktadır. Işığın etkisiyle cGMP hidrolize olur ve kanal kapıları kapanır. Rodopsinin aktivasyonu kapanan kapı sayısına bağlı olup kapılar kapanınca sodyum hareket edemez. Rodaların uyarılması sodyum akımının azalması ile gerçekleşir. Bir saniyede rodopsinkinaz, aktif rodopsini inaktif hale getirerek zincir akışını tersine işleterek sodyum kanallarını normal durumuna getirir. Bu durum rodların karanlık koşullardaki aşırı duyarlılığını açıklar. Konların ışığa duyarlılığı yaklaşık 300 kez azdır. Bu renkli görme için yeterlidir (12, 22, 25, 26).

## 2.5. Renkli Görme

Rodlardaki fotopsinin konlardaki skotopsinden farklı olması dışında, fotokimyasal maddelerin birleşimi fotopsin ile benzerlik gösterir. Rodlarda görme pigmentlerinin retinal kısmı, konlardaki ile aynıdır. Konlarda renge duyarlı pigmentler retinal ve fotopsinlerin birleşiminden oluşur. Her bir farklı kon tipinde renk pigmentinden sadece biri vardır. Bu durum konları kırmızı (570 nm), yeşil (535 nm) veya mavi (445 nm), renklerinden birine seçici duruma getirir. Farklı dalga boylarındaki ışığa konlar hassastır. Ganglion hücrelerine mesajlar, farklı konlar tarafından iletilir ve farklı renklere ait mesajlar ile korkteksi haberdar eder. Ara

renklerin seçilmesi ise bu renklerin değişik konuları değişik oranda uyarmalarına bağlı olarak gerçekleşir. Her 3 konun eşit oranda uyarılması beyaz ışık olarak algılanır (20, 26).

## **2.6. Retinada görüntünün oluşumu:**

Göz vücudun penceresidir (27). Cam bir mercekle görüntüyü bir kağıt parçası üzerine odaklaması ile kağıt parçası üzerine odaklaması ile aynı şekilde gözün mercekle sistemi de görüntüyü retina üzerine odaklar. Görüntü nesneye göre ters çevrilmiştir. Ancak beyin bu görüntüyü doğru konumlarında algılar (4). Görme için, dış ve iç dünya arasında veya distal ve proksimal uyarılar arasındaki ilk aracılık aşaması, gözün optik bir cihaz olarak çalışmasıdır. Fiziksel nesne alanını, distal uyarıyı, retinadaki görüntüsüne, proksimal uyarıya dönüştürür (28).

Net bir görüntünün oluşması için, ışığın kornea ve lenste düzgün olarak kırılması ve retinaya doğru yol alması gerekmektedir. Işık bu ortamlardan geçerken kırılmasına 'refraksiyon' denilmektedir. Bulanık görmenin nedeni, ışığın kornea ya da lenste uygun olmayan bir şekilde kırılarak hatalı fokus/netleme meydana getirmesidir. Bu durum 'refraksiyon kusuru' ya da 'refraksiyon hatası' olarak adlandırılır. Miyopi, astigmatizma, hipermetropi ve presbiyopi refraksiyon kusurları olarak bilinir. Kontakt lensler ve gözlük ışığın düzgün olarak retina üzerine odaklanmasına olanak verir. 40 yaşından sonra göz içi lensinde sertlik meydana gelir. Kişi yakın bir yeri görmeye ve okuma yaparken zorlanmaya başlar. Yaşa bağlı oluşan bu duruma presbiyopi adı verilmektedir (29).

## KAYNAKÇA

1. Taner D. Fonksiyonel Nöroanatomi. Oddü Geliştirme Vakfı Yayıncılık ve İletişim A.Ş. Yayınları 2002; 206-18.
2. Büttner-Ennever JA. Anatomy of the oculomotor system. Developments in Ophthalmology 2007; 40, 1-14.
3. Orhan T, Ayda D. OrganumVısus (Görme Organı). Sistematik Anatomi. İzmir Güven Kitabevi 2003; 869-91.
4. Guyton, A.C., Hall, J.E., Tıbbi Fizyoloji, Nobel Tıp Kitapevi, 12. Baskı, İstanbul., 2013; 635-88.
5. Gökmen FG. Sistematik anatomi, İzmir, Güven Kitabevi,: 2003;97(8):147.
6. Bilir A. Göz ve Görme Yolları. Dış Hekimliği Öğrenciler İçin Anatomi: Nobel Akademik yayıncılık; 2022; 215-21.
7. Yalçın G. Temel Fizyoloji: İstanbul Tıp Kitapevleri; 2022; 80-106.
8. Mehmet Y. Resimli Sistemik Anatomi: Nobel Kitapevi; 2014; 922-33.
9. Y. M. Topografik Anatomi: Nobel Tıp Kitapevleri; 2014; 442-57.
10. Sibel İ. Retina anatomisi. Kocatepe Tıp Dergisi. 2014;15(3):355-9.
11. Bajandas FJ, Lanning B. Nöro-oftalmoloji, Ch 8. Kansu T (Çeviri Editörü), Atabay Ç. Hacettepe Üniversitesi Yayınları 1993. 115-27.
12. Berson DM. Strange vision: Ganglion cells as circadian photoreceptors. Trends in Neurosciences. 2003;26(6):314-20.
13. Malkoç İ. Göz Küresinin Tabakaları: Anatomik ve Histolojik Bir Derleme. Eurasian J Med. 2006;38:124-9.
14. Salmon JF. Kanski's Klinik Oftalmoloji; Sistemik Bir Yaklaşım Dokuzuncu Baskı (2020) Elsevier Health Sciences; Y., Aydın Akova, O.,Dönmez, Çev. Ed., Güneş Tıp Kitabevleri, Ankara, 2020; 556-60.
15. Yasin A. Her Yönüyle Anatomi: İstanbul Tıp Kitapevleri; 2019; 595-617.

16. Dere F. Fonksiyonel Nöroloji. Atlaslı Nöoanatomî: Nobel Tıp Kitapevleri; 2012.; 399.
17. Hamilton SR. Neuro-ophthalmology of eye-movement disorders. Current Opinion in Ophthalmology. 1999;10(6):405-10.
18. Steinmetz III CG. Practical anatomy and physiology of the eye and orbit. Occupational Health Nursing. 1981;29(6):7-9.
19. De Moraes CG. Anatomy of the visual pathways. Journal of Glaucoma. 2013;22:2-7.
20. Aydın Akova Y, Aydın O'dwyer P, editörler. Temel Göz Hastalıkları. 3. baskı. Güneş Tıp Kitapevi; 2015.; 931-40.
21. Kniestedt C, Stamper RL. Visual acuity and its measurement. Ophthalmology Clinics of North America. 2003;16(2):155-70.
22. Clifford CW, Webster MA, Stanley GB, et al. Visual adaptation: Neural, psychological and computational aspects. Vision research. 2007;47(25):3125-31.
23. Saari JC. Vitamin A and Vision. Sub-Cellular Biochemistry. 2016;81:231-59.
24. Fu Y, Zhong H, Wang M-HH, et al. Intrinsically photosensitive retinal ganglion cells detect light with a vitamin A-based photopigment, melanopsin. Proceedings of the National Academy of Sciences. 2005;102(29):10339-44
25. Barlow HB. Dark-adaptation: a new hypothesis. Vision research. 1964;4(1-2):47-58.
26. Khonsary SA. Guyton and Hall: textbook of medical physiology. Surgical neurology international. 2017;8.
27. Tarım Ö. Göz ve Endokrinoloji. Güncel Pediatri. 2007;5(1):18-22.
28. Westheimer G. Specifying and controlling the optical image on the human retina. Progress in retinal and eye research. 2006;25(1):19-42.
29. Akdağ AE. Çok Odaklı Lenslerin Özellikleri ve Avantajları. Tek Bil Der. 2017;7(1):1-5.



## BÖLÜM 2

### GÖRME KESKİNLİĞİ

**Dr. Deniz Bağcı**

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi,  
Göz Hastalıkları Anabilim Dalı

**Doç. Dr. Elif Demirkılınç Biler**

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi,  
Göz Hastalıkları Anabilim Dalı

Görme keskinliği ölçümü her gün, tüm tarama, izlem ve refraksiyon muayenelerinde birçok kez tekrarlanır. Araştırmalarda doğru ölçüm değerlerini kullanılabilmek için belli fizyolojik özellikler göz önüne alınmalı ve test kurallarına uyulmalıdır (1).

Görme keskinliği testi, kapsamlı bir oftalmolojik muayenenin sadece bir parçasını oluşturur. Görme keskinliği testinde amaç, görüşün netliğini veya keskinliğini saptamaktır. (2) Görme fonksiyonunun ölçümü için birçok yöntem mevcuttur. Hedefin arka plandan ayırt edilebilmesi için gerekli minimum parlaklığın ölçümü minimum görülebilen eşik değeri; iki farklı cismin ayırt edilebilmesi için gerekli en küçük görme açısı minimum ayırt edilebilen eşik değeri; iki sıranın hizaları arasında saptanabilir en küçük miktar ise vernier görme keskinliği olarak adlandırılır. Bir hastanın giderek küçülen boyutlardaki harf veya şekilleri (optotip; tanınabilir harfler veya semboller) tanıyabilme yeteneğine minimum tanınabilen eşik değeri denir ve snellen görme keskinliği klinik pratikte en çok kullanılan çeşittir (3). Mükemmel görme keskinliğinin varlığı, muayene eden kişiye, oküler ortamın net olduğunu, görüntünün net bir şekilde retinaya odaklandığını, afferent görme yolunun çalıştığını ve görsel korteksin alınan sinyalleri uygun şekilde yorumladığını ifade eder (4).

Doğal ve yapay kaynaklardan salınan ve çevredeki objeler tarafından yansıtılan, görme için gerekli olan uyarı, elektromanyetik spektrumda 380-760 nm dalga boyları arasında yer alan ışıktır. Normal bir insan gözü ancak aralarında 1 dakikalık açı bulunan iki noktayı birbirinden ayırt edebilir. Örnek verecek olursak, bir cismin görülebilmesi için o cismin iki ucundan gelen ışık ışınlarından her birinin retinada ayrı bir kon üzerine düşmesi ve iki noktanın ayrı ayrı görülebilmesi için de arada uyarılmamış bir kon olması gereklidir. Cisimlerden bu şekilde gelen ışınların nodal noktada (Nodal nokta diyoptrik sistemde sıklıkla tek nokta olarak kabul edilir. İki noktadan oluşmuştur ve korneanın 7mm posteriorunda, lensin posterior yüzüne yakın teorik bir noktadır. Işınların buradan kırılmadan geçtikleri kabul görür) meydana getirdikleri açı 1 dakika olarak kabul görür ve minimum görme açısı olarak adlandırılmaktadır (1, 3).

Snellen görme keskinliği, harfin bir bütün olarak 5 açı dakikalık bir açığa, her bir çizgisi ise 1 açı dakikaya karşılık gelecek şekilde yapılmış test harfleri ile ölçülür. Farklı büyüklükteki harfler 5 dakikalık bir açığa karşılık gelecekleri mesafeye göre tasarlanırlar. Snellen eşeli görme keskinliğini açısal olarak ölçmek üzere tasarlanmıştır. Görme keskinliğini açısal ölçüm yerine, payın test mesafesi (feet veya metre cinsinden) paydanın ise harfin 5 dakikalık standart görme açısına denk geldiği mesafe olduğu sistemin kullanılmasıdır. Bu nedenle 6/6 sırasındaki (feet için 20/20) harfler, 6 metre mesafeden bakıldığında 5 dakikalık açığa karşılık gelirler. 6/12 sırasındaki (feet için 20/40) harfler 6 metre mesafeden bakıldığında 10 dakikalık, 12 metre mesafesinden bakıldığında ise 5 dakikalık açığa karşılık gelirler. Snellen kesrinin, rezolüsyon veya tanımanın minimum açısında (MAR) ve rezolüsyon veya tanımanın minimum açısının 10 tabanında logaritmasında (logMAR) karşılığı Tablo-1'de verilmiştir (3).

**Tablo-1.** Görme eşeli eşdeğer ölçümleri

Snellen			
20 Feet	6 Metre	LogMAR	Ondalık
20/200	6/60	1,00	0,10
20/160	6/48	0,90	0,125
20/125	6/38	0,80	0,16
20/100	6/30	0,70	0,20
20/80	6/24	0,60	0,25
20/63	6/20	0,50	0,32
20/50	6/15	0,40	0,40
20/40	6/12	0,30	0,50
20/32	6/10	0,20	0,63
20/25	6/7,5	0,10	0,80
20/20	6/6	0,00	1,0
20/16	6/5	-0,10	1,25
20/12,5	6/3,75	-0,20	1,60
20/10	6/3	-0,30	2,0

Görme keskinliği; belirli bir uzaklıktan en küçük objenin görülebilmesidir ve bu mesafe metrik sistem kullanmayan ülkelerde 20 feet (1 foot = 30 cm) cm kullanan ülkelerde 6 metre, olarak tanımlanmıştır. 6 metreden uzaktaki bir cisimden gelen ışınlar paralel kabul edilir ve hemen hemen akomodasyon gerektirmeden makula üzerinde görüntü oluşturabilirler; Uzunluğu 6 metreden az olan muayene odalarında ayna veya projeksiyon sistemlerine bu nedenle başvurulur (1, 2).

## **1. Görme Keskinliğini Etkileyen Faktörler:**

Görme keskinliği ölçümü subjektif bir testtir. Çevresel faktörlerden etkilenir. Ölçüm yapılan ortam sessiz olmalıdır ve dikkat dağıtıcı olmamalıdır. Eşel hastanın göz hizasında olmalıdır. Doğru bir ölçüm için bazı faktörler optimum koşullara getirilmelidir (1).

Bu faktörler:

### **1.1. Luminans**

Bugün kullandığımız eşeller direkt, retroilluminasyon veya projeksiyon yöntemi ile aydınlatılmaktadır. Kullanılan yöntemde eşelin luminansının sabit olmasına dikkat edilmesi gerekir. Tozlanma, soluklaşma ve birçok çevresel faktör kontrast ve luminansın değişmesi nedeniyle farklı ölçümlere neden olabilir. Muayene odası, eşel aydınlığının 1/5'i kadar aydınlatılmış olmalıdır. Karanlık alanda yapılan ölçümlerde, yüksek kontrast veya luminans nedeniyle görme keskinliği daha yüksek ölçülebilir (1).

Standart görme keskinliği ölçümünde optimum luminansın, yaşa bağlı makula dejenerasyonunun bir alt tipi olan coğrafik atrofide bazı makulopatilerde, kon-rod distrofileri dahil olmak üzere kalıtsal retinal hastalıklarında erken hastalık değişikliklerini saptamada daha duysuz olduğu gösterilmiştir. Bu nedenle, düşük luminans ve düşük luminans defisiti dahil olmak üzere başka luminans değerlerinde görsel fonksiyon testleri geliştirilmiştir (5).

### **1.2. Kontrast**

Görme fonksiyonun ölçümünde çoğu kez gerekenden daha az önem verilen bir değişken olan arka plana göre optotipin kontrastıdır. İyi bir aydınlatmanın kitap okumayı kolaylaştırmasının bir nedeni, daha fazla ışığın daha parlak bir arka plan yaratması ve böylece sayfadaki siyah harfler ile daha fazla bir kontrastın oluşmasıdır (3). Kontrast, test hedefi (T) ve zemin (Z) luminansının birbirine oranıdır. Yani  $(T-Z) / (Z+T)$  olarak ifade edilebilir. Harflerin mükemmel bir siyah

mürekkep (tümüyle yansıtmayan) ile yazıldığı bir mükemmel beyazlıktaki (%100 yansıtan) bir sayfada, kontrast %100'dür (3). Kontrastın artışıyla görme keskinliğinin arttığı gösterilmiştir. Snellen görme keskinliğini ölçerken biz, görme sistemi tarafından %100 kontrastta algılanabilen en küçük optotipi ölçeriz. Günlük hayatımızda %100 kontrasta nadir rastlarız. Çoğu görsel iş daha düşük kontrastlı ortamlarda uygulanabilir (3). Klinik ölçümlerde 0.84'ün minimum kontrast düzeyi olduğu tespit edilmiştir (1,6).

### **1.3. Optotip çeşidi**

Optotipler eşdeğer zorlukta olmalıdır. Farklı optotipler içeren eşellerde elde edilen ölçümler birbiriyle kıyaslanamayabilir (1).

### **1.4. Yakın konturların etkisi ve "crowding fenomeni"**

Optotipler tek başına gösterildiğinde grup halinde gösterildiğinden, daha yüksek görme keskinlikleri elde edilebilir. Bu duruma "crowding fenomeni" denir ve normal kişilerde, organik patolojilerde ve ambliyopide gözlenebilmektedir (7).

### **1.5. Prezantasyon süresi**

Optotip 0,1-0,5 sn aralığından daha uzun gösterildiğinde görme keskinliği değişmez, ama süre kısaltıldıkça görme keskinliği azalır (8).

### **1.6. Hastayla ilgili faktörler**

Görme keskinliği hastanın yaşına, refraksiyon kusuruna ve pupil büyüklüğüne göre farklılık gösterebilir. Örneğin pupil büyüklüğü 2,5-6 mm arasındayken görme keskinliği sabit kalırken, 6 mm üzerinde sapmalar gözlenir (9).

## 2. Görme Eşellerinin Sınıflandırılması

1800'lerde, farklı optotiplere sahip görme keskinliği eşellerinin oluşturulmasına bununla beraber görsel testi standartlaştırmaya yönelindi. Bugün ilk ve hala en yaygın olarak Snellen eşeli kullanılır. O zamanlar geliştirilen diğer test eşelleri arasında Tumbling E eşeli, Landolt C eşeli ve Allen eşeli yer alır. Daha yakın zamanlarda, LogMAR eşeli (ETDRS eşeli olarak da bilinir) rağbet kazanmıştır. LogMAR eşeli, diğer görme keskinliği eşellerine kıyasla daha doğru sonuçlar verir ve sonuçların görme analizinde daha kolay kullanılması, klinik çalışmalarda tercih edilen eşel olmasını sağlar (10).

### Görme fonksiyonunun keskinlik tanımlamaları

Saptama Keskinliği:

Kişinin görebileceği minimum uyarının saptanmasıdır. Basit bir cismin homojen bir zeminde görülüp görülemediği saptanır. Parlaklık ayırımının bir örneği olup, iki farklı kaynak arasındaki parlaklık farkını saptayabilme yetisidir. Işık kaynakları arasındaki mesafe değil, zemin ile obje arasındaki parlaklık farkı önemsendiği için ayırımın uzaysal boyutu değerlendirilmemektedir. Uyarının kontrastı önemlidir (1, 11). Görme alanı cihazında farklı şiddetlerde yanan test ışıkları, parlaklık eşiğinin önem taşıdığı örneklerdir (11).

Algılayabilme Keskinliği:

Homojen bir zemin üzerinde bulunan nokta- çizgi tarzındaki ince objelerin algılanabilirliği incelenir. Objenin tanınması ya da ayırt edilebilmesi değil, sadece saptanması gerekli görülmektedir. Bu kez saptanan obje ışık saçmıyor olup, parlaklıktan değil aydınlanmadan söz edilmektedir. Zeminin aydınlığı, obje nedeniyle azalmakta, azalan aydınlık ile oluşan farklılık saptanmaktadır. Beyaz zemin üzerindeki siyah bir çizginin fark edilebilmesi için zeminden göze gelen enerjinin en azından % 1 oranında azalmış olması gerekir. Avucumuzda bulunan bilyeleri, test etmek istediğimiz çocuğun önünde, tutmasına olanak verecek şekilde

göstermemiz, bu keskinliğin saptanmasına yönelik klinik bir test örneği olarak söylenebilir.

Ayrıntıları ayırt edebilme keskinliği:

Objelerin aralarındaki en küçük açığı ayırt edebilmektir. Objenin kontrastına ve foveadaki fotoreseptör hücrelerin yerleşim yoğunluğuna bağlıdır. İki nokta ayrımı, Landolt C ayrımı, E harf testi, ızgara (=parmaklık) desenlerine dayalı görme keskinliği ayırt edebilme keskinliğinin klinik örnekleri olarak sayılabilir. Ayırt edebilme keskinliği ile ilgili eşik değerlere "çözünürlük eşiği" denir. Gösterilen test objelerinin şekilleri test edilen kişiye önceden bildirilir, kişinin bu şekil için özellikle belirlemesi gereken ayrıntı sorgulanır. E harfi (Tarak) ne tarafa dönük, C harfinin açıklığı ne tarafta, parmaklık deseni hangi doğrultuda gibi (3).

Vernier Keskinliği (Yerleşim, Hizalama Keskinliği):

İki çizgi ya da noktanın aynı doğrultuda olmadığını ayırt edebilme keskinliği (vernier keskinliği) gözümüzün en duyarlı olduğu görme keskinliği türüdür (3). (Bakınız bölüm 7)

Tanıma Keskinliği:

Klinik uygulamada en çok yer bulan görme keskinliği ölçüm yöntemidir. Hastaların sıklıkla adına optotip denen ve giderek küçülen boyutlardaki harf ve şekilleri tanıyabilme yetisi ölçülür. Tanınabilen en küçük boydaki optotipin retinaya geliş açısı, görme keskinliğinin ölçümüdür. Tanıyabilme keskinliği için söz konusu eşik değere "tanıma eşiği" denmektedir. Rutin klinik uygulamada en sık kullanılan optotipler Snellen harfleri ve rakamları, Sloan harfleri (Snellen harflerinin eşit okunma zorluğuna sahip olan 10 tanesidir) ve Allan şekilleridir (1, 11).

Eşellerdeki harf büyüklüklerinin sıralar arasındaki artış oranı klasik eşellerdeki en büyük problemlerden biridir. İlk zamanlar eşellerde sıralar arasında aritmetik progresyon tercih edilirken, görmenin logaritmik bir fonksiyon

olduğunun anlaşılması üzerine geometrik progresyon gösteren eşeller tercih edilmeye başlanmıştır (1, 11).

## 2.1 Aritmetik Artış Gösteren Eşeller

### 2.1.1 Snellen Eşeli

Günümüzde geliştirilmiş çok sayıda eşelin temel aldığı ilk standart eşel 1862'de Prof. Dr. Hermann Snellen tarafından geliştirilmiş olan Snellen eşelidir. Hayali bir kare içine sıkıştırılmış çeşitli büyüklükteki harflerden oluşturulmuştur. Eşeldeki harflere optotip adı verilir. Karenin büyüklüğü harfi teşkil eden çizgi kalınlığının 5 katıdır. Böylelikle bütün harfin 5, tek bir çizgisinin ise 1 dakikalık açı oluşturacak şekilde yer kaplaması sağlanır (1,4,12) (Şekil-1).



Şekil-1. Snellen Eşeli

Snellen eşeli, görme keskinliğini ölçmek için geometrik bir ölçek kullanır. Normal görüş 20/20 olarak ayarlanmıştır. Pay, hastanın tabloya uzaklığını (feet cinsinden) temsil



ederken; payda, hastanın net bir şekilde görselleştirebildiği en küçük satırı mükemmel görüşe sahip bir kişinin hala okuyabildiği mesafeyi temsil eder. Örneğin, tablodan 20 fit uzakta duran ve normal görme keskinliği olan bir kişinin 40 fit öteden okuyabileceği yazı tipi satırına kadar net bir şekilde okuyabilen bir hasta 20/40 görme olarak ölçülecektir (1, 12).

Dr. Snellen de daha sonraları bazı insanların tam görmeyi temsil eden sıradan daha küçük harfleri okuyabildiğini saptamıştır. Bu durum halen tam olarak açıklanmamış olmakla birlikte bazı teoriler öne sürülmektedir.

Bu kişilerde kon dış segment çapı= 2p'dan küçük olması ve daha ince yapıda bir mozaik kurulması nedeniyle minimum görme açısının 1 dakikanın altına düştüğü, uzun gözlerde daha büyütülmüş imaj elde edildiği ve bunun görmeyi netleştirdiği, sferik aberasyonu daha az olan gözlerde daha büyük pupillanın fonksiyon görmesinin daha az ışık kırınım bozulmasına neden olduğu, saptanamayacak kadar küçük nistagmoid hareketlerimizin olması sonucunda vernier görme keskinliğinin devreye girmesiyle birlikte minimum ayırt etme açısının azalması, bu teorilerin bir kısmıdır (1, 3).

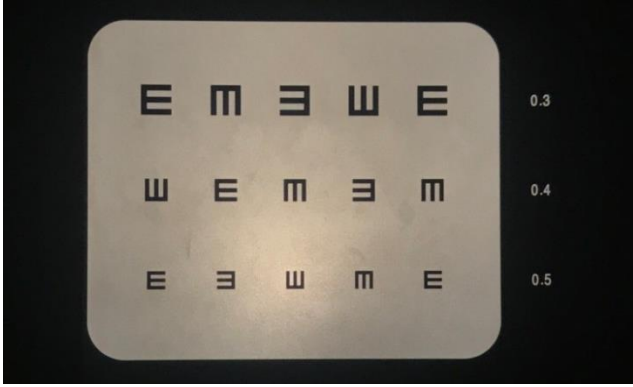
Snellen Eşelinin Dezavantajları:

Snellen eşeli kliniklerde halen yaygın olarak kullanılsa da pek çok dezavantajı saptanmıştır. Aşağıda sayılan bu nedenler başka eşellerin geliştirilmesine neden olmuştur.

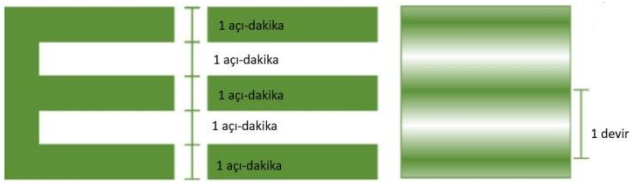
- Eşelde harfler küçüldükçe her sıradaki harf sayısının artması görme keskinliğinin skorlanmasında probleme yol açmakta ve her sıra için elde edilen sonuç karşılaştırılamamaktadır (1).
- Aynı sıradaki harflerin okunma güçlüğü farklıdır. Örn: A ve L harfleri E'ye göre daha kolay okunur (2,12).
- Harflerin büyüklüğünün artış oranı sıralar arasında farklıdır. Bu durum özellikle görme keskinliği düşük olanlarda kaba bir ölçüme neden olmaktadır (10).
- Çocuklar ve okuma yazma bilmeyenlerin muayenesi yapılamamaktadır (1).
- 5. Farklı mesafelerde kullanılamaz (1).

### 2.1.2 E Eşeli:

Snellen tarafından geliştirilmiş olup okuma yazma bilmeyenler için düzenlenen az sayıda eşelden biridir. Çoğunlukla aynı sırada hangi karakterin sorulduğunun klinisyen tarafından gösterilmesi gerektiği için fazla tercih edilmemektedir. Harflerin güçlüğüne ve kültürel farklılıklara bağlı değişiklikleri ortadan kaldırır. Rutin refraksiyon muayenesinde değil, izlemde kullanımı önerilmektedir (1) (Şekil-2) (Şekil-3).



Şekil-2. Projeksiyon sisteminde E eşeli gösterimi



Şekil-3. E eşelinde harf açı-dakika gösterimi

### 2.1.3 Landolt halkaları:

Büyüklüğü her sırada azalan, dairedeki açıklığın bulunduğu noktanın karışık olarak düzenlendiği bir eşeldir. Aynı

sıradaki harflerin zorluğuna bağlı sorunları ortadan kaldırmıştır (11).

## **2.2 Geometrik Artış Gösteren Eşeller**

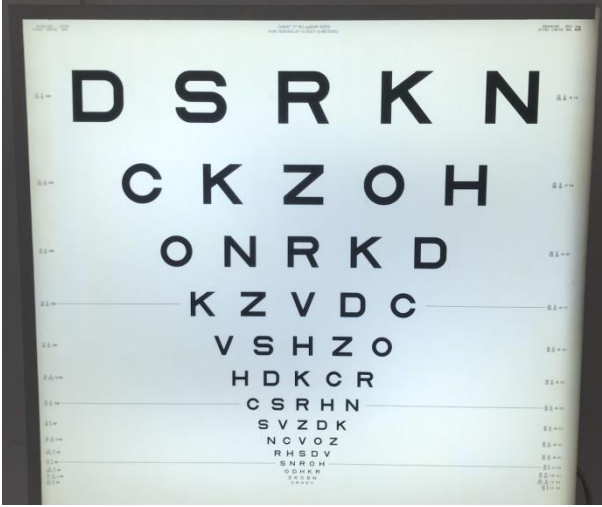
Fizyoloji deneylerinde görme fonksiyonunun aritmetik değil logaritmik bir fonksiyon olduğu kanıtlanmıştır. Farklı mesafelerde kullanılabilmeleri ve bu şekilde görme keskinliğinin daha hassas bir şekilde ölçülebilmesi en önemli avantajları olarak gösterilmektedir. Aynı prensibi esas alan, ufak modifikasyonlar içeren başka eşeller de geliştirilmiştir (13, 14).

### **2.2.1 Bailey- Lovie Eşeli:**

Aynı okunma güçlüğünde 10 harfin her sırada 5 harf arada bir harf aralıkla duracak şekilde sıralandığı bir eşeldir. Sıralar arası mesafe küçük olan sıradaki harf yüksekliğine eşit olacak şekilde ayarlanmış ve harf büyüklüğü her sırada paydada geometrik artış prensibine göre arttırılmıştır. Buna göre artış oranı minimal görme açısı= (MAR) logaritması yani 1,26 (0,1log unit)' dir (10, 14).

Bu şekilde logaritmik bir artışın Snellen sisteminden ondalık sisteme geçişte kolaylık sağladığı gösterilmiştir. Görme keskinliği kolaylıkla Snellen, MAR ve logMAR kayıt sistemine göre ifade edilebilmektedir (10, 14).

Bailey-Lovie eşelinin bir diğer avantajı ise standart olmayan uzaklıklarda da görmenin sabit olarak ölçülebilmesidir. Örneğin 48m sırasının 6 metreden okunması, 24m sırasının 3 metreden okunmasına denktir. Bu da büyük bir kullanım kolaylığı sağlamaktadır (10,14) (Şekil-4).



**Şekil-4.** Bailey- Lovie Eşeli

### **2.2.3 ETDRS Eşeli:**

Bailey- Lovie eşeli 1982'de Ferris tarafından modifiye edilmiş; basit, doğru ve tekrarlanabilir sonuçlar verdiği için birçok çok merkezli çalışmada kullanılmakta olan ETDRS (Early Treatment of Diabetic Retinopathy Study) Eşeli geliştirilmiştir. Üç eşelden meydana gelir (5, 12).

4 m, 2 m, 1 m ve daha yakın mesafelerden kullanılabilirdiği için düşük görme keskinliklerini daha objektif kantite etme imkânı sağlar. Eşeldeki Sloan optotipleri 4 metrede 20 feet Snellen'e denk gelecek şekilde küçültülmüştür. Ayrıca eşelin solunda metre cinsinden Snellen ölçümleri belirtilmektedir. Bailey-Lovie'de olduğu gibi aynı sırada 1 harf aralıklarla 5 Sloan harfi olmak üzere toplam 10 çeşit harf içerdiği için düşük görmesi olan hastalar tarafından rahatlıkla takip edilebilmektedir. Harfler, sıralar arasında geometrik artış göstermekte, sağ ve sol gözler için ayrı eşeller kullanılmaktadır (2, 14). Bu eşellerde kontrastı düşürdüğü için direk aydınlatma tercih edilmektedir (14).

### 2.3 Diğerleri

Yukarıda bahsettiğimiz eşellere alternatif olarak çok sayıda yeni optotip de geliştirilmiştir (Şekil-5).



**Şekil-5.** Çocuk hasta muayenesinde kullanılan şekillerden oluşan eşel

American Medical Association'ın Snell ve Sterling'in geliştirdiği eşelden uyarladığı bir diğer eşel ise, 20/20'den 20/200'e ulaşan 17 sıradan meydana gelmektedir. "Visual Efficiency" olarak adlandırılan bir terminasyonun kullanılmakta ve %5 aralıkla %20-100 arası değerler içermektedir (10).

Görme keskinliği ölçümündeki bir diğer problem de farklı eşellerin kullanımının çalışmaların karşılaştırılmasının önlemesidir. Eşellerin farklı düzeylerinin yanı sıra ölçümün ifade edilmesindeki farklılıklar da soruna neden olmaktadır. İngilizce konuşan ülkelerde çoğunlukla Snellen notasyonu (20/20 veya 6/6 gibi) veya NAS-NRC'nin kabul ettiği 4 metre test uzaklığını esas alan notasyon kullanılmaktadır. Avrupa, Japonya ve diğer bazı ülkelerde ise ilk olarak Monoyer tarafından önerilen ondalık notasyon kullanılmaktadır. Buna

göre 20/20'lik görme 1.0'a denk gelmektedir. Yalnız test mesafesi 5 metre kabul edilmektedir (10).

Tüm bu notasyonlarda bazı eksiklikler vardır. Örneğin tümünde 1 dakika genişliğinde ve 5 dakika yüksekliğindeki optotipin tam görmeyi temsil ettiği düşünülmektedir. Ancak Snellen'in kendisi de dahil olmak üzere birçok araştırmacı insanın daha küçük objeleri görebildiğini tespit etmiştir (10).

Bu problemlere bir çözüm getirebilmek amacıyla görme keskinliğinin görme açısı cinsinden belirtilmesi önerilmiştir. Örneğin 20/20 görme 1 dakikalık görme açısına denk gelmektedir. Ancak bugün de en çok geçerli olan notasyonlardan biri görme açısının 0,1 log ünitesi cinsinden belirtilmesidir. LogMAR eşeli bu şekilde ortaya çıkmıştır. Buna alternatif olarak ise Linksz ve Lebensohn tarafından görme açısı için Snellen adının ünite olarak kullanılması önerilmiştir. Örneğin: 2 dakika/ark = 2 Snellen Ünitesi. Ancak bu görüş henüz yeterli taraftar bulamamıştır (10, 14).

## **SONUÇ**

Görme geometrik bir fonksiyondur. Bu nedenle klinik araştırmalarda görme artma veya azalmasını saptamak amacıyla anlamlılık testleri ve istatistiksel analiz yapılırken geometrik fonksiyonları ifade eden logaritmik eşeller kullanılmalıdır.

## **3. Görme Keskinliği Muayenesi**

### **3.1 Normal monoküler görme keskinliği**

Snellen testinde 6/6'ya (metrik gösterim; non-metrik İngiliz gösteriminde 20/20) eşittir. Normal düzeltilmiş görme keskinliği genç erişkinde sıklıkla 6/6'nın üzerindedir (15).

### **3.2 En iyi düzeltilmiş görme keskinliği (EİDGK)**

Optimal refraktif düzeltme ile elde edilen görme seviyesini belirtir (15).

### **3.3 Pinhol görme keskinliği**

Retinadaki bulanık bölge pupilla çapı büyüdükçe genellikle artar. Gözün önüne bir pinhol (iğne deliği) açıklığı yerleştirildiğinde yapay bir pupilla olarak davranır ve bulanık alanın boyutları uygun şekilde küçülür (3). Bir pinhol açıklığı kırma kusurunun etkisini kompanse eder ve 1,2 mm çapında bir veya daha fazla delik ile perfore edilmiş opak bir kapama içerir (15). Klinik kullanımda -5D ile +5D arası kırma kusurları için en kullanışlı çap 1,2'dir. En iyi düzeltilmiş görme keskinliği elde edildikten sonra da pinhol ile tekrar kontrol edilmesi faydalı olabilir. Kırma kusurunun en iyi düzeltilmesinden sonra pinhol ile görme keskinliğinde artış sağlanıyorsa pinholün ışığı daraltarak göreceli olarak sınırlı bir optik alandan geçmesi ile düzelen, korneaya veya lense bağlı ışığı saçan opasite ya da düzensiz astigmat gibi optik düzensizlikler mevcut olabilir. Bu teknik aynı zamanda monoküler diplopinin optik sebeplerini ayırt etmekte de yararlıdır (3). Bununla birlikte makuler hastalığı ya da posterior lens opasitesi olan hastalarda pinhol GK gözlük düzeltilmesinden daha kötü olabilir. Eğer GK 6/6 Snellen eşdeğerinden az ise PH açıklığı kullanılarak test tekrarlanmalıdır.

### **3.4 Binoküler görme keskinliği**

Genellikle, her iki gözün görmesinin birbirine eşit veya yakın olduğu durumlarda, tek gözün GK' den daha iyidir (15).

### **3.5 Çok zayıf görme keskinliği**

3.5.1 Parmak sayma (PS): Hastanın belirlenen mesafeden muayene eden kişinin gösterdiği parmakların kaç tane olduğunu söyleyebilmesi anlamına gelir. (örn. 1 m'den görebiliyorsa 1 MPS)(15)

3.5.2 El hareketleri (EH): Hastanın hemen önündeki muayene eden kişinin elini seçebilmesi, hareket edip etmediğini ayırt edebilmesidir (15).

3.5.3 Işıık algısı: El hareketini dahi algılayamayan hastalarda test edilir. Her iki göz tek tek değerlendirilir ve diğer gözün dikkatli bir şekilde kapatılması gereklidir. Hasta sadece ışığı fark edebilir, ışığın yönünü algılayamaz. (Persepsiyon= P+; Projeksiyon= P-). Eğer zayıf görme sadece katarakt veya göz içi kanama gibi yoğun bir ortam opasitesine bağlı ise hasta ışığın hangi yönden geldiğini kolayca belirleyebilmelidir (P+ P+) (15).

### **3.6 Görme Keskinliği muayenesi nasıl yapılmalıdır?**

Uygun mesafeden, uygun eşellerle ve uygun oda aydınlatmasında yapılmalıdır. Görme keskinliği muayenesinde gözler teker teker değerlendirilmeli, bir gözün muayenesi sırasında diğer göz, üzerine baskı yapılmadan kapalı tutulmalıdır. Hastalar elleriyle bir gözlerini kapatmaları söylendiğinde, parmaklarıyla göz kapaklarına basarak gözlerini kapatma eğiliminde olduklarından, ellerine saydam olmayan, tercihen sert bir kâğıt verip, bu kağıdı diğer gözlerinin önünde tutmalarını istemek daha uygun bir yaklaşım olur. Aksi takdirde, parmakların baskısıyla kapatılmış göz, açıldığında birkaç dakika süreyle bulanık görecektir. Bu yanıltıcı bir az görme nedenidir. Ayrıca el parmaklarını gözün önüne getirerek kapatan kişinin, diğer gözü muayene edilirken, kapattığını sandığımız gözülle parmaklarının arasından bakması da mümkündür. Hastanın okuyabildiği en küçük harf boyuna karşılık gelen görme keskinliği düzeyi, o hastanın görme keskinliği düzeyidir. Görme keskinliği her iki göz için ayrı ayrı ölçülmeli (diğer gözünden yakınması olmasa bile) ve not edilmelidir.

Görme keskinliği 0,1'den düşük olduğu durumlarda hastanın kaç metreden doğru parmak sayabildiğine bakılır 'mps' şeklinde kısaltılır. Yakın mesafeden (1 metre) dahi parmak sayamayacak kadar az görenlerde, elimizin hareket edip etmediği (el hareketleri düzeyinde görme) veya ışık tutup, ışığın varlığı hangi yönden geldiğini fark edip

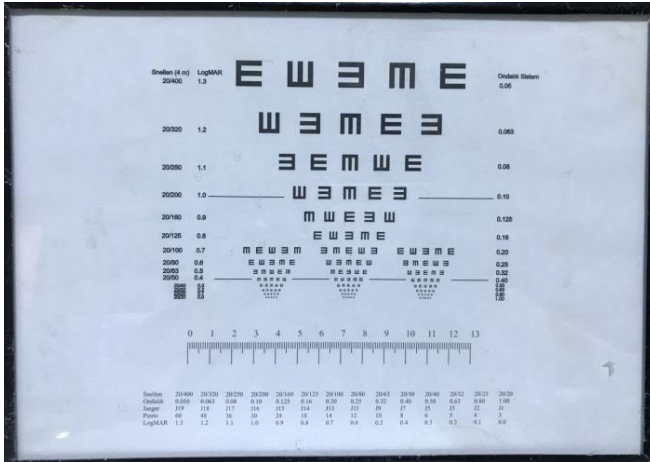


etmediğine bakılır. Işığın geliş yönünü fark edebilmek 'projeksiyon hissi', varlığını fark edebilmek, 'persepsiyon hissi' olarak tanımlanır, yan yana iki adet 'P' harfiyle ifade edilir. İlk 'P' persepsiyonu, ikinci 'P' projeksiyonu temsil eder, '+' ve '-' işaretleri ise bulunup bulunmadıklarını bildirir (1, 2, 9, 15).

#### 4. Yakın Görme Keskinliği

Günümüzde yakını iyi görme eskiye göre çok daha fazla önem kazanmıştır. Okuma, yazma, bilgisayar kullanma örnek olarak verilebilir. Yakın için kullanılan eşeller iki farklı ölçüm yaparlar (11).

4.1. Uzak eşellerinde olduğu gibi tek tek optotipler belirli uzaklıktan gösterilerek yakın görme keskinliği belirlenebilir (11) (Şekil-6 ve 7).

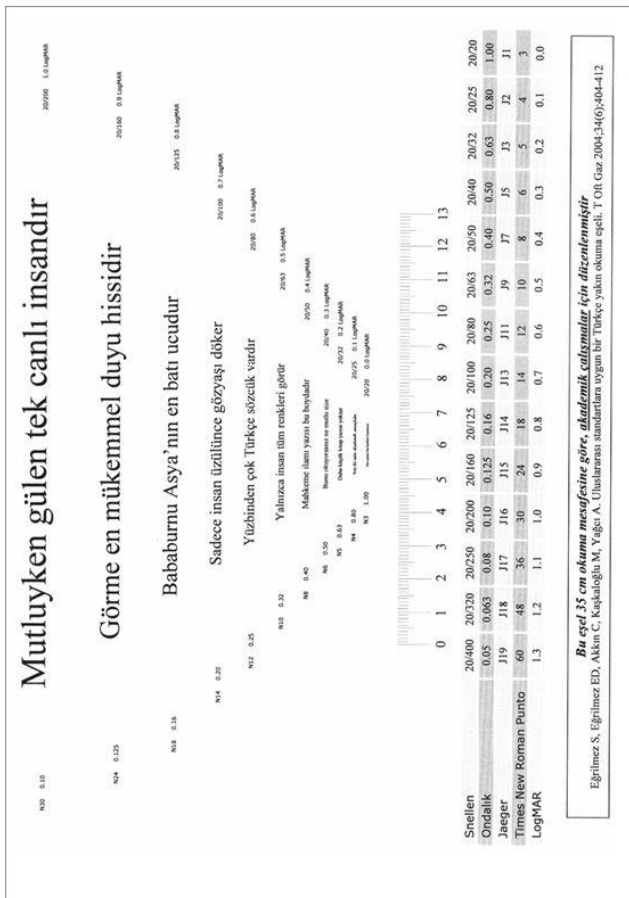


Şekil-6. Yakın eşel, Okuma-yazma bilmeyenler için E eşeli



Şekil-7. Yakın eşel, Rakamlardan oluşan eşel

- 4.2 Gittikçe küçülen yazılı metinler hastaya okutularak, hastanın yakında yapacağı iş veya okuması için yeterli yakın görme işlevi olup olmadığı belirlenebilir (11) (Şekil-8).



**Şekil-8.** Dr. Sait Eğrimez ve arkadaşlarının 2004 yılında hazırladığı logaritmik yakın görme eşeli

Görüldüğü gibi yakın görme keskinliği ile yakındaki bir metni okuma yeteneği aynı şeyler değildir. Çünkü bir metni okurken tek tek harfleri görmenin büyük bir önemi olmaz, sözcükler ve sözcüklerin birlikte verdiği anlam önemlidir. Öte

yandan okuma yazmayı bilmeyenler veya unutanlar için, ayrıca çocukların da yakın muayenesini yapmak üzere sayıların da eklenmiş olduğu yakın eşellerini kullanmakta yarar vardır. Bunun yanında, Landolt halkalarıyla hazırlanmış yakın eşelleri veya yakın E eşelleri özellikle raporlar için kullanılmaktadır. Yakın uzaklığı herkes için değişken olduğundan özellikle rapor yazımında eşel üzerinde yazılı (35, 40, 50 cm gibi) yakın okuma uzaklığına sadık kalınmalıdır (11).

### **KAYNAKÇA**

1. Turgut Öztürk B, Şener EC SA. Görme Keskinliğinin Klinik Değerlendirmesi. Vol. 31, Türkiye oftalmoloji gazetesini. 2001.
2. Daiber HF, Gnugnoli DM. Visual Acuity. [Updated 2023 May 29]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK563298/>
3. American Academy of Ophthalmology. İnsan Gözünün Optiği. Klinik Optik.( E., Demirkılınç Biler, Çev) Ankara: Güneş Tıp Kitapevleri: American Academy of Ophthalmology, 2009;105-23.
4. Levenson JH, Kozarsky A. Visual Acuity. In: Walker HK, Hall WD, Hurst JW, editors. Clinical Methods: The History, Physical, and Laboratory Examinations. 3rd ed. Boston: Butterworths; 1990. Chapter 115. PMID: 21250063.
5. Wood LJ, Jolly JK, Buckley TM, Josan AS, MacLaren RE. Low luminance visual acuity as a clinical measure and clinical trial outcome measure: a scoping review. Ophthalmic Physiol Opt J Br Coll Ophthalmic Opt. Mart 2021;41(2):213–23.
6. SLOAN LL. Measurement of visual acuity; a critical review. AMA Arch Ophthalmol. Haziran 1951;45(6):704–25.
7. Flom Mc, Weymouth Fw, Kahneman D. Visual Resolution And Contour Interaction. J Opt Soc Am. Eylül 1963;53:1026–32.
8. Baron WS, Westheimer G. Visual acuity as a function of

- exposure duration. J Opt Soc Am. Şubat 1973;63(2):212–9.
9. Sefi Yurdakul, N. (2014) Nörooftalmolojik Hastalıkların Tanısında Görme Keskinliği , Kontrast Duyarlılık , Karanlık Adaptasyon , Fotostres Testi , Pulfrich Fenomeni ve Stereopsis. Türkiye Klinikleri J Ophthalmol-Special Topics 2014;7(3):1-52014.
  10. Kaiser PK. Prospective evaluation of visual acuity assessment: a comparison of snellen versus ETDRS charts in clinical practice (An AOS Thesis). Trans Am Ophthalmol Soc. Aralık 2009;107:311–24.
  11. Örnek, F., Evren Kemer, Ö., Elgin, U., Arda Koloğlu, S., Atilla, H., Kıratlı, H., Kürkçüoğlu P, Özdemir, Y., Şimşek, T., Tekeli, O., Topalkara, A., (Editörler), (2010). 30. Ulusal Oftalmoloji Kursu Optik Refraksiyon ve Rehabilitasyon, Ankara:Türk Oftalmoloji Derneği; 39-68.
  12. Azzam D, Ronquillo Y. Snellen Chart. 2023 May 1. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan–. PMID: 32644387.
  13. Andaç K. Görme alanının Tarihçesi, Görme alanı el kitabı. Aydan P (editör). Aksu, İstanbul, 2006.; 277-80.
  14. Özdemir Ö. 41. Tod Nisan Kursu Optik, Refraksiyon ve Refraktif Cerrahi, Binoküler testler. Ankara: Türk Oftalmoloji Derneği Eğitim Yayınları; 2022.:59-64.
  15. Salmon JF. Kanski's Klinik Oftalmoloji; Sistematiik Bir Yaklaşım Dokuzuncu Baskı (2020) Elsevier Health Sciences; Y., Aydın Akova, O., Dönmez, Çev. Ed., Güneş Tıp Kitabevleri, Ankara, 2020; 2-4.



## BÖLÜM 3 GÖRME ALANI

**Dr. Deniz Bağcı**

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi,  
Göz Hastalıkları Anabilim Dalı

**Uzm. Dr. Mine Esen Barış**

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi,  
Göz Hastalıkları Anabilim Dalı

Görme alanının değerlendirilmesi oftalmolojik patolojilerin ve nörolojik bozuklukların önemli bir parçasıdır. Görme alanının detaylı bir analizi bu hastalıkların tanı, tedavi ve prognozunu değerlendirilmesine büyük katkı sağlar (1, 2).

Görme alanı fıkse gözlerin görebildiği alandır, yani bir gözün fiksasyonu sırasında simultane olarak gözlenen nesnelere oluşturduğu uzay parçasıdır. Görme alanı nazalde 60, temporalde 90, üstte 50 ve altta 70 dereceye kadar uzanır. Görme alanını bir ada olarak düşündüğümüzde; bu adanın en yüksek bölgesi retinanın en duyarlı noktası foveayı gösterir. Üç boyutlu bir şekil olarak bakıldığında görme alanı gittikçe sivrileşen bir tepe gibidir. Bu tepenin en sivri noktası foveayı (fiksasyon noktası), çöküntü bölgesi ise fotoreseptörlerin bulunmadığı optik sinir başını gösterir (1, 2).

### **1. Perimetriye Genel Bakış**

Perimetre periferik alan muayenesi anlamına gelir ve kontrast duyarlılık ayrımı esasına dayanır. Kontrast duyarlılık daha koyu veya daha açık bir zemin üzerinde bir ışık veya seklin algılanmasıdır (3-5). Perimetrenin fonksiyonu, görme yollarındaki tutulum bölgesi ve tutulumun

yaygınlığını göstermektedir. Görme alanını yorumlamak, oftalmolojik ve nörolojik incelemelerde bir anahtar niteliğindedir (6). Eğer görme alanı normal değil ise, retinada veya her iki gözden çıkıp beynin tüm alt kısımlarını geçerek, oksipital lobtaki görme merkezlerine uzanan ve görme yollarını oluşturan sinir lifi demetinde bir sorun var demektir. Bir görme alanı hasarı, sadece bölgedeki bir hastalığa işaret etmez. Lezyon bölgesinin lokalizasyonunda da yardımcı olmaktadır. Lezyon görme yollarının herhangi bir bölümünü etkilediğinde, belli tipte görme alanı hasarları gelişmektedir ve hasarın özelliği sıklıkla, lezyonun lokalizasyonunun belirlenmesinde yardımcıdır. Bir hasarın gelişebileceği özellikli görme alanı bölgeleri için, hastanın öyküsüne, uyanıklık ve atıklık durumuna ve iletişim yeteneğine bağlı olarak değişik tipte testler tercih edilmektedir (6).

## **1.1 Görme Alanı Test Teknikleri**

1.1.1 Konfrontasyon (Karşılaştırma) tekniği: Görme alanı testi yöntemlerinin en kolay ve en temeli, konfrontasyon (karşılaştırma) tekniğidir. Doktor kendi görme alanını hastanın görme alanı ile karşılaştırır. Bu test ile glokomun ileri evrelerindeki görme alanındaki kayıplar, hemianopsiler gibi nörolojik görme alanı defektleri de incelenir. Objektif ve duyarlılığı yüksek bir yöntem olmadığından, en iyi seçenek değildir ancak özellikle yatağa bağlı hastalar ve çocuklarda oldukça faydalıdır (1, 6). Hafif bir optik nöropatinin; glokom veya herhangi bir nedenle oluşan optik disk ödeminin konfrontasyon yöntemi ile değil de güncel perimetrik yöntemlerle saptanabileceği bilinmelidir.

Doktor ve hasta tam hizaya gelecek şekilde karşı karşıya oturur. Hastanın bir gözü kapatılır, 1 metre mesafeden hastadan kendi fiksasyonunu bozmadan doktorun burnuna doğru bakması istenir. Hasta sol gözünü eliyle kapatır ve sağ gözüyle doktorun sol gözüne doğru bakar, doktorda sağ



gözünü kapatarak sol elinin parmaklarını kullanarak veya sol elinde tuttuğu bir cismi kenardan merkeze doğru dikkatli bir şekilde yavaşça hareket ettirir. Doktorun cismi görmesiyle hastanın da aynı anda görmesi beklenir. Eğer hasta cismi göremezse hastanın görme alanında sorun vardır. Bu işlemin üst temporal, alt temporal, üst nazal ve alt nazal kadranlarda tekrar tekrar uygulanması gerekir (1). (Şekil-1)



**Şekil -1.** Konfrontasyon testi

1.1.2. Santral alan tekniği: Santral görme alanının kapsadığı bölge santral 30 derecedir. Santral alan tekniğinde 1metremesafeden 1mm'lik beyaz test objesi kullanılır.

1.1.3. Chamlin basamak tekniği: Araştırmacı küçük bir periferik görme alanı defekti bulduğunda, bunun gerçekten erken bir defekt mi yoksa nadirdeolsa artefakt mı olduğunu anlamada bu tekniği kullanır.

1.1.4. Periferik alan tekniği: Periferik alanın incelenmesi, santral alanınki ile aynı şekilde yapılır. Görme alanının periferik sınırları her 15 derecede incelenir ve kaydedilir.

1.1.5. Amsler grid testi: Fiksasyon noktası etrafındaki 10 dereceyi gösterir. Özellikle santral seröz retinopati gibi foveal problemler ve makuler dejenerasyondaki hassas değişimlerde kullanılır.

1.1.6. Renk testi: Eğer rod hücreleri etkilendiyse mavi test objeleri daha hassastır. Defektin lokalizasyonu optik sinir ise geleneksel olarak kırmızı en duyarlıdır. Fakat renklerin kullanımı her zaman tartışmalıdır.

## 2.Terminoloji

Görme alanı, gözün belli bir noktaya fikse olduğu sırada çevrede algılayabildiği alanın tümüdür. Genişliği derece, derinliği ise duyarlılık (dB) olarak ifade edilir.

**2.1 İzopter:** Görme alanında aynı boy ve şiddetteki uyarının oluşturduğu çizgidir.(7, 8).

**2.2 Depresyon:** Retinal duyarlılıkta azalmadır (7, 8).

**2.3 Skotom:** Çevresi daha yüksek retinal duyarlılığa sahip retinal depresyon alanına denir. Bu defektler, lokalize veya genel depresyon şeklinde ortaya çıkabilir. Absolu skotom görmenin kesinlikle olmadığı yerlere denir. Relatif skotom en şiddetli ışık uyarınları verildiği zaman görebilen yerlere denilir. Bir skotomun pozisyonu periferik veya santral skotom gibi genel olarak tanıya katkı sağlayacak kadar önemlidir (7, 8).

**2.4 Lokalize defektler:** Görme alanı içindeki belli bir bölgede ortaya çıkan retinal duyarlılık azalmasıdır. Glokomatöz olarak değerlendirilebilmek için boyut ve defekt derinliği yönünden incelemek gereklidir (7, 8).

**2.5 Aydınlatma değeri (Luminance) Apostilbs (abs) olup şu formüle göre saptanır. Işık yoğunluğu/Alan1 asb: 0.318 cd/m2dir (7,8).**

**2.6 Retinal duyarlılık:** Desibel (dB) olarak ifade edilir ve ışık stimulusunun yoğunluğu ile ters orantılıdır. (0 dB:10.000 asb, 40 dB:0.1 asb, 51 dB:0.08 asb) (7, 8).

**2.7 Eşik değeri:** Görme alanında belli bir noktada verilen stimulusun, zamanın %50'sinde görülüp, diğer %50'sinde görülemediği ışık şiddetidir (7, 8).

**2.8 Fiksasyon:** Görme alanı içinde fovea santrale uyan kısımdır. Santral alan fiksasyon içindeki 30 derecelik alandır (7, 8).

**2.9 Bjerrum alanı:** Fiksasyon noktasının nazalinde kör noktadan uzanan, fiksasyonun alt ve üstünde ark yapan ve horizontal meridyende sonlanan görme alanıdır. Bu alan retinadaki arkuat sinir liflerinin dizilimine uyar ve glokom hasarına en duyarlı bölümdür (2).

### **3. Otomatik Perimetri Esasları**

Standart otomatik perimetri periferik görme fonksiyonunu ölçmek için standart bir yöntemdir (9). Testin yüksek tekrarlanabilirliği ve standardizasyonu ve dijital bilginin saklanabilmesi, değiştirilebilmesi ve istatistiksel olarak analiz edilebilmesi nedeniyle, klinisyenler arasında çok fazla kabul görmüştür (6). Başlangıç aşamasındaki hafif ya da göze çarpmayan defektlerde; özellikle ön optik yol defektlerinde perimetrik muayene özellikle işimize yarar. Çünkü bu tip defektlerde kapladıkları alanın önemli bir kısmında absolu kayıplardan çok, lokalize relatif depresyonlar mevcuttur. Asemptomatik olabileceklerinden bunların tanısında perimetre yardımcı olur. (3, 5, 6).

#### **3.1 Alan Testi İlkeleri**

**3.1.1 Kinetik perimetre:** Stimulus büyüklüğü ve şiddeti sabit iken, hedef hareketlidir (3, 5). Hedef görülmeyen bölgelerden görülen bölgelere hareket eder (6).

**3.1.2 Statik perimetre:** Stimulus hareket etmez, belli bir noktada boyutlarında değişiklik yapılmadan stimulus yoğunluğunun değişmesidir. Uyarının görülene kadar artan yoğunluklarda retinanın belirli bir noktasında gösterilmesidir

(eşik testi). Bu teknik retinanın herhangi bir belirli noktasındaki retinal duyarlılığın saptanmasında oldukça faydalıdır. Statik perimetri testi yapan kişinin daha az zaman harcamasına ihtiyaç duymasına rağmen, diğer yandan hasta için ise zaman alıcı ve ek performans gerektiren bir süreçtir. Otomatize perimetreler görme alanındaki küçük değişiklikleri bile saptamaya duyarlı, test zamanını kısaltan standart test stratejileri olan tekrarlanabilirliği yüksek cihazlardır. Bu nedenle günümüzde görme alanlarının değerlendirilmesinde kullanılan standart teknik otomatik statik perimetredir. Görme alanının genişliği derece, derinliği ise duyarlılık (dB) olarak ifade edilir. Cihazın gösterebildiği en parlak uyaran referans değeri olarak kabul edilir, bu da 0 (sıfır) desibeldir. Günümüzde herkes tarafından kabul görmüş yaygın olarak kullanılan iki cihaz mevcuttur; Humphrey ve Octopus perimetreleri. Bunlar monoküler olarak santral %30'luk görme alanındaki sinir lifi demeti defektlerini saptamada duyarlı cihazlardır (3, 5).

### 3.1.3 Görme Eğrileri ve Dalgalanmaların Sıklığı

Perimetri; hastanın uyumunu, eforunu ve iletişimini gerektiren psikofiziksel bir testtir. Herhangi bir tanısal testte olduğu gibi, belirgin bir soruya cevabın bir hata payı vardır. Görme eğrilerinin sıklığı, bir bölgenin eşliğini tahmin etme ihtimalinin önemini vurgulamada yararlıdır ve bir noktada tekrarlanan testlerle ortaya konabilir. Eğrinin eğimi belli bir bölgede, yaşa göre normal değerlerden eşik sapmasıyla ilişkilidir.

Fizyolojik parametrenin ölçümlerindeki dalgalanmalar bir test sonucunda değişkenliklere yok açar.

3.1.3.1 Kısa dönem dalgalanma (Short term fluctuation-SF): Aynı muayene sırasında seçilen 10 noktada 2 defa eşik değeri saptanır. SF iki değer arasındaki retinal duyarlılık farkıdır. Yani aynı görme alanındaki cevap değişkenliğidir. Test sonuçlarının güvenilir olmadığını gösterir. Normal 2-2.5dB iken 3.5 dB testin güvenilir olmadığını ifade eder (1, 2, 4, 7, 8).

3.1.3.2 Uzun dönem dalgalanma (Long term fluctuation): Birden fazla test arasındaki eşik değeri farklıdır. Aynı gözde farklı zamanlarda yapılan görme alanları arasındaki farklılıktır (1, 2, 4, 7, 8).

### **3.2 Test Seçimi ve Algoritmalar**

Bilgisayarlı statik görme alanları test edilen retina bölgelerine ve bu bölgeleri test etmek için kullanılan algoritmalara göre değişir. Görme alanı çıktılarındaki sonuç ve artefaktları yorumlayabilmek için, eşik stratejilerini uygulayan otomatik perimetrelerin kullandığı test algoritmasının basitçe anlaşılması gerekir. Güncelde en çok kullanılan algoritmalar İsveç İnteraktif Eşik Algoritma (SITA) Standardı veya SITA Fast 24-2 veya 30-2 eşik stratejileridir.

#### **3.2.1 İsveç İnteraktif Eşik Algoritması (SITA)**

Tam eşik test süresinin uzun olması ve hastanın yorulması test güvenilirlik kriterlerini olumsuz yönde etkiler. Bu test, görme alanının olması en muhtemel retina duyarlılık değerlerinin hesabına dayanan Bayesian istatistiksel analizi ile geliştirilmiş bir bilgisayar programı ürünüdür. Öncelikle; normal ve glokomatöz görme alanları için her bir görme alanı noktasında olası yoğunluk fonksiyonlarını belirler. Genel popülasyonda en sık görülen görme alanı duyarlılık azalması eğrisini tanımlar. Bu eğriye göre olma olasılığı fazla olan dB değerinden sorgulamaya başlar. Daha sonra o yaş grupları için belirlenmiş bir "sık görülme eğrisi" bilgilerine göre ortalama duyarlılık değerlerini oluşturur. En son olarak da duyarlılığı sorgulanan iki değer arasında kalan alanları çevresindeki duyarlılık değerleri temel alarak saptar. Günümüzde tam eşik algoritmaların tamamen yerini almıştır (1, 2, 4, 6- 8). SITA'nın iki versiyonu mevcuttur: SITA standart ve SITA fast (6). SITA standart tam eşik programına göre yaklaşık yarı sürede tamamlanır (6). Tüm eşik testi ile karşılaştırıldığında normal görme alanında %29, glokomatöz görme alanında %26 daha az stimulusa gerek kalır. Bu da Tüm Eşik programına göre %50 oranında test süresini kısaltır. Test süresinin kısalması, hasta

yorgunluğunu azaltarak daha güvenilir sonuçların elde edilmesini ve daha sık görme alanı testi yapılarak glokomatöz hasarın daha erken tespit edilebilmesini sağlar (1, 2, 4, 6-8). SITA Fast ise test edilen noktalar SITA standart programından farklıdır. SITA Fast programında daha az stimulus sorulur. Sorgulanan stimuluslar arasında kalan sorgulanmamış alanlar komşu alanlar arasında olasılık hesabı yapılarak değerlendirilir. SITA Fast sonuçları FastPac sonuçlarına yakındır. Test süresi FastPac programının yarısı ve Tüm eşik testinin %30 kadardır (1, 2, 4, 6-8).

### 3.2.2 Foveal Eşik

Foveal hassasiyetin ölçümü, testin en başında gerçekleşen bir seçenektir. Bu seçenek genel olarak açık tutulmalı, birkaç uyarının gösterilmesini gerektirir ve görme alanının çok değerli bir bölümü ile ilgili bilgi verir.

### 3.2.3 İlik Değerler

Eşik seviyeyi tahmin etmek ve gerekli uyarı sayısını azaltmak için önemli azaltıcılar kullanılır. Eşik belirlemede başlangıç noktaları, sıklıkla daha önden test edilmiş primer yerleşim yerlerindeki sonuçlara dayanır, çünkü bir yerleşimin eşik sonucu komşu yerleşimdeki eşik değeriyle ilişkilidir (6).

### 3.2.4 Fiksasyon Monitörizasyonu

Test boyunca, hastanın fiksasyonu ve dikkati periyodik olarak test edilerek, yansıtılan uyarının retinanın doğru bölgesine düştüğünden emin olunmalıdır. Fiksasyonu monitörize etmek için, Humphrey Görme Alanı Analizörü bakış takibini kullanır (6). Kör nokta fiksasyonun  $5^{\circ} \times 7^{\circ}$  temporalindedir. Periyodik olarak kör noktaya stimulus gönderilerek kontrol edilir.  $5^{\circ}$  üzerindeki göz hareketlerine hassastır. Pozitif cevap zayıf fiksasyonu ifade eder. %20 üzeri patolojiktir. Bazen kör noktanın yanlış olarak belirlenmesi (hastanın başını oynatması) bu hatanın gereksiz yere yüksek çıkmasına neden olabilir (1, 2, 4, 7, 8).

### 3.2.5 Tüm Eşik Testi (Full Threshold)

Test başlangıcında santral bölgede 4 ana noktada eşik değerleri saptanır. Bu noktalar komşu noktalarda başlangıç için referans noktası olarak ele alınır. Geleneksel Tüm-Eşik testinde eşik değerinin saptanması için 4dB/2dB merdiven yöntemi uygulanır. O bölgede olması düşünülen ışık değeri ile stimulus gönderilir. Şayet bu görülürse, hasta göremeyinceye kadar 4 dB (0.4 log Unit) basamaklar ile ışık şiddeti azaltılır. Göremediği noktada tekrar 4 dB basamaklar ile arttırılmaya başlanır. Bundan sonra gördüğü noktada 2 dB basamaklar ile aynı işlem yapılarak eşik değeri saptanır. Bu işlem test süresini uzatır ve yorucu olabilir. Fakat özellikle ilk defa glokom yönünden incelenen hastalarda bu testin başlangıç olarak yapılması lokalize defektlerin ortaya çıkarılmasında faydalıdır (1, 2, 4, 6-8).

### 3.2.6 FastPac Testi

Tüm eşik testinde kullanılan 4 dB basamak yerine 3 dB basamaklar ile yapar ve eşik değeri sadece bir defa geçilir. Tüm eşik testi değerine göre test zamanını %40 azaltır (1, 2, 4, 6-8).

## 3.3 Programlar

Testler tekrarlanırken nokta paterni ve stimulus karakterleri değiştirilmemelidir. Görme keskinliği düşük ileri glokom olgularında stimulus büyüklüğü V'e çıkarılabilir (1, 2, 4, 6-8).

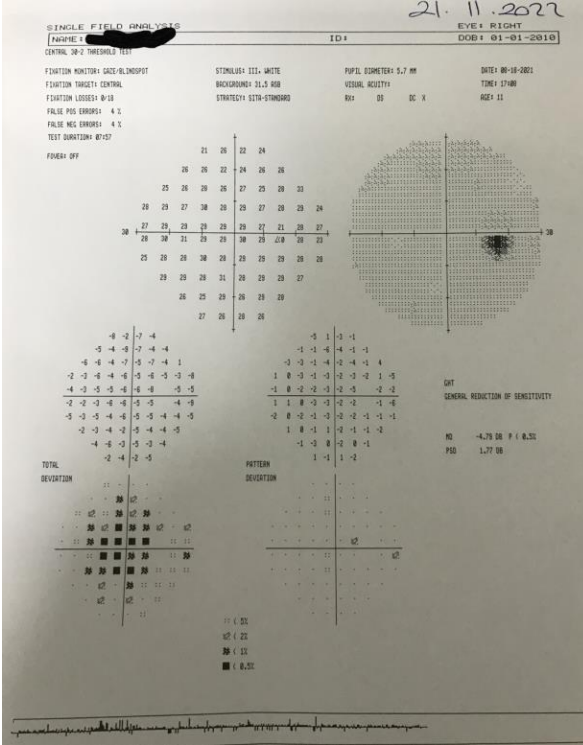
3.3.1. **30-2:** Glokomlu olguların takibinde en uygun testtir. Bu testte santral 30°'lik alanda her birinin aralığı 6° olacak şekilde 76 nokta taranır. İleri glokom olgularında fiksasyona yakın defektleri çok iyi değerlendiremez (1,2,4,7,8).

3.3.2. **24-2:** Test süresini azaltmak ve çerçeve artefaktını yok etmek için tercih edilebilir. Burada 6° aralıklar ile nazalde 27° ve temporalde 21°'lik alanda 56 nokta taranır. Bu 1/3 daha az zaman alır (1, 2, 4, 7, 8).

3.3.3. **10-2:** Santral 10°'lik alan taranır. İleri glokomatöz görme alanı defekti olan olgularda tercih edilir (1, 2, 4, 7, 8).

### 3.4 Tek Test Çıktısı

30-2 ve 24-2 Humphrey perimetrisinin 30-2 ve 24-2 programlarından alınan tek görme alanı çıktısı, çeşitli analizlerin farklı şekillerde gösterildiği birçok bilgi içerir (Şekil-2).



Şekil- 2. Normal sınırlarda olan bir tek alan çıktısı örneği.

Tüm organizasyonun ve grafiklerdeki sapmaların ve indekslerin benzer olması, kolayca aşağıda bölümlere ayrılan, çıktının değerlendirilmesini kolaylaştırır.



3.4.1 Test seçimi ve genel bilgi: Üstte yerleşir. Hasta hakkında önemli bilgiler ve özel test değişkenlerini gösterir. Programın adı, hasta adı, hasta doğum tarihi, uyarı boyutu, zemin aydınlığı, kör nokta kontrol büyüklüğü, eşik stratejisi, fiksasyon hedef tipi, test süresi ve tarihi, optik düzeltme, pupil çapı yer alır. Bu değişkenlerden birçoğu ham ve hesaplanmış bilgileri anlamlı etkileyebilir ve sonuçların yorumlanmasında çok önemlidir.

3.4.2 Güvenirlik indeksleri: Üstte ve solda yerleşir. Fiksasyon hedefine bakan hastanın bakışındaki stabiliteyi gösteren fiksasyon kayıplarını gösterir (6).

3.4.2.1 Yalancı pozitif hata: Projektör hareket eder (Ses+) fakat stimulus yoktur. Normal değeri %4 dür. %15 üzeri patolojik olarak işaretlenir. Uyarıyı görmediği halde sürekli tetiğe basan hastayı ifade eder (1, 2, 4, 7, 8).

3.4.2.2 Yalancı negatif hata: Eşik üstü stimulus verilmesine rağmen cevap alınamamasıdır. Normal değer %7'dir. %33 üzeri patolojiktir. Yüksek değer yorgun, dikkatsiz hastayı ifade eder. Ayrıca ileri glokomatöz hasarın belirtisi de olabilir (1, 2, 4, 7, 8).

3.4.3 Rakamsal sonuçlar (dB): ikinci sırada ve solda yerleşir. Gri skala ve sonuçlar: ikinci sırada ve sağda yerleşir. Bu görüntüler rakamsal ve gri ton formatında görülür. Esas eşik değerleri dB olarak verilir. Gri skala grafiği rakamsal grafiğe göre çizilir. Gri skala grafiği hekimi defektif alanlara karşı uyarmakta yararlıdır. Görme alanı sonuçlarını hastaya göstermede etkili bir yöntemdir (6).

3.4.4 Total Deviasyon Haritası: üçüncü sırada ve solda yerleşir. Tüm eşik değerinin, yaşa göre düzeltilmiş normal değerler arasındaki farkıdır (Normalde her 10 yıl için 1 dB generalize depresyon mevcuttur). Eşik değerinin o yaş normal değerlerden ne kadar farklı olduğunu gösterir. Bunun altında bu değerleri gri skala sembollere çeviren "Olasılık Şekli" vardır. Bu şekilleri yanında bulunan "Olasılık Sembolleri" istatistiksel olarak açıklar.  $P < 0.5\%$ : Bu değeri

normal popülasyonun ancak %0,5 inden daha azında ortaya çıktığını ifade eder. Bunun normal olması çok zordur (1, 2, 4, 7,8).

3.4.5 Pattern Deviasyon Haritası: Üçüncü sırada ve ortada yerleşir. Mevcut değişiklikleri, katarakt, küçük pupil gibi artefaktları elimine eder. Yine "süper normal değerleri beklenen değerleri yukarı çekerek düzeltir. Numerik formatta bu deviasyonu dB olarak gösterir. "Olasılık Şekli" bu değerleri gri ton şemasına çevirir. Bu şekilleri yanında bulunan "Olasılık Sembolleri" istatistiksel olarak açıklar. Lokalize skotomları daha belirgin hale getirir (1, 2, 4, 6-8).

3.4.6 Global değerler: Üçüncü sırada ve sağda yerleşir.

3.4.6.1 Mean Deviation (MD): Tüm test noktalarını normal referans görme alanı ile karşılaştırır. Buna göre tüm alanın, normal alana göre depresyonu veya elevasyonunu gösterir. MD artışı: generalize depresyon veya görme alanının bir bölümünde diğerine göre önemli kayıp olduğunu ifade eder (1, 2, 4, 7, 8).

3.4.6.2 Pattern Standard Deviation (PSD): Her test lokalizasyonunda beklenen değer ile ölçülen değer farkının standart deviasyonunu verir. Ölçülen görme alanı şeklinin normal yaşa göre düzeltilmiş görme alanından hangi derecede ayrıldığını gösterir. Düşük PSD düzgün görme alanı profili, yüksek PSD düzensiz görme alanı profilini ifade eder. Aynı p değerleri ile analiz edilir. Octopustaki Loss Variance ile eşdeğerdir (1, 2, 4, 7, 8).

3.4.6.3 Corrected Pattern Standard Deviation (CPSD): Test içindeki değişkenlikler düzeltildikten sonra (SF) hastanın total görme alanı profilinin yaşa göre normal değerlerden ne kadar değiştiğini ifade eder. Octopustaki Corrected Loss Variance ile eşdeğerdir. Lokalize defektlere çok duyarlıdır. Görme alanı yüzeyinin lokalize düzensizliklerini gösterir (1, 2, 4, 7, 8).

3.4.7 Glokom yarım alan testi: Global indekslerin üstünde yerleşir. Görme alanı test sonucunu analiz etmede diğer bir

strateji, birbirine uyan bölgelerdeki (ayna yansıması gibi) üst ve alt hemisferlerdeki lokalize düşük eşik değerlerini kıyaslamaktır. Buna Humphrey Görme Alanı Analizöründe, glom yarım alan testi denir. Glom hastalarında görme alanı değişikliklerinin analizi için basit ancak klinik olarak faydalı bir analiz imkânı sunar.

3.4.8 Olasılık Sembolleri ve Bakış Grafiği, çıktının altında yerleşir

3.4.9 İşleme İlgili Bilgi, çıktının altında sağda yerleşir

**3.5. STATPAC II:** Humphrey otomatik perimetrisinin istatistiksel analiz programıdır. Daha önceki testlerde ortaya çıkmamış şüpheli alanları seriler. Şüpheli alanların gerçekte artefakt olup olmadığını değerlendirir. Yaşa göre düzeltme yapar. Yapılan görme alanlarını biriktirir. Analiz eder, zamanla oluşan progresyonu gösterir.

**3.5.1. Tek Alan Testi (Single Field Analysis):** Tek santral alan testinin sonuçlarını verir.

**3.5.2. Overview:** Tek sayfada 10 kadar test sonucunu verir.

**3.5.3. Değişim analizi (Change Analysis) Progresyon analizi:** Tek sayfada 10 kadar test sonucunun zaman içinde değişim analizini yapar (1, 2, 4, 7, 8).

## **4. Görme Alanı Defektleri Sınıflandırması**

4.1 Monoküler Alan Defektleri

4.1.1 Lokalize Defektler

4.1.1.1 Kama şeklinde temporal alan defektleri: Bu şekildeki görme alanı defektinin kör noktayı işaret eden apeksi vardır. Nazal reinadaki ganglion hücreleri aksonlarını etkiler (6).

4.1.1.2 Arkuat ve parasantral alan defektleri: Bjerium bölgesindeki perisantral ve parasantral skotom veya depresyonlar temporal retinadan kaynaklanan retina hücreleri arkuat aksonlarındaki hasar sonucu gelişir (6).

4.1.1.3 Santral skotom ve depresyon: Genellikle retina ganglion hücrelerinin papilomakuler bandedeki lezyonlarından kaynaklanır (6).

4.1.1.4 Fizyolojik kör noktada büyüme: Optik sinir başı veya optik sinirin yakın komşuluğu sonucu gelişir. Bazen periekal alan defekti olarak tanımlanabilir (6).

4.1.1.5 Çekosantral skotom veya depresyon: Hem fizyolojik kör nokta hem de santral fiksasyon bölgesini kapsayan görme alanı anomalisidir (6).

4.1.1.6 Ekvatoryal anüler skotom veya depresyon: Genellikle fiksasyon noktasından 25 derece ile 45 derece yarıçap alanda depresyon olarak başlar (6).

4.1.1.7 Altitudinal hemianopsi

4.1.2 Generalize Defektler:

4.1.2.1 Generalize depresyon veya periferik daralma: Tüm görme alanını kaplayan duyarlılık azalmasıdır. Glokom lehine düşünmeden önce ortam saydamlığı, pupil çapı ve refraksiyon gibi parametreleri dikkate almak gerekir (7,8).

4.2 Binoküler Alan Defektleri

4.2.1 Homonim hemianopsiler: Herhangi bir retrokiyazmal lezyon neden olabilir. Görme alanı defektleri oluşturan lezyonlar lokalizasyon olarak, oksipital loblar ve pariyetal loblarda temporal lobtan daha sıktır.

4.2.2 Bitemporal hemianopsiler

4.2.3 Binazal alan defektleri

4.2.4 Altitudinal alan defektleri

4.2.5 Kadranopsiler

4.2.6 İki taraflı merkezi alan defektleri

4.2.7 Bilateral periferik alan defektleri

4.2.8 Bilateral damatahtası skotomlar

4.2.9 Bilateral homonim hemianopsiler

4.3 Kavşak Alan Defektleri

4.3.1 Tam monoküler artı tam olmayan kontralateral oküler

4.3.2 Homonim hemianopsi artı

4.3.3 Bitemporal hemianopsi artı

## 5. Sık Görülen Patolojilerde Gözlenen Görme Alanı Defektleri

**5.1. Makular Koroidit:** Makulaya sınırlı koroidit santral, perisantral veya parasantral skotomlar yaratır (10).

**5.2. Yaşa-bağlı makula dejeneresansı:** Hem koroid ham retinayı tutan bu hastalıkta, defektin büyüklüğü ve derinliği hastalığın süresi ve yayılımına bağlıdır. Görme alanını retinada hasar yaratarak etkiler. Genellikle rastlanan görme alanı defekti dansitesi değişen negatif santral skotomdur. Henüz foveanın tutulmadığı erken dönemlerde, skotom parasantraldir. Hastalığın erken dönemlerinde santral skotomu göstermek güçtür. Santraldeki ışık hassasiyetinin azalması ve kontrast duyarlık kaybı, santral skotomdan önceki bulgular olabilir. Hastalık ilerledikçe skotom yoğunlaşır. Hastalık diskiform dejenerasyona ilerlese ani görme kaybı oluşur; makular alandaki hemoraji, yoğun düzensiz santral skotom yaratır (10).

**5.3. Retinal arter tıkanıklığı:** Eğer tıkanıklık santral retinal arterde ve komplet ise, ani ve kalıcı olmak üzere irreversibl hasar gelişir. Ancak hastanın koroidden beslenen silioretinal arteri var ise, santralde küçük bir adacık halinde merkezi görme korunur. Diğer yandan silioretinal arterin kendisi tıkanığında ise periferik görmenin normal olduğu total santroçekal skotom olur. Retinal arterin dal tıkanıklıklarında ise beslediği bölgedeki retinal ganglion hücre hasarına bağlı segmental skotomlar olur, bu skotomlar tipik veya atipik sinir lifi demeti defektleri şeklindedir (10).

**5.4. Retinal Ven Tıkanıklığı:** Santral retinal ven tıkanıklığı lamina kribroza veya hemen gerisindeki tıkanıklıktan kaynaklanır ve hem derin hem yüzeysel retina hemorajileri ve ödemiyle seyreden ağır bir hemorajik bir tablo yaratır. Görme kaybı ağır ve anidir. Görme alanı defekti boyut ve yoğunluğu değişik olabilen santral skotomdur. Skotomlar santralde daha yoğun periferde gidildikçe daha eğimli bir kenar yapısına sahiptir (10).

Retinal ven dal tıkanıklıkları daha sık olmakla birlikte, görme açısından daha az yıkıcıdır. Retinal venin üst dalını tıkanıklıklarında hemoraji ve ödem aşağıya sızarak makular alanı etkileyebilir. Bu durum görme alanının alt yarısında santral görmeyi de içine alan defekt yaratır (10).

**5.5. Santral Seröz Retinopati:** En karakteristik görme alanı defekti küçük, nispeten sığ bir santral skotom olup en iyi 2-4 metre mesafeden yapılan tanjant screen testi ile gösterilir (10).

**5.6. Solar Makulopati:** Görme alanı defektleri bir dereceden küçük olabileceğinden en iyi şekilde 2-4 metre mesafeden yapılan tanjant screen testi ile yakalanabilir (10).

**5.7. Diabetik Retinopati:** Diabetik makulopati gelişene dek anlamlı background diabetik retinopati varlığında dahi görsel yakınma yoktur. Makula tutulduğunda ise santral skotom gelişir ve görme aniden anlamlı düzeyde azalır. Ciddi kapiller nonperfüzyon ve proliferatif diabetik retinopati varlığında yaygın görme alanı defekti olur (10).

**5.8. Dejeneratif Miyopi:** Retinada gerilme ve atrofiye yol açacak düzeyde yüksek miyopi, değişik görme alanı defeklerine neden olur. Fuchs'un siyah lekesi ve lokalize hemoraji santral skotoma neden olur; optik sinir kenarında anormal konus, kör noktada belirgin genişlemeye neden olur (10).

**5.9. Glokom:** Görme alanı muayenesi glokomatöz optik sinir hasarının teşhis edilmesinde, evrelendirilmesinde ve hastalığın seyrinin takip edilmesinde en önemli klinik testlerden birisidir. Glokom retina gangliyon hücre kaybı ile karakterize bir optik nöropatidir. Glokomatöz görme alanı kayıpları retina sinir lifi tabakasının anatomik yapısına uygunluk gösterir. Bu nedenle glokomatöz görme alanı kayıpları çoğunlukla lokalizedir, horizontal meridyeni aşmazlar, genellikle Bjerrium alanı içinde kör noktanın nazalinden başlarlar ve çoğunlukla santral 30°'lik alanda

saptanırlar. Glokomda görme alanı kayıpları 2 ana gruba ayrılırlar (4,7,8).

5.9.1. Lokalize defektler: Glokom için tipiktirler ve hasar gören retina sinir lifi tabakasına uyum gösterirler. Parasentral skotom, Nazal basamak, Arkuat veya Bjerrium skotomu temporal sektör defektler, bu sınıfın içerisinde (4,7,8).

5.9.2. Diffüz kayıplar: Genel retinal duyarlılık kaybı olarak ortaya çıkarlar. Daha nadir görülürler ve belli bir sinir lifi demeti kaybı yapısında değildirler. Aynı tip defektler miyosis (3mm altında pupilla), media opasiteleri, düzeltilmemiş refraksiyon ve diffüz retinal hastalıklar sonucu da ortaya çıkabilir (4,7,8).

5.10. Optik nöropatilerde fokal görme alanı defektleri:

5.10.1. Santral skotom: Demyelinizasyon, toksik ve nutrisyonel, leber herediter optik nöropati, kompresyon (11).

5.10.2. Büyümüş kör nokta: Papilödem, Konjenital anomaliler (11).

5.10.3. Horizontal meridyene uyan: Anterior iskemik optik nöropati, glokom, disk drusenleri (11).

5.10.4. Vertikal meridyene uymayan superotemporal kusurlar: Tilted disk (11).

## KAYNAKÇA

1. Aydın Akova Y, Aydın O'dwyer P, editörler. Temel Göz Hastalıkları. 3. baskı. Güneş Tıp Kitapevi; 2015.;87-94.
2. Andaç K. Görme alanının Tarihi, Görme alanı el kitabı. Aydan P (editör). Aksu, İstanbul, 2006.; 277-80.
3. Sakata LM, DeLeón-Ortega J, Girkin CA. Selective perimetry in glaucoma diagnosis. Curr Opin Ophthalmol. Mart 2007;18(2):115-21.

4. De Moraes CG, Liebmann JM, Levin LA. Detection and measurement of clinically meaningful visual field progression in clinical trials for glaucoma. *Prog Retin Eye Res.* Ocak 2017;56:107–47.
5. Barton JJS. Perimetry at the Bedside and Clinic. *F Vis.* 2003;21–30.
6. Walsh TJ. Görme Alanları muayene ve yorumlama. 3. baskı. Tekeli O, editör. Hiperlink Yayınları; 2013.
7. Sharma P, Sample PA, Zangwill LM, Schuman JS. Diagnostic tools for glaucoma detection and management. *Surv Ophthalmol.* Kasım 2008;53 Suppl1(SUPPL1): 17-32.
8. Yalvaç I, editör. Glokom. 1. baskı. Türk Oftalmoloji Derneği Eğitim Yayınları; 2009. sayfa 233–47.
9. Delgado MF, Nguyen NTA, Cox TA, et al. Automated perimetry: a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology.* Aralık 2002;109(12):2362–74.
10. Eğriemez, S., Geleneksel Yöntemler: Görme Alanı-Amsler- Renk Görme., 18. TOD Yaz Sempozyumu, Çeşme/İzmir: 18. TOD yaz sempozyumu kitapçığı; 2018; 1-18
11. Salmon JF. Kanski's Klinik Oftalmoloji; Sistemik Bir Yaklaşım Dokuzuncu Baskı (2020) Elsevier Health Sciences; Y., Aydın Akova, O, Dönmez, Çev. Ed., Güneş Tıp Kitabevleri, Ankara, 2020; 9-19



## BÖLÜM 4 RENKLİ GÖRME

**Dr. Deniz Bağcı**

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi,  
Göz Hastalıkları Anabilim Dalı

**Prof. Dr. Cezmi Akkın**

Dünyagöz Hastaneler Grubu,  
Göz Hastalıkları

Görme için bir ışık kaynağı, üzerine ışık düşen bir nesne ve bir izleyici olması gerekir. Renklerin algılanmasında göz, beyin, psikoloji ve kültürel etkenler gibi birçok parametre rol alır. Renklerin kendileri yanında, çevrelerindeki renk ve ışıklara göre açıklık-koyulukları da algılanır (1).

Renk ayırma grafiğinde insan gözü 455-535 nm arasında en iyi ayırma kabiliyetine sahiptir. Her bir rengin farklı tonlarının algılanması ise bu farklı kon tiplerinin farklı miktarlarda uyarılıp, uyarıların beyinde birleştirilmesine bağlıdır. Renk farkı algılaması beyinde kortikal düzeyde olur (2, 3).

Algılamada renk "dikkat öncesi" algılamalardan biridir. Bu nedenle renk 0,2 saniyeden önce algılanır. Renk algılaması genelde şekil algılamasından önce gelir. Renklerin farkını algılamamızı sağlayan gözün fizyolojisi ve beynin verdiği tepkilerdir. Renk algılaması aydınlatmanın tekniği, kalitesi ve miktarı, arka plan rengi, ortamdaki diğer renkler, bellek ve kültür ile ilgilidir. Sanattaki ve çevremizdeki renk kullanımı genelde lokal renk, optik renk (ortamdaki ışığa göre değişmiş olan renk) ve isteğe bağlı boyanmış renk (nesnenin doğal olarak oluşmayan rengi) olarak değişir (2, 3). Psikolojik olarak ise renkler farklı algılanmaz. Algılanan renklerin psikolojik olarak anlamı kişisel özelliklere (örneğin

bellek, deneyim ve zeka) ve kültürel birikim ile arka plana göre değişebilir (2, 3).

Işığın kendisi görülebilir olmadığı için ışık bir yüzeyden geriye yansıdığı zaman ancak renkler algılanabilir. Beyaz bir ışığın tümü yansırsa beyaz, bir kısmı emilip bir kısmı yansırsa yansıyan dalga boyundaki renkler, hiçbir dalga boyu yansımaz ise siyah/karanlık olarak algılanır (4).

Renk nesnenin bir özelliği değildir. Nesneden yansiyarak göze düşen elektromanyetik ışığın dalga boyuna göre (380-760 nm) beyinde renk hissi oluşur (2). Nesnelere düşen elektromanyetik ışığın bir kısmını emerek tutar, bir kısmını da yansıtır. Üzerine düşen elektromanyetik ışınlar içinde olmayan bir elektromanyetik ışını yansıyamaz. Nesnenin üzerine düşen ışıkta olmayan bir dalga boyu beyin tarafından renk olarak algılanmaz. Renk bu nedenle nesnenin değil, nesnenin üzerine düşen ışığın bir yansımasıdır (1).

Renk ayırma grafiğinde insan gözü 455-535 nm arasında en iyi ayırma kabiliyetine sahiptir. Her bir rengin farklı tonlarının algılanması ise bu farklı kon tiplerinin farklı miktarlarda uyarılıp, uyarıların beyinde birleştirilmesine bağlıdır. Renk farkı algılaması beyinde kortikal düzeyde olur (2,5). Retinaya düşen ışığın renkleri konlar tarafından algılanır. Konlar öncelikle makulada konumlanmıştır. Foveoladaki konlar daha ince ve uzun olup, renk görmeden çok keskin görmeden sorumludurlar. Kırmızı, yeşil ve mavi renkleri algılayan konlar bulunmaktadır (4). Her biri spesifik sensitiviteye sahip 3 retina kon hücresi vardır. Mavi (tritan) 414-424 nm, yeşil (deuteraan) 522-539 nm ve kırmızı (protan) 549-570 nm'de en duyarlıdır. Normal insanlar bu üçünün karışımından oluşan spektrumla görürler. (6) Ancak her bir kon yalnızca belli bir dalga boyunu değil, o dalga boyu çevresindeki dağılımı da algılar. Bu grafikler/çizgeler her bir renk için birbiri ile kimi yönden çakıştığı için, mavi konlar yeşil rengi, yeşil konlar mavi ve kırmızı rengi, kırmızı

konlar da yeşil rengi kısmen algılarlar yani konlardan birinin işlev yapmaması, o rengin tümüyle görülmediği anlamına gelmez (4).

Sarı zemin üzerinde mavi renkli görme alanı bu altyapı üzerine yapılmıştır. Mavi kon hücrelerinin mavi renge duyarlılığı, kırmızı veya yeşil kon hücrelerinin mavi renge karşı duyarlılığından fazla değildir. Ama kullanılan sarı arka plan ışığı, kırmızı ve yeşil kon hücrelerinin çalışmasını önlediği için sadece mavi kon hücrelerinin işlevi ölçülebilir hale gelmektedir (1).

Kırmızı, yeşil ve mavi dışındaki renklerin algılanması, iki veya üç farklı tür konun eşzamanlı uyarılmasına bağlıdır. Kolorimetri (fotoreseptör seviyesinde ölçüm) ile hangi fotoreseptörlerin uyarıldığı ölçülebilir. Yöntem olarak flicker fotometri veya spektrofotometre kullanılır (1).

Üç temel rengin olması ışığın fiziksel yapısından gelen bir özellik değil, yukarıda belirttiği gibi insanın yapısından kaynaklanmaktadır. Hayvanlar dünyasında morötesindeki ışınları renk olarak algılayan canlılar olduğu gibi (arılar), kızıl ötesini de algılayanlar (yılanlar) bulunmaktadır. Ayrıca özellikle bazı balıklarda renk görme için 5 tür kon hücresi olduğu da bilinmektedir (2, 3).

## **1. Renk Görme Testleri**

Zorluk dereceleri, tamamlama zamanları ve teşhis ettikleri renk görme bozuklukları farklı olan renk görme testleri vardır. Renk eşleme, psödoizokromatik tablolar, renk düzenleme (renkleri sıraya dizme) ve anomaloskop gibi farklı yöntemler mevcuttur (1, 2, 5, 7).

### **1.1. Renk eşleme testleri:**

Hasta üç farklı renkteki ışık kaynağını kullanarak görüntünün bir yarısında verilen rengi oluşturmaya çalışır.

Eğer renk görme bozukluğu varsa bu kullandığı renkler ve kullandığı oranlar ile ortaya çıkar (1, 2, 5, 7).

## 1.2. Psödoizokromatik tablolar:

En sık kullanılan testlerdir. Basit ve hızlı uygulanabilirler. Test tabloları doygunluğu aynı olan arka planın üzerindeki renkli rakam, şekil veya görsel yollardan oluşurlar. Renk görme bozukluğu olanlar renk görmesi normal olanların gördükleri rakam veya şekilleri göremezler. Test uygulanırken yanılırları en aza indirmek için test kitapçığı sayfalarındaki yansımayı azaltmak için sayfalar ışığa 45 derece açı ile tutulmalı, ama gözün bakış açısına dik olmalıdır. En sık kullanılan psödoizokromatik tablolar Ishihara testidir. Ishihara testi sadece kırmızı-yeşil eksenindeki renk görmeyi sınar. Bunun dışında bazıları mavi rengi de test edebilen (örneğin Velhagen, HRR testi) birçok psödoizokromatik tablo testi vardır (1, 2, 5, 7) (Şekil-1).



**Şekil-1.** Ishihara Testi: Test uygulanırken yanılırları en aza indirmek için test kitapçığı sayfalarındaki yansımayı azaltmak amacıyla sayfalar ışığa 45 derece açı ile tutulmalı, ama gözün bakış açısına dik olmalıdır. Sol sayfada yanlış açıyla tutulduğu için oluşan ışık yansımasını görmekteyiz.

### 1.3. Renkleri sıraya dizme testleri:

Renkleri sıraya dizme testlerinde hasta renkli boyanmış parçaları, sabit bir başlangıç renginden başlayarak benzerlik esasına göre sıraya dizer. Daire şeklinde hazır şekillerin üzerinde hastanın yaptığı sıralama çizgileriyle birleştirilerek işlenir. Normal renk görmesi olan bir kişi renkleri maviden yeşile, turuncuya ve kırmızıya varacak bir daire şeklinde dizebilir. Renk görme bozukluklarında bu dairede çapraz olarak sıçrama çizgileri oluşur. Protanopi, dötoranopi ve tritanopide her biri kendine has bir yönde çapraz çizgiler oluşur ve teşhis konabilir. Konjenital renk görme bozuklukları için en sık kullanılan testler Farnsworth-Munsell 100-Renk Testi ve Farnsworth D-15 Testidir. Edinsel ve daha az belirgin olan renk görme bozuklukları için Lanthony Desatüre 5-Renk testi kullanılabilir. Roth Desatüre 28 Renk Testi de bu tür testlerindedir (1, 2, 5, 7).

### 1.4. Anomaloskop

Anomaloskoplar, iki ayrı dalga boyundaki iki farklı ışığı, değişik oranlarda karıştırarak eşit algılanan noktaya getirmek ilkesine dayanır. En sık kullanılan Nagel anomaloskopu sadece kırmızı-yeşil eksenindeki renk bozukluklarını ölçebilir. Maxwell görüşlü spektroskop tekniğine dayanır. Tam ortada 3°'lik görüş alanına uyan ikiye ayrılmış bir dairenin bir yarısında lityum kırmızısı (670 nm), diğer yarısında ise talyum yeşili (546 nm) vardır. Bu iki rengin karışımı sodyum sarısını (589 nm) verir. Hasta dairenin sağ ve sol yarısını eşit renk olarak algıladığı duruma getirince renk görme testinin sonucu okunur (Normal renk görmesi olanlarda gözde kırmızı ve yeşil karışımının sarı renk olarak algılandığı nokta). Anomaloskop ile muayenede hastadan 3 saniyede bir test görüntüsünün dışındaki beyaz bir ışığa bakması istenir. Böylece hastanın renge alışma olasılığı engellenir. Hastanın her iki renkte kullandığı oran testin sonuç değeridir. Karşılıklı yarımalar

karışımındaki ışıklandırmayı sabit tutarlar. Muayene iki kısımdan oluşur: Muayene edilen kişi kırmızı/yeşil oranını ve sarı rengin aydınlığını değiştirerek uyumlu çiftleri bulur. Muayene eden kişi kırmızı yeşil oranını belirler ve muayene edilenin tam uygun sarıyı bulmasını ister. Ölçülen renk anomali değeri 0,7-1,4 arasında ise hastanın renk görmesi normal sınırlar içinde kabul edilir. Renk anomalisi değeri 0'dan 0,7'e kadar ise protanomali, 1,4'ten sonsuza kadar ise Dötoranomali vardır. Anomali değeri ölçülemiyorsa, hastalar ya Protanop, ya da Dötoranoptur. Bazıları mavi renk görme bozukluğunu da ölçebilen başka anomaloskoplar da vardır (1, 2, 5, 7).

## **2. Renk Görme Testleri kimlere ve ne zaman uygulanmalıdır?**

Renk testleri için ihtiyaca göre gereken hassaslıkta testler seçilmelidir. Testlerin hassaslığı arttıkça hem daha karışık hale geldiği hem de daha uzun zaman aldığı hatırlanmalıdır. Renk testleri çocuklara okula başlamadan hemen önce yapılmalıdır. Çünkü renkler, eğitimde önemli bir öğrenme/öğretme aracı olarak kullanılmaktadırlar. Renk görme normal değeri 19 yaşında en üst düzeydedir. Bir hastanın ilk göz muayenesinde yapılmalıdır. Nedeni tespit edilemeyen görme düşüklüğü olan her hastada yapılmalıdır. Renk görme algılamasında değişiklik tarif eden her hastada ve günlük yaşamda renk görme zorluğu tarif eden her hastaya uygulanmalıdır. Mesleği gereği renk görmesi normal sınırlar içinde olması gereken hastalara uygulanmalıdır (6) (4). Multipl Skleroz gibi optik siniri de içine alan ve optik nörit düşünülen hastalıklarda özellikle sarı-mavi ekseninde renk görmeye bakılmalıdır (5). Amiodaron, Klorokin ve Tamoksifen gibi makulada birikme yapabilen ilaçları kullananlarda, makula işlevini izleme renk görmeye bakılarak da yapılır. Bu hastalarda kırmızı-yeşil ekseninde bozukluklar ortaya çıkabilir. Benzer bir izleme

diabetik retinopatisi olanlarda da yapılabilir. Kan şekeri yükseldikçe sarı-mavi ekseninde görme bozulur (5).Renk görme muayenesi, herediter fundus distrofilerinin klinik değerlendirmesinde, görme keskinliği ve görme alanı değişikliklerinden önce patolojik yanıt verebileceğinden faydalıdır (6).

### **3. Edinsel-Kalıtsal Renk Görme Kusurlarının Farklılıkları**

Günlük pratikte sıklıkla karşımıza çıkan doğumsal renk görme kusurları stabil seyrederek. Edinsel renk görme kusurları bozulma ve düzelme dönemleri gösterdiğinden, özellikle retina ve optik sinir hastalıklarında gerek erken tanı gerekse tedavinin takibinde gösterge olarak kullanılabilir. Edinsel kusuru olan hastalar objelerin renginin değiştiğini ifade ederler, ya da renklere farklı isim vermeye başlarlar. Örneğin santral seröz retinopati veya yaşa-bağlı makula dejeneresansı olan bir hasta mor veya maviyi daha renksiz ya da yeşil olarak görür. Aynı retina hastalıklarında hem turuncu hem kırmızı renkler, kırmızı olarak algılanır. Retrobulber nöritli hastada sarı, yeşil ve turuncu renklerin tümü sarı algılanırken, mor ve mavi renkler mavi, kırmızı renk ise karanlık veya renksiz algılanır. Mavi-sarı kusurunun saptanması, doktoru oküler patolojilere bağlı renk görme kusuru yönünden uyarmalıdır. Edinsel renk görme kusurları arasından mavi-sarı en yaygın olanıdır. Kalıtsal kusurlarda ise kırmızı-yeşil en yaygın olanıdır. Edinsel renk görme kusurları genellikle asimetric, büyük çoğunda ise tek taraflıdır. Bu nedenle bu olguların renk görme muayenelerinde her bir göz ayrı ayrı değerlendirilmelidir (6).

#### **4. Çeşitli Hastalıklarda Gözlenen Renk Görme Kusurları**

4.1. Mavi-sarı renk görme kusuru gözlenen patolojiler: Glokom, retina dekolmanı, retinanın pigmenter dejenerasyonları, yaşa bağlı makula dejeneransı, miyopik retina dejeneransı, koryoretinit, retina damar tıkanıklıkları, diyabetik retinopati, hipertansif retinopati, papilödem, metil alkol zehirlenmesi, santral seröz retinopati (eşlik eden kırmızı parlaklık kaybı), dominant herediter optik nöropati (6).

4.2. Kırmızı-yeşil renk görme kusuru gözlenen patolojiler: Optik nörit (retrobulber nörit dahil), tütün ve toksik ambliyopi, leberin optik atrofisi, optik sinir ve görme yolları lezyonları, papillit, herediter juvenil makula dejenerasyonu (Stargardt ve Best) (6).

#### **KAYNAKÇA**

1. Or, H., Renkli Görme, In: Tamçelik, N., ed. TOD. Optik Refraksiyon Rehabilitasyon Temel Bilgiler, 1. Baskı, Galenos yayınevi, İstanbul.,2010; 214-23.
2. Forrester J V., Dick AD, McMenamin PG, Roberts F, Pearlman E. Physiology of vision and the visual system. İçinde: The Eye [Internet]. Elsevier; 2016. s. 269-337.e2. Available at: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780702055546000058>
3. Mannis MJ. Duane's Ophthalmology. Am J Ophthalmol [Internet]. Ekim 1993;116(4):519–20. Available at: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0002939414714254>
4. Özdemir, Ö., Binoküler testler, In: 41. Tod Nisan Kursu Optik, Refraksiyon ve Refraktif Cerrahi, 1.Baskı, Türk Oftalmoloji Demeği Eğitim Yayınları; Ankara 2022: 59-63
5. Hovis JK. Diagnosis of Defective Colour Vision, 2nd Ed. Optom



Vis Sci [Internet]. Temmuz 2002;79(7):406. Available at: <http://journals.lww.com/00006324-200207000-00005>

6. Eğrilmez, S., Geleneksel Yöntemler: Görme Alanı-Amsler-Renk Görme., 18. TOD Yaz Sempozyumu Kitapçığı; Çeşme/İzmir: 2018; 1-18
7. Aydın Akova Y, Aydın O'dwyer P, editörler. Temel Göz Hastalıkları. 3. baskı. Güneş Tıp Kitapevi; 2015.;45-70.



## BÖLÜM 5

### KONTRAST DUYARLILIK

**Dr. Deniz Bağcı**

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi,  
Göz Hastalıkları Anabilim Dalı

**Doç. Dr. Cumali Değirmenci**

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi,  
Göz Hastalıkları Anabilim Dalı

Kontrast duyarlılık görme duyusunun önemli bir parçasıdır. Hastaların 'tam' görme keskinliğine sahip olmasına rağmen kontrast duyarlılığı düşük olması nedeni ile iyi görememe şikâyeti olabilir. Hareketin tespiti, görme alanı, desen tespiti, karanlık adaptasyonu ve görme keskinliğinde önemlidir (1).

Kontrast miktarı farklı formüller kullanılarak gösterilebilir. Michelson formülüne göre maksimum ve minimum ışık şiddetleri arasındaki farkın bu iki ışık şiddetinin toplamına oranlanması kontrast miktarıdır. Yani maksimum ışık şiddeti  $I_1$ , minimum ışık şiddeti  $I_2$  ise kontrast  $(I_1 - I_2) / (I_1 + I_2)$  oranına eşittir (2).

Objenin boyutu zeminden ayırt edilebilmesi için gerekli kontrast miktarını etkiler. Kontrast zamansal kontrast ve uzaysal kontrast şeklinde iki başlık altında incelenebilir.

Uzaysal kontrast: Herhangi bir objenin boyutu belirli boşluklar ve açılar ile yerleştirilmiş çizgiler ile tanımlanabilir. Belirli bir görme açısında ardı sıra yerleştirilmiş karanlık ve aydınlık çizgiler (cycles) uzaysal kontrast frekansı olarak adlandırılmaktadır. Yüksek uzaysal frekans yoğun olarak yerleştirilmiş çizgiler olarak görülürken düşük uzaysal frekans ise geniş aralıklar ile yerleştirilmiş çizgiler olarak görünür. Örnek olarak; dikine ya da enine siyah-beyaz

çizgilerden oluşan bir desen ya da satranç tahtası deseni verilebilir.

Zamansal kontrast: Bir ışık flaşının yanıp sönmesi ya da belirli zamansal aralıklarla şiddetinin değişmesi zamansal kontrasta örnektir (2, 3).

Uzaysal ve zamansal kontrast uyarımı aynı anda da ortaya çıkabilmektedir. Örnek olarak; satranç tahtası desenindeki siyah ve beyaz karelerin belirli zamansal aralıklarla (frekans) değişmesi verilebilir. Böyle bir uyarı PVEP (desen görsel uyarana kortikal yanıt) testinde uyaran olarak kullanılarak kontrast değişimine görme korteksinin yanıtı elde edilebilir (2, 3).

İnce çizgiler şeklinde yüksek uzaysal frekansa sahip bir deseni algılayabilme kabiliyeti rutin görme keskinliği testleri ile yakından ilişkili olduğu için uzaysal kontrast zamansal kontrasttan daha fazla ilgi çeken bir konudur. Uzaysal frekansın kontrast ile ilişkisi çan eğrisi şeklindedir. 2-4 desen/derece frekanslarda %0,5'lik kontrast ki bu da siyah-beyaz farkı demektir. Konvansiyonel görme keskinliği ölçme metotlarında sadece bu son bahsettiğimiz nokta tespit edilir. Zamansal kontrast duyarlılıkta olduğu gibi düşük ve yüksek frekanslarda duyarlılık azalmaktadır. Rutinde görme keskinliği belirleme işleminde desenler yerine optotipler tercih edilirler. Bunun nedeni; Optotipler daha tanınmış karakterlerdir ve harflerin ayırt edilmesi yöntemi çok güçlü bir psikofizik yöntemdir (1, 2, 4).

## **1. Kontrast Duyarlılık Ölçümü**

Kontrast duyarlılık eşelleri genellikle değişik kontrast seviyelerindeki çizgi ya da harfleri kullanarak hastaların foveal kontrast eşiklerini saptamaya çalışır. Uzaysal kontrast duyarlılık genellikle dikey çubuklarla belirlenir ve bu amaçla piyasada elektronik düzenekler mevcuttur ancak pahalıdırlar. Alternatif olarak bu şekiller kâğıt üzerine basılıp da kullanılabilirler. Bir diğer yöntem harf eşelleridir. Kullanımları kolaydır ve hastalar görme keskinliği ölçümünden dolayı alışkınlarıdır. Yöntemden bağımsız

olarak eşellerin aydınlatma, yansımalar, renk atması, öğrenme ve kötü uygulanan test metotlarından etkilendiği akılda tutulmalıdır. Son yıllarda kullanıma giren bilgisayar yardımlı kontrast testleri esnek ve farklı test stratejileri uygulanabilir olmasına rağmen yüksek maliyetli oluşu, ekran boyutu ve parlaklığından etkilenebilmesi nedeniyle her zaman tercih edilememektedir. Zamansal kontrast duyarlılık ise en iyi ışık şiddetinin elektronik kontrol altında tutulabildiği sistemlerde belirlenir. Bunu için ışık saçıcı diyot (LED) iyi bir seçimdir (1, 4).

## **2. Başlıca Kontrast Duyarlılık Testleri**

### **2.1. Pelli-Robson kartları**

Harflerin giderek azalan kontrastlarda kullanıldığı bir duvar eşelidir. Harflerin tümü aynı boyutta olup, 3 metreden bakıldığında 0,5 devir/derece (yaklaşık 1 metreden parmak sayma düzeyinin görme keskinliği değeri: 0.016) uzaysal frekansa denk gelir. Bu testin üstünlüğü, görme keskinliği ölçümünde kullandığımız herkesçe bilinen harflerle yapılmasıdır. Olumsuz yanı ise harf boyutunun tek olup, bir tek uzaysal frekansa ait kontrast duyarlılık düzeyini ölçmesidir (1, 4-6).

### **2.2. Regan düşük kontrast görme keskinliği testi**

Her birinde 7 sıra harf bulunan 3 karttan oluşur. Harfler boyut olarak, bir üst sıradakinin %40 (1/4 oktav) küçüğüdür. En küçük harfler Snellen eşelinde 20/10 sırasına denk gelen boyuttadır. Yüksek kontrast ve orta düzeyde kontrast test edilmiş olup, klinik olarak düşük kontrastın test edilmesinin gerekli görülmediği bir test türüdür. Düzeltilmemiş refraksiyon kusurlarının yarattığı bulanıklıktan fazla etkilenmez (1, 4-6).

### **2.3. Vistech vizyon kontrast testi**

Bilgisayar ile oluşturulmuş, her biri 3 inç çapında yuvarlak sinüzoidal dalga desenlerinden oluşan 6 test sırasından

meydana gelir. Desenler sıfır kontrasttan 0.1 logaritmik ünitelik basamaklarla artar. Test güvenilirliği, yanlış negatif sonuçların yüksekliği nedeniyle iyi değildir (normallerde dahi %23 yanlış negatiflik bulunmuştur) (1, 4-6).

#### 2.4. Cambridge düşük kontrast gratingleri (parmaklık desenleri)

Bir tek uzaysal frekansa (4 devir/derece) denk gelen test sayfalarından oluşur. 12 adet karşılıklı sayfadan hangisinin düz gri, hangisinin çizgili olduğu sorularak test yapılır. Her bir göz için 4 kez kontrastı en yüksek sayfadan, hatalı yanıt verilen sayfaya kadar sorgulama yapılır, sonuç tablosu bu 4 sorgulamanın ortalamasına denk gelecek biçimde tasarlanmıştır (1, 4-6) (Şekil-1)



Şekil-1. Cambridge düşük kontrast gratingleri

### **3. Kontrast Görme Bozukluğu Yapan Çeşitli Patolojiler**

Kontrast duyarlılık kaybı belirli bir hastalığı işaret etmezken kontrast kaybına sebep olan bazı hastalık gruplarına yönlendirmemizi sağlar. Ancak yine de kontrast duyarlılık tespiti hastalıkların tanısında ve tedavinin yönlendirilmesinde değerli bilgiler verir (1).

3.1. Kornea ve lense ait hastalıkları: Optik kalitedeki her düşüş, kontrast duyarlılığı etkiler. Etkilenme, en az düşük uzaysal frekanslardadır. Kornea ödemi ve kataraktın kontrast duyarlılığı düşürür ve düşüş, uzaysal frekansların yüksek olduğu test sayfalarında en fazladır. Ancak bir istisna olarak, kataraktlar arasında arka subkapsüler katarakt, tüm uzaysal frekanslarda ciddi kontrast duyarlık kaybı yapar, buna kamaşma da eşlik eder (5).

3.2. Glokom: Genelde iyi bir görme keskinliği ile seyreden glokom hastalığı, kendini her uzaysal frekansta fark edilebilen kontrast duyarlık kaybı ile gösterir. Glokom ağırlaştıkça kayıp daha belirginleşir (5).

3.3. Retinopatiler: Diyabetik retinopatide, kontrast duyarlık kaybı bildirilmiştir. Hastalığın ağırlığı ve retinopatinin süresi ile orantılı değildir. Makulayı tutan hastalıklarda azalan görme keskinliği nedeniyle öncelikle yüksek ve orta düzeyli uzaysal frekanslarda kayıp ortaya çıkarken, bunu son olarak düşük uzaysal frekanslardaki kayıplar izler. Merkezden perifer kaydıka, bozulma belirginleşir (5).

3.4. Optik sinir hastalıkları: Optik sinir hastalıkları, yalnızca hastalığın akut döneminde değil, görme keskinliğinin çoğu kez düzeldiği geç dönemde de kontrast duyarlılığın düşük seyrettiği bir hastalık grubudur (5).

3.5. Ambliyopi: Göz tembelliğinde kontrast duyarlık azalmıştır (5).

## KAYNAKÇA

1. Aydın Akova Y, Aydın O'dwyer P, editörler. Temel Göz Hastalıkları. 3. baskı. Güneş Tıp Kitapevi; 2015.;65-71
2. Richman J, Lorenzana LL, Lankaranian D, Dugar J, Mayer J, Wizov SS, vd. Importance of visual acuity and contrast sensitivity in patients with glaucoma. Arch Ophthalmol (Chicago, Ill 1960). Aralık 2010;128(12):1576–82.
3. Richman J, Spaeth GL, Wirostko B. Contrast sensitivity basics and a critique of currently available tests. J Cataract Refract Surg. Temmuz 2013;39(7):1100–6.
4. Ginsburg AP. Contrast sensitivity and functional vision. Int Ophthalmol Clin. 2003;43(2):5–15.
5. Berson EL. Visual function testing: clinical correlations. J Clin Neurophysiol Off Publ Am Electroencephalogr Soc. Eylül 1994;11(5):472–81.
6. Zeitz O. Myron Yanoff and Jay S. Duker: Ophthalmology, Fifth Edition. Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol. 2020;258(2):459.



## BÖLÜM 6

### BİNOKÜLER GÖRME

**Dr. Deniz Bağcı**

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi,  
Göz Hastalıkları Anabilim Dalı

**Doç. Dr. Elif Demirkılınc Biler**

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi,  
Göz Hastalıkları Anabilim Dalı

Bir nesneden gelen ışınlar, göz içerisindeki ortamlardan geçerken kırılır. Retina üzerinde gerçek, ters ve küçültülmüş bir görüntü oluşur. Bu optik görüntülerin, retinal hücrelerdeki kimyasal ve elektriksel uyarılar sonrası oluşturduğu sinyal, optik sinir aracılığıyla beyne iletilir. İki benzer gözümüz vardır ve bu nedenle odaklanılan cismin farklı açılardan görülen iki görüntüsü oluşur. Beynimizde bu iki görüntü işlenerek tek bir nesneye dönüştürülür ve binoküler tek görme meydana gelir (1, 2).

Binoküler görmenin (BOG) en büyük avantajı, mesafeleri tahmin etme ve üç boyutlu görme kapasitesidir. İkinci olarak görme alanımız genişler. Monoküler görüşte var olan kör noktalar binoküler görme ile ortadan kalkar (1, 3).

Normal binoküler tek görmemiz için her iki gözde görsel akslarımızın açık olması, duyuşsal füzyonu sağlayan retinal ve kortikal elemanların arasındaki bağlantılarımızın işlevsel olması ve son olarak da tüm bakış yönlerinde her iki gözün koordineli hareket ederek motor füzyonun sağlanması gerekir. Worth'un sınıflandırmasına üç basamaktan oluşur (1, 3, 4).

Bunlar:(4)

1. Simültane maküler persepsiyon (motor füzyon)

2. Füzyon (Duyusal füzyon)

3. Stereopsis

## 1. Stereopsis testleri

Stereopsis, ark saniye olarak ölçülür ( $1^\circ=60$  dakika ark; dakika=60 saniye). Normal uzaysal görme keskinliğinin 1 dakika olduğunu ve normal stereo-keskinliğin 60 saniye (1 dakikaya eşittir) olduğunu akılda tutmak gerekir. Stereo-keskinliği değerlendirmek için farklı ilkeleri olan çeşitli testler kullanılmaktadır. Yüksek dereceli BOG'nin varlığı hakkında en kesin kanıtı Random dot testleri (ör. TNO, Frisby) sağlar. BOG iyi değilse kontura dayalı testler (ör. Titmus) stereopsis hakkında daha güvenilir bilgi verebilir (1, 3).

### 1.1 Titmus Testi

Titmus testi, Polaroid gözlüklerle görülebilen kitapçık şeklindeki 2 plakadan oluşan üç boyutlu bir vektografdan oluşur. Sağdaki büyük bir sinektir, soldakinde ise bir dizi halkalar ve hayvanlar vardır. Test 40 cm mesafeden uygulanır (1, 3).

Sinek kaba stereopsis testidir (3000 ark saniye) ve özellikle çok küçük çocuklarda yararlıdır. Sinek sayfadan çıkacakmış gibi gözükür ve çocuğa işaret ve başparmağı ile sineğin kanatlarından birini yakalaması söylenir. Kaba stereopsis yokluğunda sinek sıradan düz bir fotoğraf gibi gözükür (1,3).

Hayvanlar, üç sıra biçimlenmiş hayvan şekillerinden oluşur (400 ile 100 ark saniye), hayvanlardan biri referans düzleminin önünde gözükür (1, 3).

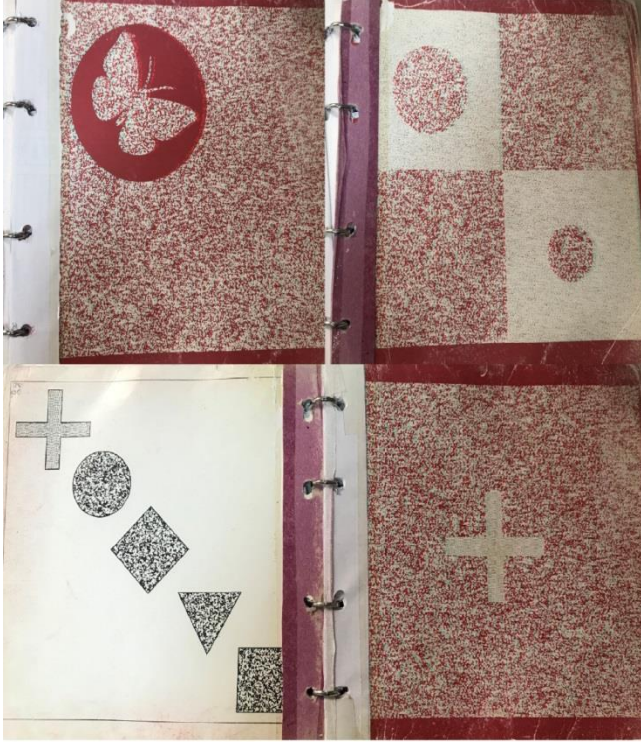
Halkalar, hassas derinlik algısı 800 ile 40 ark saniye arasında derecelendirilmiş diziler şeklindedir. Normal stereopsis varlığında referans düzleminin önünde gözükür, dört daireden oluşan bir setin plaka yüzeyinden öne çıktığı görülmelidir (1, 3). (Şekil-1)



**Şekil-1.** Titmus testi. Büyük bir sinek (A). Bir dizi halkalar ve hayvanlar (B). Polaroid gözlük (C)

## 1.2 TNO Stereo Testi (Tesadüfi nokta testi)

TNO random nokta testi, özel kırmızı-yeşil gözlüğüyle görülebilen rastgele dağılmış kırmızı ve yeşil nokta çiftlerini içerir. 7 plakadan oluşur ve 40 cm'den test edilirse 480 ile 15 ark saniye aralığını ölçer. Her bir plakada, hedef şekli (kareler, artı işaretleri vb.) oluşturan bir rengin noktaları, hedefin dışındakinden farklı bir retinal disparite oluşturacak şekilde diğer rengin eşleşmiş noktalarına göre horizontal olarak yer değiştirmiştir. Kontrol şekilleri kırmızı-yeşil gözlükler olmaksızın da görülebilir (1, 3) (Şekil-2 ve Şekil-3).



Şekil-2. TNO



Şekil-3. Kırmızı-yeşil gözlükler

### **1.3 Frisby Sterotest**

Frisby stereotesti, değişen kalınlıktaki üç Şeffaf plastik plakadan oluşur ve her bir plakanın yüzeyinde rastgele dağıtılmış küçük şekillerden oluşan dört kare basılıdır. Karelerden birinde plakanın öbür yüzüne basılmış rastgele şekiller içinde saklı bir daire vardır. Hastanın bu saklı daireyi bulması gerekir. Özel gözlükler gerektirmez. Bakılan mesafenin artıp azalmasıyla disparite değiştii için bu mesafe tam olarak ölçülmelidir (1, 3).

### **1.4 Lang Testi**

Lang stereotesti, özel gözlükler gerektirmez. Hedefler (yıldız, ay, araba ve fil) gömülü silindirik lens elemanları aracılığıyla her bir göze ayrı ayrı gösterilir. Yıldız monoküler olarak görülebilir ancak binoküler görüşe sahip gözlemcilere stereoskopik bir etki sağlar. Hastadan kart üzerindeki yıldız gibi şekli göstermesi veya söylemesi istenir (1, 3).

## **2. Belirgin Őaşılıęı olmayan infantlarda binoküler füzyon testleri**

### **2.1 Tabanı dışarıda prizma**

Tabanı dışarıda prizma, çocuklarda füzyonu tespit etmede kullanılan hızlı ve kolay bir yöntemdir. Test, gözlerden birinin önüne 20PD tabanı dışarıda prizma yerleŐtirilerek yapılır (3, 5).

İyi BOG'ye sahip çocukların birçoğu, 6 aylıktan itibaren 20PD tabanı dışarıda prizmayı başarıyla geçebilir. Aksi durumda, daha zayıf prizmalar (16PD veya 12PD) denenebilir ancak tepkinin gözlenmesi daha zordur (3, 5).

### **2.2 Binoküler konverjans**

İlgili çekici bir hedefle basit konverjans, 3-4'üncü aydan itibaren gözlenebilir. Her iki göz de yaklaŐmakta olan

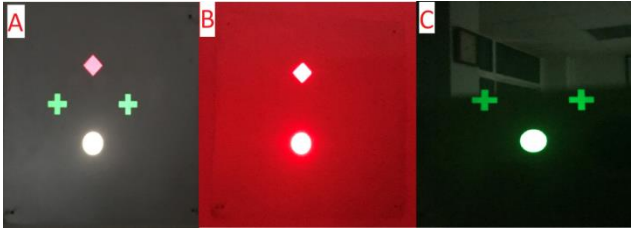
nesneyi simetrik olarak "burna" kadar takip edebilmelidir. İnfanttaki aşırı konverjans, başlangıç aşamasındaki ezotropyayı işaret edebilir. Diverjans, diverjans eğiliminin ya da sadece hedefe olan ilgisizliğin bir belirtisi olabilir (3, 5).

### 3. Duyusal anormali testleri

#### 3.1 Worth dört nokta testi

Hem uzak hem de yakın fiksasyon ile kullanılabilen bir dissosiyasyon testidir ve BOG, anormal retinal korespondans (ARK) ile supresyonu ayırmada kullanılır. Sonuçlar sadece, test sırasında belirgin şaşılık durumunun varlığı ya da yokluğu biliniyorsa yorumlanabilir (3, 5).

Prosedür: Hasta, sağ gözüne (yeşil dışındaki tüm renkleri filtre eden) yeşil camlı ve sol gözüne (kırmızı dışındaki tüm renkleri filtre eden) kırmızı camlı bir gözlük takar. Daha sonra, hasta dört ışıklı bir kutuya bakar: bir kırmızı, iki yeşil ve bir beyaz ışık. (Şekil-4)



**Şekil-4.** Worth 4 nokta testi, bir kırmızı, iki yeşil ve bir beyaz ışık. BOG varsa, dört ışığın hepsi görülür. (A) Sağ supresyon (B) Sol supresyon (C)

BOG varsa, dört ışığın hepsi görülür.

- Manifest kayma varlığında dört ışığın hepsi görülüyorsa, uyumlu ARK mevcuttur.
- İki kırmızı ışık görüldüyse, sağ supresyon söz konusudur

- Üç yeşil ışık görüldüyse, sol supresyon söz konusudur.
- İki kırmızı ve üç yeşil ışık görüldüyse, diplopi söz konusudur.
- 

### 3.2 Çizgili Bagolini Gözlükleri

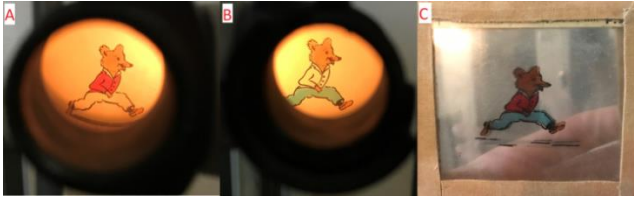
BOG, ARK veya supresyonu tespit etmek amacıyla yapılan bir testtir. Her iki camda Maddox çubuğunda olduğu gibi, noktasal bir ışık kaynağını çizgiye dönüştüren ince çizgiler vardır. Sonuçlar şaşılık olup olmadığı bilinmeden doğru şekilde yorumlanamaz (3, 5).

### 3.3 4PD prizma testi

Bu test, BOG'yi mikrotropiyadaki merkezi supresyon skotomundan ayırır (3, 5).

### 3.4 Sinoptofor

Şaşılık açısını dengeler ve uyarının her iki göze de eş zamanlı olarak sunulmasını sağlar. Bu nedenle de belirgin şaşılık durumunda binoküler fonksiyon potansiyelini araştırmada kullanılabilir ve özellikle ölçüm işlemini eğlenceli bulan (3 yaş ve üzeri) küçük çocuklar açısından çok değerlidir. Aynı zamanda, supresyon ve ARK'yi de tespit edebilir (3, 5) (Şekil-5).



**Şekil-5.** Sadece sol göz ile görülen görüntü (A) Sadece sağ gözle görülen görüntü (B) İki göz ile bakıldığında binoküler görme varlığında görülen görüntü (manuel) (C)

## Sonuç

Refraksiyon muayenelerinde kullanılan binoküler testler, binoküler dengeli görme varlığının ve ek olarak forya, stereopsis ve anizeikoninin değerlendirilmesinde kullanılırlar. Çağımızın en çok karşılaşılan şikayetlerden biri olan astenopinin çözümünde ilk başvurulacak testlerden olmalıdırlar (6).

## KAYNAKÇA

1. Donahue SP. Binocular Vision and Ocular Motility, 6th Edition. J Neuro-Ophthalmology [Internet]. 2003;23(1). Available at: [https://journals.lww.com/jneuro-ophthalmology/Fulltext/2003/03000/Binocular\\_Vision\\_and\\_Ocular\\_Motility,\\_6th\\_Edition.51.aspx](https://journals.lww.com/jneuro-ophthalmology/Fulltext/2003/03000/Binocular_Vision_and_Ocular_Motility,_6th_Edition.51.aspx)
2. Mukherjee P. Optics for Optometry Students. Opt Optom Students. 2009; 293-99
3. Salmon JF. Kanski's Klinik Oftalmoloji; SistematiK Bir Yaklaşım Dokuzuncu Baskı (2020) Elsevier Health Sciences; Y., Aydın Akova, O.,Dönmez, Çev. Ed., Güneş Tıp Kitabevleri, Ankara, 2020; 4-5.
4. Crone, R.A. (1982). Symptomatology. In: Evens, L. (eds) Convergent Strabismus. Monographs in Ophthalmology, vol 6. Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-94-009-8024-2\\_5](https://doi.org/10.1007/978-94-009-8024-2_5).
5. Aydın Akova Y, Aydın O'dwyer P, editörler. Temel Göz Hastalıkları, 3. baskı, Güneş Tıp Kitapevi; 2015.;867-78.
6. Ö Özdemir, Ö., Binoküler testler, In: 41. Tod Nisan Kursu Optik, Refraksiyon ve Refraktif Cerrahi, 1.Baskı, Türk Oftalmoloji Derneği Eğitim Yayınları; Ankara 2022: 59-63



## BÖLÜM 7

### VERNİER GÖRME KESKİNLİĞİ (Yerleşim, Hizalama Keskinliği)

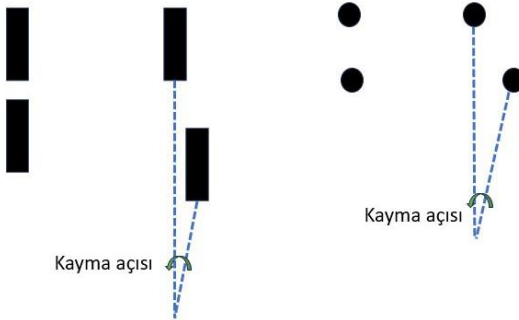
**Dr. Deniz Bağcı**

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi,  
Göz Hastalıkları Anabilim Dalı

**Prof. Dr. Cezmi Akkın**

Dünyagöz Hastaneler Grubu,  
Göz Hastalıkları

Göz uzaysal yerleşimdeki üç boyutlu ince ayrımları yapabilir. Göz iki çizgiye ait bölümlerin düzgün bir doğru oluşturup oluşturmadığını, varsa çizgideki kırıklığı 3-5 saniyelik bir açıda bile olsa saptayabilir (1-3). Aslında bu mesafe foveadaki bir kon hücresinin çapından daha küçüktür. Bu kusursuz görsel ayrımın mekanizması halen araştırma konusudur. İki çizgi ya da 3 noktanın aynı doğrultuda olmadığını ayırt edebilme keskinliği (vernier görme keskinliği) gözümüzün en duyarlı olduğu görme keskinliği türüdür (4, 5) (Şekil-1).



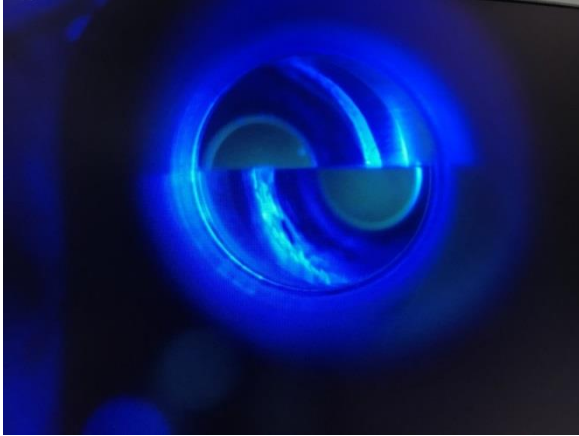
**Şekil-1.** Hizalama keskinliği yalnızca çubuk desenleriyle değil, noktasal diziler ile de ölçülebilir.

Literatürde vernier görme keskinliğin ölçümü için çeşitli yöntemler bildirilmiştir. Vernier hizalama genellikle bir bilgisayar ekranında görüntülenen noktalar, çizgiler ve ızgaralar gibi uyarılardan tespit edilebilir. Arka plan kontrastı, parlaklık, nesnelere arasındaki boşluk boyutu ve nesne boyutları gibi özellikler değiştirilebilir. Vernier görme keskinliği eşiğini ölçmek için kullanılan psikofiziksel yöntemler, bu nesnelere göreli konumlarını görüntülerken gözlemcinin yargısına (görsel algılarına) dayanan davranışsal tepkilere dayanır (5, 6).

Psikofiziksel özellikleri göz önüne alındığında, vernier görme keskinliği, yeni ortaya çıkan nöro-oftalmik tedavilerin klinik deneylerinde yararlı bir sonuç ölçütü olabilir ve daha tanımlanmamış teşhis protokolleri için yararlı olabilir (5).

Büyük ölçüde kortikal fonksiyona dayanır ve optik faktörlerden minimum düzeyde etkilenir, bu da onu kortikal görsel fonksiyonun yararlı bir göstergesi yapar (5).

Vernier hizalaması, oftalmoloji pratiğinde yer alan keratometre, lensmetre ve aplanasyon tonometresi (Şekil-2) gibi birçok cihazın karar ölçüsü olarak kullanılmaktadır (4).



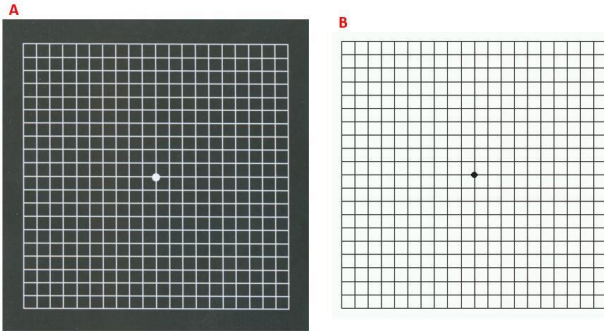
**Şekil-2.** Aplanasyon tonometresi

Klinik uygulamada rutin olarak ölçülmemesine rağmen, ambliyopi, glokom ve retinitis pigmentosada azaldığı bilinmektedir ve optik opasitelerinin varlığında retinal veya nöral görsel fonksiyonun bir ölçüsü olarak araştırılmıştır (5).

Gözün hizalama yetisinin belirlenmesi, makuladaki hastalıkların erken saptanmasında, Snellen görme keskinliğinden daha hassas bir yöntemdir ve bu durum Amsler grid testinin temelini oluşturmaktadır (4). Amsler grid santral görme alanını monitorize etmenin basit ve kolay bir yöntemidir ve makular hastalığı olan kişilerde sıklıkla anormaldir. Makuler hastalıkların tarama ve takibinde faydalıdır, ancak başka nedenlerden köken alan santral görme alanı defektlerini de gösterir. Ciddi koroidal neovaskülarizasyon (KNV) riski olan hastaların Amsler grid testini evde düzenli kullanmaları sağlanmalıdır (7).

Amsler testi fiksasyon noktasındaki 20 derece görme alanını değerlendirir (7). Hepsi 10 cm kenar uzunluklu kareden oluşan 7 farklı kart vardır (8).

**Kart-1:** Orijinal Amsler grid kartıdır. 400 adet 5x5 mm'lik karelere ayrılmıştır. 1/3 metreden bakıldığında, her bir küçük kare, 1°'lik görme alanına denk gelir. Emetropik bir gözde 5 x 5 mm'lik bu kareler, 250 x 250 mikronluk retina alanına izdüşüm yaparlar. Örneğin fiksasyon noktasından 3 kare uzaktaki metamorfopsi, lezyonun fovea merkezinden 3 x 250= 750 mikron uzaklıkta olduğu anlamına gelir (8) (Şekil-3).



**Şekil-3.** Orijinal Amsler Grid, Modifiye Amsler Grid

Renk doygunluk kusurlarını saptamak üzere (optik sinir hastalığı olan veya antimalaryal ilaç toksisitesi araştırılan hastalarda) kırmızı çizgilerden oluşturulan veya okuma güçlüklerini araştırmak için yalnızca yatay çizgilerden oluşturulan, farklı Amsler kartları da vardır. Ama orjinali dışında bu diğer kartların kullanımı kısıtlıdır (8).

### **Testin Yapılışı (8)**

1. Hasta yakın gözlüğünü takar, bir gözünü kapatır
2. Açık olan gözyle kartın merkezindeki noktaya bakar ve kartın üzerinde herhangi bir distorsiyon, bulanık alan veya boşluk olması ya da bazı karelerin diğerlerinden daha büyük-küçük görülmesi durumunda bildirmesi istenir
3. Makülopatili hastalar, bazı çizgilerin deforme olduğunu, optik nöropatili hastalar ise deformasyon saptanmayıp, bazı çizgilerin kayıp veya bulanık olduğunu ifade eder

### **KAYNAKÇA**

1. Baron WS, Westheimer G. Visual acuity as a function of exposure duration. J Opt Soc Am. Şubat 1973;63(2):212–9.
2. Westheimer G, McKee SP. Spatial configurations for visual hyperacuity. Vision Res. 1977;17(8):941–7.
3. Westheimer G. Optical superresolution and visual hyperacuity. Prog Retin Eye Res. Eylül 2012;31(5):467–80.
4. Soytürk, M., Eğrilmez, S., “Görme Keskinliği ve Ölçümü”, TOD. Optik Refraksiyon Rehabilitasyon Temel Bilgiler, 1. Baskı, Galenos yayınevi, İstanbul.,2010: 180-1.
5. Hu ML, Ayton LN, Jolly JK. The Clinical Use of Vernier Acuity: Resolution of the Visual Cortex Is More Than Meets the Eye. Front Neurosci. 2021;15:714843.
6. Li RW, Brown B, Edwards MH, Ngo C V, Chat SW, Levi DM. Reduced sampling efficiency causes degraded Vernier

hyperacuity with normal aging: Vernier acuity in position noise. Sci Rep. 2012;2:300.

7. Salmon JF. Kanski's Klinik Oftalmoloji; SistematiK Bir Yaklaşım Dokuzuncu Baskı (2020) Elsevier Health Sciences; Y., Aydın Akova, O.,Dönmez, Çev. Ed., Güneş Tıp Kitabevleri, Ankara, 2020; 1-9.
8. Eğrilmez, S., Geleneksel Yöntemler: Görme Alanı-Amsler- Renk Görme., 18. TOD Yaz Sempozyumu, Çeşme/İzmir: 18. TOD yaz sempozyumu kitapçığı; 2018; 1-18.



## BÖLÜM 8

### GLARE SENSİVİTESİ

**Dr. Deniz Bağcı**

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi,  
Göz Hastalıkları Anabilim Dalı

**Doç. Dr. Cumali Değirmenci**

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi,  
Göz Hastalıkları Anabilim Dalı

Glare (kamaşma) görme alanındaki doğrusal bir ışığın kontrast azaltıcı etkisi olarak tanımlanabilir. Kamaşma oluşturan ışık, kontrastı azaltacak şekilde parlak bir maske oluşturur ve bakılan hedefin görülebilirliğini azaltır. Zemindeki kuvvetli bir ışık varlığında hedefin görülebilirliğini sağlayan ışıklar arasındaki şiddet farkları algılanamaz. Ön segment patolojisinde kamaşma duyarlılığı artar, retina hastalığında ise çoğunlukla değişmez. Normal gözlerde ortalama olarak ışık saçılmalarının %30'u kornea, %70'i lens kaynaklıdır (1). Kamaşma testleri bu nedenle ön segment patolojileri için daha duyarlıdır (2).

Klinikte hastanın yeterli görme keskinliği olmasına rağmen, az görme şikâyeti olduğu durumlarda kamaşmanın olabileceği akılda bulundurulmalıdır. Bu durumlarda yapılacak ölçümler kontrast duyarlık testi ve kamaşma testi olmalıdır. Kamaşma testi, azalmış kontrastın görme işlevine etkisini ölçer (3).

#### **1. Kamaşma Duyarlılığı**

Birçok kişi için yüksek kamaşma ortamlarında (güneşin alçak olduğu saatlerde veya gece yoğun trafik olan ışıklı

yolda araba kullanırken, yazın kumsalda yürürken veya tümüyle beyaz duyarlı aydınlık bir odada) düşük ve orta kontrastlı nesnelere algılayamama sorunu görülebilir. Sorunun kökeninde ışık saçılması yer alır (3, 4).

Kamaşma duyarlılığı oranı (KDO); kamaşma kaynağı olmadan görme keskinliği ile kamaşma kaynağı varken görme keskinliğinin oranıdır (3,4).

Bu testin ve elde edilen oranın pratikte kullanım şu şekildedir. Testte %20 optotip kontrastlı bir eşde KDO 5 çıkar ise, düşük kamaşmalı bir ortamda 500 metreden görülebilen %20 kontrastlı bir arabanın yüksek kamaşma durumunda 100 metrede algılanabileceğini gösterir (3, 4).

Kamaşma duyarlılığı nedenler olarak kristalin lens opasiteleri, iristen geçen ışık (özellikle açık renkli gözlerde) ve kornea skarları öne çıkmaktadır (3, 4).

Kamaşma genel olarak iki şekildedir.

**1.1. Konforsuzluk Kamaşması:** Her yöndeki aydınlanma çok fazla olduğu zaman algılanan kontrast duyarlılık azalmasına işaret eder. Güneşli bir havada veya her tarafın karlarla kaplı olduğu zamanlarda sık görülür. Üveit, oküler albinizm, kon-rod distrofisi ve retinitis pigmentosa durumlarında patolojik olarak konforsuzluk kamaşması artar. Ölçümünde deneysel koşullarda ortamın ışık seviyesi artırılarak hastanın görsel açıdan hoşnutsuzluğu başladığı aydınlık seviyesi kamaşma duyarlılık noktası olarak belirlenir (1).

**1.2. Zafiyet kamaşması:** Görme alanının herhangi bir yerindeki ışık kaynağından dolayı bir hedefin görülebilirliğindeki azalmadır. Bu durum ışığın oküler ortamda saçılmaya maruz kaldığında ortaya çıkar ve saçılmaya maruz kalmış olan ışık hem hedefin hem de zeminin aydınlık seviyesini artırır. Sonuç olarak hem hedefin hem de zeminin aydınlanma seviyeleri birbirine çok yaklaştığı için hedefi zeminden ayırmak zorlaşır. Yaş artışı ile lensin görünmez olan ultraviyole ışığını görünür olan ve



saçılmaya maruz kalan mavi ışığa çevirme etkisinin artması, lenste subklinik opasitelerin oluşması, retinal aydınlanma seviyesini azaltan ve pupilla sınırında ışık saçılmasına neden olan senil miyozisin ortaya çıkması nedeni ile zafiyet kamaşması artar. Benzer şekilde özellikle arka subkapsüler katarakt varlığında belirgin derecede zafiyet kamaşması ortaya çıkar ki hasta bu durumdan çok rahatsız olabilir ve hastayı hekime getiren neden bu olabilir. Arka kamara göz içi lensi varlığında, arka kapsül kesafeti varlığında, keratokonus durumunda, kornea ödeminde de (özellikle epitelyal ödem varlığında) zafiyet kamaşmasından dolayı hastanın görme keskinliği azalabilmektedir (1, 2, 5). Ölçümünde kamaşma oluşturacak bir ışık kaynağı varlığında kontrast duyarlılık ölçümü yapılır (1).

## **2. Kamaşma Testleri**

### **2.1. Parlaklık Görme Testi (BAT):**

Orbita kenarlarını kapatacak şekilde göze yaklaştırılabilen ve iç yüzü aydınlatılabilen bir yarım küreden oluşur. Hasta yarım kürenin içindeki bir delikten bakarak karşıdaki eşeli okuyabilir. Kamaşma üç farklı ışık derecesi ile sağlanır. Hastanın görmesi kamaşma kaynağının varlığı ve yokluğu ile ölçülür. Sonuçlar hastanın görme keskinliği dışında aletin pil gücüne, ampulün yeni olup olmamasına ve pupilla büyüklüğü vb. faktörlere de bağlıdır. Ancak kullanımı kolay olduğu için, birçok klinik testte kullanılmaktadır (1, 4, 6).

### **2.2. Berkeley Kamaşma Testi:**

Bir metreden bakılacak şekilde küçültülmüş bir ETDRS eşeli kullanılır. Eşel optotiplerin kontrastı düşük olarak (%10) opak beyaz materyal üzerine basılmıştır. Eşel önden aydınlatmalıdır. Eşelin çevresinde ise arkadan aydınlatmalı (göze doğru), üç seviyeye ayarlanabilen kamaşma kaynağı bulunmaktadır. Hastanın görmesi kamaşma kaynağının

varlığı ve yokluğu ile ölçülür. Görmede oluşan farklılık 'kamaşma endeksi'dir. Ticari şekli bulunmamaktadır (1, 4, 6).

### **2.3. Miller-Nadler Kamaşma Testi:**

Berkeley testine benzeyen yüksek ve alçak kontrastta Landolt C'leri kullanan bir testtir. Masaüstü yansıtıcı/izleyici üniteli şeklindedir (1, 4, 6).

### **2.4. Grolman Testi:**

Foroptere bir kamaşma kaynağının monte edilmesi ile oluşur. Ticari şekli bulunmamaktadır. (1, 4, 6).

## **KAYNAKÇA**

1. Aydın Akova Y, Aydın O'dwyer P, editors. Temel Göz Hastalıkları. 3rd ed. Güneş Tıp Kitapevi; 2015.;68-9.
2. Hart RW, Farrell RA. Light scattering in the cornea. J Opt Soc Am. 1969 Jun;59(6):766-74.
3. Or, H., Kamaşma Hissi, In: Tamçelik, N., ed. TOD. Optik Refraksiyon Rehabilitasyon Temel Bilgiler, 1. Baskı, Galenos yayınevi, İstanbul.,2010; 204-213.
4. de Waard PW, IJspeert JK, van den Berg TJ, de Jong PT. Intraocular light scattering in age-related cataracts. Invest Ophthalmol Vis Sci. 1992 Mar;33(3):618-25.
5. Eshaghian J, Streeten BW. Human posterior subcapsular cataract. An ultrastructural study of the posteriorly migrating cells. Arch Ophthalmol (Chicago, Ill 1960). 1980 Jan;98(1):134-43.
6. American Academy of Ophtalmology. İnsan Gözünün Optiği. Klinik Optik. (E., Demirkılınc Biler, Çev) Ankara: Güneş Tıp Kitapevleri: American Academy of Ophthalmology, 2009;105-23.

## BÖLÜM 9

### KARANLIK ADAPTASYON

**Dr. Deniz Bağcı**

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi,  
Göz Hastalıkları Anabilim Dalı

**Prof. Dr. Cezmi Akkın**

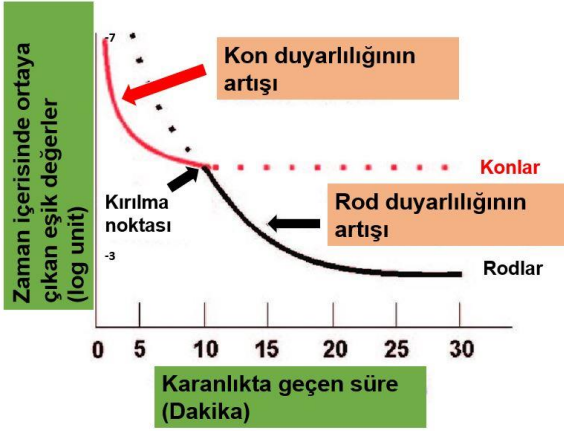
Dünyagöz Hastaneler Grubu,  
Göz Hastalıkları

Göz geniş bir ışık şiddeti spektrumunda görme fonksiyonunu yerine getirmektedir. Gözümüzün hassasiyeti mutlak yoğunluk eşiği tespit edilerek ölçülebilir, bu görme hissi oluşabilmesi için gerekli olan minimum test ışığı parlaklığıdır. Bu seviye hastanın karanlık bir odaya yerleştirilip, şiddetini hastanın test ışığının varlığını onaylayana kadar giderek artırılması ile ölçülebilir. Dolayısı ile karanlık adaptasyonu gözün parlak ışığa maruziyeti sonrası karanlıkta duyarlılığını nasıl ve ne kadar sürede geri kazandığını tanımlamaktadır (1).

Karanlık uyum testinde; önce fotopigmentler soğurulacak şekilde parlak ışık ile hasta aydınlığa alıştırılır. Daha sonra tamamen karanlık bir zemin üzerinde bir test flaşı zayıf şiddetten daha şiddetliye doğru olacak şekilde periyodik aralıklarla hastaya gösterilir. Hasta ışığı gördüğü zaman elindeki düğmeye basarak o andaki etkili fotoreseptörlerin eşik değerini belirler. Zaman geçtikçe hasta aynı işleme devam eder ve sonuçta o hastaya ait karanlık uyum eğrisi elde edilir. Test yapılan odanın tamamen karanlık olması ve hastanın hiçbir şekilde dışarıdan ışık uyarısına maruz kalmaması çok önemlidir (1, 2).

Karanlık uyum eğrisinde karanlıkta geçen süre yatay ekseninde, zaman içerisinde ortaya çıkan eşik değerler ise

dikey ekseninde gösterilir. Tipik bir karanlık uyum eğrisinde bir kırılma noktasının ayırdığı iki eğim mevcuttur. İlk eğim kon duyarlılığının artışı, ikinci eğim ise rod duyarlılığının artışı gösterir. Klasik olarak rod ve kon sistemlerinin bağımsız olarak işlev gördükleri düşünülse de bunlardan birinin duyarlılığının diğeri tarafından etkilenebildiği ile ilgili bulgular mevcuttur. Kırılma noktası duyarlılığın konlardan rodla geçişini gösteren noktadır (1, 3, 4) (Şekil-1).



Şekil-1. Karanlık uyum eğrisi

Eğrinin kon segmenti, kon duyarlılığının hızla arttığı baştaki 5-10 dakikalık karanlık periyodu temsil eder. Rod fotoreseptörler de bu dönemde yavaşça kendine gelir (5).

Rod kon ayrışması konların maksimum duyarlılığa ulaştığı ve rodların algısal açıdan konlardan daha duyarlı hale geldiği 7-10 dakika sonra olur (5).

Eğrinin rod segmenti daha yavaştır ve rod duyarlılığı artışının devamını temsil eder. 15-30 dakika sonra, tamamen karanlığa uyum sağlamış rodlar konların tek başına algılayabileceğinden 100 kat daha sönük ışığın algılanmasını sağlar. Eğer flaşlar rodların olmadığı

foveolaya odaklanırsa sadece kon adaptasyonunu gösteren hızlı segment kaydedilir (5).

Test esnasında renkli ışık uyarını kullanıldığında önce konlar işlevsel olduğundan verilen ışık renkli görülür, ancak test ilerledikçe rodlar işlevsel olduklarından renkli ışık uyarını renksiz görülür. Mutlak (renksiz) eşik değeri ile renkli uyarın eşik değeri arasındaki farka 'fotokromatik aralık' adı verilir. Renkli uyarana olan eşik değeri doğrudan konların duyarlılığı ile orantılı değildir, çünkü rod sistemi renklere olan eşik değerini etkileyebilmektedir. Rod-kon ilişkisinin bu durumu genellikle akromatik rod sinyalinin kromatik kon sinyalini desatüre etmesine bağlanmıştır (1, 6).

Işığa maruziyet sonrasında duyarlılığın artması soğurulmuş fotopigmentlerin rejenerasyonuna bağlıdır. Örneğin, A vitamini eksikliği sonucunda fotoreseptörlerde fotopigment azalması sonucunda karanlık uyum süresi uzar ve hiçbir zaman normal eşik seviyelerine ulaşamaz. Ayrıca, rodopsin rejenerasyon süresi ile rod sisteminin duyarlılığının artması arasında bir uyum mevcuttur. Ancak karanlık adaptasyonu sadece ışık absorpsiyonu yapan hücrelerin duyarlılığının normale dönmesi ile ilişkili değildir. Kuvvetli bir ışık uyarını sonrasında soğurulan rodopsinin %90'ı rejenerlendiğinde rod duyarlılık eşik değerleri hala normal değerlerin 2 logaritmik ünite üzerindedir (1, 7, 8).

Karanlığa uyumda fotoreseptördeki işlemlerin yanında fotoreseptör sonrası işlemlerin de rolü olduğu konusunda kanıtlar vardır. Birincisi, test flaş ışığı fotopigment rejenerasyon hızını etkilememesine rağmen ışık flaşının boyutu karanlık uyum eğrisinin şeklini etkilemektedir. İkincisi, önemsiz bir miktarda fotopigmenti soğuracak ve fotoreseptör potansiyeli üzerinde etkisi olmayacak kadar az şiddetteki bir ışık elektoretinogramda b-dalga amplitüdünde ve gangliyon hücre eşik değerlerinde artışa neden olur ki bu artışın normal seviyelere dönmesi için birkaç dakikaya ihtiyaç duyulur. Bu bulguların sonucunda zayıf soğurmalarda (ya da karanlık uyumunun hemen başında)

ortaya çıkan eşik değer yükselmeleri fotoreseptör dışı ya da 'ağ (network)' mekanizmalara, daha sonraki dönemde ortaya çıkan eşik değer yükselmeleri ise fotoreseptörlerdeki fotokimyasal olaylara bağlanmıştır (2, 7).

Karanlık uyumunun test edilmesi esnasında test ışığı parametrelerinin oluşacak eğri üzerinde doğrudan etkisi vardır (1).

**Dalga boyu:** Dalga boyu rod-kon kırılma zamanını etkilemektedir. Orta-dalga boylu ışıkta rod-kon zamanı yaklaşık 10. dakikada olurken yüksek dalga boylu ışıkta ise daha geç dönemde ortaya çıkmaktadır ve bir kon platosu mevcuttur (1).

**Test flaşının retina üzerine düştüğü yer:** Fovea üzerine yönlendirilen küçük bir test flaşı tipik olarak konların oluşturduğu duyarlılık eğrisini oluşturur. Parafoveaya yönlendirilen bir test flaşı ise test ışığının ve soğurma parametrelerinin belirlediği hem rodların hem de konların etkili olduğu bir eğri meydana getirir (1, 7).

**Soğurucu ışık parametreleri:** Önemli faktörlerden bir tanesi soğurucu ışığın dalga boyudur. Rod sistemini duyarsızlaştırmada kısa dalga boylu ışıklar daha etkilidir. Bu nedenle kısa dalga boylu ışıklarla yapılan soğurma işlemlerinde rod-kon kırılma noktası daha belirgindir ve kon platosu daha uzundur. Uzun dalga boylu ışıklarla yapılan soğurma işleminde öncelikle kon sistemi etkilenir ve rod-kon kırılma noktası rölatif olarak daha erken ortaya çıkar ve karanlık uyumu boyunca elde edilen eşik değerler rodlar tarafından belirlenir (1, 7).

Soğurucu ışık zayıf ise ışığın kapatılmasından hemen sonra karanlık uyumu hızla artar ki buna erken karanlık uyumu ya da Crawford maskesi adı verilir. Uyum seviyesine ya da etkilenen fotoreseptör sistemine bağlı olarak karanlık uyumu sadece birkaç saniye ya da en fazla birkaç dakika kadar kısa olabilir (1, 7).

## Klinik Değerlendirme

Karanlık uyumunu pratikte test etmenin pratik bir yolu makuler fotostres testidir. Bu testte önce konvansiyonel yolla görme keskinliği belirlenir. Sonra doğrudan makula direkt oftalmoskop ile ışığa maruz bırakılır. Görme keskinliğinin ilk görme keskinliği ile bir sıra fark olana kadar geçen süre kaydedilir (1, 7). Normalde 15-30 sn arasındadır, 2 göze de yapılır. Makuler lezyonu olan hastalarda 50 sn kadar uzun olabilir. Bu fenomen foveadaki görme pigmentlerinin rejenerasyon süresindeki gecikme ile açıklanır. Optik sinir lezyonlarında fark bulunmaz (1, 7).

Karanlık uyum anormalliklerini değerlendirilirken eşik değer yükselmeleri ile duyarlılık oluşumunun zamansal gecikmesi birbirinden ayırt edilmelidir. Fotoreseptörleri ve retina pigment epitelini tutan bazı hastalıklarda zamansal gecikme olmadan eşik değer yükselmeleri ortaya çıkabilir. Dış retinayı tutan bazı hastalıklarda ise gecikme görülebilir. Ancak fotoreseptörlerin kuvvetli ışık ile soğurulması öncesinde kayıt yapılmadıkça bu iki durum arasında ayırım yapmak mümkün olmayabilir. Ayrıca, karanlık uyum sonuçlarını yaş-uyumlu sonuçlar ile karşılaştırmak da önemlidir, çünkü yaşla birlikte soğurulma sonrasında rod duyarlılığının geri dönüşünde normal bireylerde gecikme ortaya çıkmaktadır (1, 7).

Karanlık uyumunun değerlendirilmesinde anormalliğin rod ya da kon sisteminde olduğunun belirlenmesi için o esnada eşik değerlerin oluşmasında hangi fotoreseptör sisteminin etkili olduğu bilinmelidir. Bu nedenle, karanlık adaptasyonu rod ve konların duyarlılığının birbirinden oldukça farklı olan en az iki test flaşı kullanılarak kaydedilmelidir. Konjenital durağan gece körlüğü (KDGK) olan bir hastanın karanlık uyum eğrisinde, karanlık uyumunun ilk birkaç dakikasında uzun dalga boyunda ve orta dalga boyunda elde edilen noktaların üst üste gelmesi bu yanıtların konlardan köken aldığını göstermektedir. Daha sonra uzun dalga boylu flaşa yanıt sabit kalmakta, orta dalga boyuna yanıtlarda hafif bir duyarlılık artışı görülmektedir. Her iki dalga boyunda elde edilen az ama tutarlı bir farklılığın olması orta dalga boylu

test flaşına olan yanıtın rodlardan köken aldığını gösterir (1, 7).

Karanlık uyumu, erken ve orta yaşa bağlı makula dejenerasyonunda (YBMD) da faydalanılmaktadır. YBMD'deki patofizyolojik değişiklikleri çok erken hastalık evrelerinde spesifik olarak yansıtan bir ölçüttür (9).

## KAYNAKÇA

1. Aydın Akova Y, Aydın O'dwyer P, editörler. Temel Göz Hastalıkları. 3. baskı. Güneş Tıp Kitapevi; 2015.;67-9.
2. Barlow HB. Dark-adaptation: a new hypothesis. *Vision Res.* Mayıs 1964;4(1):47–58.
3. Bajandas FJ. Nöro-oftalmoloji. Haettepe Ü. Atabay Ç, Kansu T, editörler. 1993.
4. Berson DM. Strange vision: ganglion cells as circadian photoreceptors. *Trends Neurosci.* Haziran 2003;26(6):314–20.
5. Salmon JF. Kanski's Klinik Oftalmoloji; Sistemik Bir Yaklaşım Dokuzuncu Baskı (2020) Elsevier Health Sciences; Y., Aydın Akova, O., Dönmez, Çev. Ed., Güneş Tıp Kitabevleri, Ankara, 2020; 616-19.
6. Forrester J V., Dick AD, McMenamin PG, Roberts F, Pearlman E. Physiology of vision and the visual system. İçinde: *The Eye* [Internet]. Elsevier; 2016. s. 269-337.e2. Available at: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780702055546000058>
7. Clifford CWG, Webster MA, Stanley GB, Stocker AA, Kohn A, Sharpee TO, vd. Visual adaptation: neural, psychological and computational aspects. *Vision Res.* Kasım 2007;47(25):3125–31.
8. Fu Y, Zhong H, Wang M-HH, Luo D-G, Liao H-W, Maeda H, vd. Intrinsically photosensitive retinal ganglion cells detect light with a vitamin A-based photopigment, melanopsin. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2005;102(29):10339–44.
9. Nigalye AK, Hess K, Pundlik SJ, Jeffrey BG, Cukras CA, Husain D. Dark Adaptation and Its Role in Age-Related Macular Degeneration. *J Clin Med.* 2022;11(5).



## EGE TIP AYIN KİTAPLARINDAN YAYIMLANMIŞ ÖRNEKLER

<u>S.NO</u>	<u>YIL</u>	<u>KİTABIN ADI</u>
109.	2010	<b>İdiyopatik Hiperhidrozis ve Tedavisi</b> Editör: Prof. Dr. Ufuk ÇAĞIRICI
110.	2011	<b>Grip (İnfluenza)</b> Editör: Doç. Dr. Candan ÇIÇEK
111.	2011	<b>Her Şeye Rağmen Etik</b> Editör: Doç. Dr. Çağatay ÜSTÜN
112.	2011	<b>İnsan Gelişiminin Erken Dönemi ve Plasental Bozukluklar</b> Editör: Prof. Dr. Hüseyin YILMAZ
113.	2011	<b>Geriatride 5D'ler</b> Editör: Prof. Dr. Sibel ÜLKER GÖKSEL Doç. Dr. Fulden SARAÇ
114.	2011	<b>Geriatride Sık Rastlanan Tıbbi Sorunlar</b> Editör: Prof. Dr. Sibel ÜLKER GÖKSEL Yrd. Doç. Dr. Mehmet Akif YALÇIN
115.	2012	<b>Menopoz</b> Editör: Prof. Dr. Kemal ÖZTEKİN
116.	2012	<b>Göğüs Ağrılı Hastaya Yaklaşım</b> Editör: Prof. Dr. Mehdi ZOGHI
117.	2012	<b>Lokal Anestezikler</b> Editör: Doç. Dr. Semra KARAMAN Prof. Dr. Aytül ÖNAL
118.	2013	<b>Cumhuriyetten Önce ve Sonra Ülkemizde Hastaneler, Çocuk Hastaneleri ve Tıp Eğitimi</b> Editör: Prof. Dr. Baha TANELİ Doç. Dr. Hatice ŞAHİN
119.	2013	<b>Kan Yolu İle Bulaşan İnfeksiyöz Etkenler</b> Editör: Prof. Dr. Rüşan YAZAN SERTÖZ
120.	2013	<b>Diş Hekimliğinde Anestezi ve Analjezi</b> Editör: Prof. Dr. Taner BALCIOĞLU Prof. Dr. Bahar SEZER
121.	2013	<b>Başarı Yolunda Rüzgarını Kendin Yarat</b> Editör: Doç. Dr. Tezan BİLDİK
122.	2013	<b>Ötanazi</b> Editör: Doç. Dr. Çağatay ÜSTÜN
123.	2014	<b>Konjenital Kalp Cerrahisi ve Anestezi</b> Editör: Doç. Dr. Seden KOCABAŞ

124. 2014 **Sağlıkta Şiddet Sorunu**  
Editör: Doç. Dr. Çağatay ÜSTÜN
125. 2014 **Mantarların Kanser Destek Tedavisinde Kullanımı**  
Editör: Prof. Dr. Handan AK
126. 2015 **Kanser Metabolizması**  
Editör: Prof. Dr. Hikmet Hakan AYDIN
127. 2015 **Tıp-Etik-Hukuk Boyutuyla Kürtaj**  
Editör: Doç. Dr. Çağatay ÜSTÜN
128. 2016 **Hemşirelikte Etik Karar Verme**  
Editör: Doç. Dr. Çağatay ÜSTÜN
129. 2016 **Tıp-Etik-Hukuk Boyutuyla Hospiz**  
Editör: Doç. Dr. Çağatay ÜSTÜN
130. 2017 **Mersin/Yaban Mersini Bitkisi Türleri ve Özellikleri**  
Editör: Prof. Dr. Eser YILDIRIM SÖZMEN
131. 2018 **Tıp-Etik-Hukuk Açısından Cinsel Suçlarda Tıbbi Kastrasyon**  
Editör: Prof. Dr. Çağatay ÜSTÜN
132. 2018 **Açık Kalp Cerrahisinde Anestezi ve Yoğun Bakım**  
Editör: Prof. Dr. Seden KOCABAŞ
133. 2018 **Geriatrik Sendromlarda Yeni Ufuklar**  
Editör: Uzm. Dr. Sumru SAVAŞ
134. 2018 **Sağlık Hukuku Kavramının Temel Boyutları**  
Editör: Prof. Dr. Çağatay ÜSTÜN
135. 2018 **Nöral Tüp Gelişimi ve Nöral Tüp Defektleri**  
Editör: Prof. Dr. Ayşegül UYSAL
136. 2019 **Venöz Tromboemboli ve Anestezi**  
Editör: Prof. Dr. Semra KARAMAN
137. 2019 **Luteinin Sağlık Üzerine Etkileri**  
Editör: Prof. Dr. Bülent KARABULUT
138. 2020 **Tıp ve Hemşirelik Tarihi Açısından Florence Nightingale'in Önemi**  
Editör: Prof. Dr. Çağatay ÜSTÜN
139. 2020 **Siroz ve Komplikasyon Yönetimi**  
Editör: Uzm. Dr. Ferit ÇELİK
140. 2020 **Gestasyonel Diyabete Multidisipliner Yaklaşım**  
Editör: Uzm. Dr. Aslı KILAVUZ

141. 2021 **Perioperatif Kan Transfüzyonu**  
Editör: Doç. Dr. İlkben GÜNÜŞEN
142. 2021 **Mikrobiyota İçimizdeki Evren**  
Editör: Prof. Dr. Özlem YILMAZ
143. 2021 **Glioblastomda Moleküler Mekanizmalar,  
Tanı ve Güncel Tedavi Yaklaşımları**  
Editör: Doç. Dr. Erkin Özgiray
144. 2021 **COVID-19 Pandemisinin Tıp, Etik ve Sosyal  
Alanlardaki Etkilerine Bakış**  
Editör: Prof. Dr. Çağatay ÜSTÜN
145. 2021 **Spontan Pnömotoraks ve Tedavisi**  
Editör: Prof. Dr. Ufuk ÇAĞIRICI
146. 2021 **Oküler Yüzey ve Dermatolojik Hastalıklar**  
Editör: Doç. Dr. Melis Palamar ONAY
147. 2022 **Orbita Tümörleri**  
Editör: Doç. Dr. Melis PALAMAR ONAY
148. 2022 **Robot Yardımlı Cerrahide Anestezi**  
Editör: Prof. Dr. Işık ALPER
149. 2023 **Tiroid İlişkili Orbitopatide Tanı, Tedavi ve  
Yönetim**  
Editör: Prof. Dr. Melis PALAMAR ONAY
150. 2023 **Psikoonkoloji ve Kansere Bütüncül  
Yaklaşım**  
Editör: Doç. Dr. Fatma SERT
151. 2023 **Keratokonusta Tanı**  
Editör: Doç. Dr. Özlem BARUT SELVER

Ayın Kitaplarını;

[https://basimveyayinevi.ege.edu.tr/tr-15096/tip\\_fakultesi\\_ayin\\_kitaplari.html](https://basimveyayinevi.ege.edu.tr/tr-15096/tip_fakultesi_ayin_kitaplari.html)  
linkinden ulaşabilirsiniz.

**Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Yayın Bürosu**

Tel : (0232) 390 31 03 e-mail: egedergisi35@gmail.com

# GÖRME PARAMETRELERİ

Görme fonksiyonu, canlıların dünyayı algılamasının, tanınmasının, ayırt etmesinin ve hayatta kalabilmesinin temelini oluşturur. Normal bir görme, muayene eden kişiye, oküler ortamın net olduğunu, görüntünün net bir şekilde retinaya odaklandığını, afferent görme yolunun çalıştığını ve görsel korteksin alınan sinyalleri uygun şekilde yorumladığını ifade eder. Görme fonksiyonunu değerlendirdiğimiz 8 parametre bulunmaktadır. Bunlar; görme keskinliği (uzak, yakın), görme alanı, renkli görme, kontrast duyarlılığı, binoküler görme (stereopsis), vernier görme keskinliği, glare sensitivitesi, karanlık adaptasyonudur. Normal görmeden söz edebilmek için tüm bu parametrelerin normal olması gerekir. Bu kitapta, görme yollarının anatomi ve fizyolojisine, görme parametrelerini tanımına, nasıl değerlendirebileceğimize ve fonksiyonun bozukluğunda bizi yönlendirebileceği patolojilere yer verdik. Görme parametrelerine bütüncül yaklaşımın önemini vurgulamayı hedefledik.



Basımevi  
Medikal

ISBN: 978-605-338-434-2



9 786053 384342

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Ayın Kitapları Serisi