

**T.C.  
ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
GÖZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI**

**TEK TARAFLI AMBLİYOP OLGULARDA MAKÜLA VE RETİNA  
SİNİR LİFİ TABAKASI KALINLIĞININ OPTİK KOHERENS  
TOMOĞRAFİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Dr. Adem SOYDAN**

**UZMANLIK TEZİ**

**BOLU, 2014**



**T.C.  
ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
GÖZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI**

**TEK TARAFLI AMBLİYOP OLGULARDA MAKÜLA VE RETİNA  
SİNİR LİFİ TABAKASI KALINLIĞININ OPTİK KOHERENS  
TOMOGRAFİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Dr. Adem SOYDAN**

**UZMANLIK TEZİ**

**Tez Danışmanı:**

**Yrd. Doç. Dr. Ümit DOĞAN**

**BOLU, 2014**

# İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER.....	i
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET.....	iv
SUMMARY.....	vi
KISALTMALAR.....	viii
TABLolar DİZİNİ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Ambliyopi.....	3
2.1.1. Tanım.....	3
2.1.2. Ambliyopinin sınıflandırılması.....	5
2.1.2.1. Fonksiyonel ambliyopi.....	5
2.1.2.1.1. Strabismik ambliyopi (Şaşılık ambliyopisi) .....	5
2.1.2.1.2. Anizometropik ambliyopi.....	7
2.1.2.1.3. Vizüel deprivasyon ambliyopisi.....	9
2.1.2.1.4. Nistagmusa bağlı ambliyopi.....	9
2.1.2.1.5. İdiopatik ambliyopi.....	9
2.1.2.2. Organik ambliyopi.....	10
2.1.3. Ambliyopinin patogenezi.....	10
2.1.4. Ambliyopinin tanı yöntemleri ve klinik özellikleri.....	14
Ambliyopinin tedavisi.....	16
2.2. Retina Sinir Lifi Tabakası.....	19
2.2.1. Anatomi.....	19
2.2.2. Retina sinir lifi tabakası analiz teknikleri.....	20
2.2.2.1. Fundus muayenesi.....	20
2.2.2.2. Fundus fotoğrafisi.....	20
2.2.2.3. Retina kontur analizi.....	21
2.2.2.4. Sinir lifi analizörü (NFA) .....	22
2.2.2.5. Optik koherens tomografi (OKT) .....	22

2.2.2.5.1. OKT ile RSLT analizi.....	25
2.2.2.5.2. OKT ile maküla kalınlık haritası.....	27
2.2.2.5.3. OKT'nin avantajları.....	27
2.2.2.5.4. OKT'nin dezavantajları.....	27
2.2.2.5.5. OKT'nin doğruluk ve çözünürlüğü.....	28
2.2.2.5.6. OKT ölçümlerinin tekrarlanabilirliği.....	28
2.2.2.5.7. OKT'nin duyarlılık ve özgünlüğü.....	28
2.2.2.5.8. OKT'nin diğer kullanım alanları.....	29
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	30
4. BULGULAR.....	34
4.1. Olguların Demografik Özellikleri.....	34
4.2. Olguların Göz Muayene Bulguları.....	34
4.3. Olguların RSLT ve Maküla Kalınlığı Değerleri.....	35
5. TARTIŞMA.....	43
6. KAYNAKLAR.....	50

## TEŞEKKÜR

Bu tezin planlanması, yürütülmesi ve sunuma hazırlanması aşamalarında bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım, tez danışmanlığımı yürüten değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Ümit Doğan'a,

Uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve deneyimleriyle yetişmemde emekleri olan hocalarımdan kliniğimizin anabilim dalı başkanı Prof. Dr. Serdal Çelebi'ye, tezde katkılarından dolayı Yrd. Doç. Dr. Fatih Ulaş'a, değerli hocalarım Prof. Dr. Ahmet Şahap Kükner ve Doç. Dr. Mesut Erdurmuş'a,

Asistanlığım süresince birlikte çalıştığım değerli arkadaşlarım Dr. Sedat Özmen, Dr. Y. Yücel Bucak, Dr. Fatih Çelik, Dr. Abdulgani Kaymaz, Dr.Asena Keleş, Dr.Sümeyra Ağca, Dr. Saygın Şahin, Dr. Enes Uyar, Dr. Tuba Yaprak'a ve göz hastalıkları kliniği çalışanlarına,

Desteğini her zaman hissettiğim ve sevgisinden güç aldığım eşim, ailem ve tüm dostlarıma,

Teşekkürü bir borç bilirim.

**Dr. Adem SOYDAN**

## ÖZET

### TEK TARAFLI AMBLİYOP OLGULARDA MAKÜLA VE RETİNA SİNİR LİFİ TABAKASI KALINLIĞININ OPTİK KOHERENS TOMOGRAFI İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

**AMAÇ:** Tek taraflı strabismik ve anizometropik ambliyopisi olan olguların maküla ve retina sinir lifi tabakası kalınlıklarını optik koherens tomografi ile ölçerek ambliyopinin maküla kalınlığı ve retina sinir lifi tabakası üzerindeki etkilerini araştırmaktır.

**GEREÇ VE YÖNTEM:** Çalışmaya 5-62 yaş arası 42 tek taraflı strabismik ambliyopi olgusunun 84 gözü, 50 tek taraflı anizometropik ambliyopi olgusunun 100 gözü ve 50 sağlıklı olgunun 50 gözü dahil edildi. Optik koherens tomografi cihazıyla retina sinir lifi tabakası kalınlıkları ve maküla kalınlıkları değerlendirildi. Refraksiyon kusuru, strabismus ve ambliyopi dışında başka bir göz patolojisi olan olgular çalışmaya dahil edilmedi. Olguların tüm ölçümleri optik koherens tomografi cihazıyla (*Spectralis®*), pupil dilate edilmeksizin ve aynı operatör tarafından yapıldı. Ölçüm sonuçları ortalama  $\pm$  standart sapma olarak verildi. Sonuçların istatistiksel analizi bağımsız örneklem t-testi ile gerçekleştirildi.

**BULGULAR:** Strabismik, anizometropik ambliyop ve kontrol grubunun yaş ortalamaları sırasıyla  $21,79\pm 11,51$ ,  $24,68\pm 14,41$  ve  $25,96\pm 15,01$  yıl idi. Çalışmaya dahil edilen grupların maküla kalınlıkları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ( $p>0,05$ ). Strabismik ambliyop ve kontrol grubunun global retina sinir lifi tabakası kalınlıkları sırasıyla  $98,07\pm 10,92$   $\mu\text{m}$  ve  $101,50\pm 9,56$   $\mu\text{m}$  idi ve iki grup arasında globalde istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ( $p>0,05$ ). Temporal superior, temporal ve temporal inferior segmentlerinde strabismik ambliyop grup anlamlı olarak daha inceydi ( $p<0,05$ ). Bununla birlikte nazal segment ise strabismik ambliyop grupta kontrol grubundan anlamlı olarak daha kalın olarak ölçüldü ( $p<0,05$ ). Anizometropik ambliyop ve kontrol grubunun global retina sinir lifi tabakası kalınlıkları sırasıyla  $108,26\pm 10,86$   $\mu\text{m}$  ve  $101,50\pm 9,56$   $\mu\text{m}$  idi. Anizometropik ambliyop grubun retina sinir lifi tabakası kalınlığı anlamlı olarak daha kalın olduğu belirlendi ( $p<0,001$ ).

**SONUÇ:** Anizometropik ambliyop olgularda retina sinir lifi tabakası kalınlığı strabismik ambliyop ve kontrol gruplarından daha kalın olduğu saptandı. Artan hipermetropi ve aksiyel uzunluktaki azalma, gruplar arasındaki farkın oluşmasına katkıda bulunmuş olabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Ambliyopi, maküla kalınlığı, optik koherens tomografi, retina sinir lifi tabakası.

## SUMMARY

### EVALUATION OF MACULAR AND RETINAL NERVE FIBER LAYER THICKNESS USING OPTICAL COHERENCE TOMOGRAPHY IN CASES WITH UNILATERAL AMBLYOPIA

**Purpose:** To investigate the effects of amblyopia on the macular thickness and retinal nerve fiber layer by measuring the macular thickness and retinal nerve fiber layer thickness in unilateral strabismic amblyopia patients and unilateral anisometric amblyopia patients using optical coherence tomography.

**Material and Method:** 84 eyes of 42 unilateral strabismic amblyopia patients, 100 eyes of 50 anisometric amblyopia patients and 100 eyes of 50 healthy control subjects between the ages of 5-62 included to the study. We evaluated retinal nerve fiber layer and macular thickness using optical coherence tomography. We excluded patients having ocular pathology except mild refractive error, amblyopia and strabismus. All the measurements taken using optical coherence tomography (*Spectralis*®) and the measurements were taken without pupil dilatation by same examiner. Statistical data were given as a mean value  $\pm$  standart deviation. The “student's t test for independent samples” was used for statistical assesment.

**Results:** The mean age of the strabismic, anisometric and control groups were  $21.79 \pm 11.51$ ,  $24.68 \pm 14.41$  and  $25.96 \pm 15.01$ , respectively. There was no statistically significant difference in macular thickness between the groups ( $p > 0.05$ ). The global retinal nerve fiber layer thickness of strabismic amblyopia and control groups were  $98.07 \pm 10.92 \mu\text{m}$ ,  $101.50 \pm 9.56 \mu\text{m}$ , respectively and there was no statistically significant difference ( $p > 0.05$ ). The superotemporal, temporal and inferotemporal segments of retinal nerve fiber layer in the strabismic group was significantly thinner than the control group ( $p < 0.05$ ). However, the nasal segment of retinal nerve fiber layer in the strabismic group was thicker than the control group ( $p < 0.05$ ). The global retinal nerve fiber layer thickness of anisometric amblyopia group and control group was  $108.26 \pm 10.86 \mu\text{m}$  and  $101.50 \pm 9.56 \mu\text{m}$ , respectively. In the anisometric amblyopia group the global retinal nerve fiber layer was significantly thicker than the control group ( $p < 0.001$ ).

**Conclusion:** It was found that patients with anisometropic amblyopia have thicker retinal nerve fiber layer thickness comparing to strabismic amblyopia patients and healthy control subjects. Hyperopia and shorter axial length will be contributing factors for the difference between groups.

**Key Words:** Amblyopia, macular thickness, optical coherence tomography, retinal nerve fiber layer.

## KISALTMALAR

<b>ARK</b>	: Anormal retinal korrespondans
<b>AU</b>	: Aksiyel uzunluk
<b>D</b>	: Diyoptri
<b>fMRG</b>	: Fonksiyonel magnetik rezonans görüntüleme
<b>GİB</b>	: Göz içi basıncı
<b>HRT</b>	: Heidelberg Retina Tomografisi
<b>LGN</b>	: Lateral genikülat nükleus
<b>NFA</b>	: Sinir Lifi Analizörü
<b>OKT</b>	: Optik Koherens Tomografi
<b>RAPD</b>	: Rölatif afferent pupilla defekti
<b>RSLT</b>	: Retina sinir lifi tabakası
<b>SE</b>	: Sferik ekivalan
<b>SLO</b>	: Tarayıcı Laser Oftalmoskop
<b>SPSS</b>	: Statistical Package for Social Science
<b>Top SS</b>	: Topografik Tarayıcı Sistem
<b>µm</b>	: Mikron metre

## TABLolar DİZİNİ

<b>Tablo 1.</b> Gruplara göre olguların demografik özellikleri.....	34
<b>Tablo 2.</b> Olguların görme keskinliği, sferik ekivalan, aksiyel uzunluk, göz içi basıncı, santral kornea kalınlığı değerleri.....	35
<b>Tablo 3.</b> Strabismik ambliyop ve kontrol grubunun maküla kalınlıkları.....	36
<b>Tablo 4.</b> Strabismik ambliyop ve kontrol grubunun RSLT kalınlıkları.....	36
<b>Tablo 5.</b> Anizometropik ambliyop ve kontrol grubunun maküla kalınlıkları.....	37
<b>Tablo 6.</b> Anizometropik ambliyop ve kontrol grubunun RSLT kalınlıkları.....	37
<b>Tablo 7.</b> Anizometropik ve strabismik ambliyop olguların maküla kalınlıkları .....	38
<b>Tablo 8.</b> Anizometropik ve strabismik ambliyop olguların RSLT kalınlıkları.....	38
<b>Tablo 9.</b> Strabismik ambliyop olguların ambliyop ve sağlam gözlerinin maküla kalınlıkları.....	39
<b>Tablo 10.</b> Strabismik ambliyop olguların ambliyop ve sağlam gözlerinin RSLT kalınlıkları.....	39
<b>Tablo 11.</b> Anizometropik ambliyop olguların ambliyop ve sağlam gözlerinin maküla kalınlığı değerleri.....	40
<b>Tablo 12.</b> Anizometropik ambliyop olguların ambliyop ve sağlam gözlerinin RSLT kalınlığı değerleri.....	40

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<b>Şekil 1.</b> OKT'nin şematik yapısı .....	24
<b>Şekil 2.</b> OKT'de gri skala.....	25
<b>Şekil 3.</b> OKT'de renkli skala.....	25
<b>Şekil 4.</b> OKT'de RSLT görüntüsü.....	26
<b>Şekil 5.</b> Dairesel maküla kalınlığı haritası.....	32
<b>Şekil 6.</b> Retina sinir lifi tabakası segmentasyonu.....	33
<b>Şekil 7.</b> Maküla kalınlığı ölçüm görüntüleri.....	41
<b>Şekil 8.</b> RSLT kalınlığı ölçüm görüntüleri.....	42

# 1. GİRİŞ

Ambliyopi, tüm optik aks ve makülada fizik muayene ile saptanabilen görmeyi azaltacak herhangi bir organik neden olmaksızın görmenin bir ya da iki taraflı olarak azalmasıdır [1]. Ambliyopideki görme kaybı, yapılan en doğru kırma kusuru düzeltilmesi ile dahi giderilemez. Ambliyopi kritik dönem olarak adlandırılan ve binoküler tek görme, akomodasyon, fiksasyon ve verjans gibi fizyolojik reflekslerin yerleştiği yaşamın ilk 5 yılında, anormal binoküler etkileşim ve şekilli görme deprivasyonu sonucu gelişmektedir [2]. Günümüzde geniş popülasyonda yapılan ambliyopi çalışmalarında, iyi tıbbi hizmet alan grupta ambliyopi sıklığı %1.6-3.6 arasında olup yetersiz tıbbi hizmet alan grupta bu oran çok daha fazladır [3-9].

Ambliyopi sınıflamasında farklı gruplamalar yapılmakla birlikte Von Noorden'in sınıflamasına göre anizotropik ambliyopi, şaşılık ambliyopisi, kombine ambliyopi ve deprivasyon ambliyopisi olmak üzere dört gruba ayrılırlar [10]. Ambliyopinin nedeni olarak %50 anizometri, %19 şaşılık, %27 kombine ve %4 deprivasyon gösterilmiştir [11]. Ambliyopi tedavisindeki amaçlar; her iki gözde normal ve eşit görme sağlanması, binoküler uyumun ve derinlik algısının kazandırılmasıdır [2]. Ambliyopi tanısı ile tedavi altına alınan vakalara kırma kusurunun düzeltilmesi, kapama tedavisi, penalizasyon, pleoptik tedavi ve CAM yöntemleri ile tedavi uygulanmaktadır. Hangi yöntem seçilecek olursa olsun, her türlü ambliyopi çeşidinin tedavisinde ilk yapılması gereken, hastanın var olan kırma kusurunun düzeltilmesidir [1]. Ardından hastanın ve hekimin tercihinine göre diğer yöntemlerden bir ya da birkaçı ile tedaviye devam edilir. Kapama tedavisi hastanın fiksasyon yapan gözünün kapatılması ile ambliyop gözün görmeye zorlanması esasına dayanmaktadır [12]. Kapama tedavisi ile sağlam göz açıkta iken aktif olan ve ambliyopik gözü etkileyen inhibitör süreç ortadan kaldırılır.

Optik koherens tomografi (OKT), ışık dalgası kullanarak, retinanın yüksek çözünürlükte görüntülenmesini ve retina ile ilgili kantitatif verilerin elde edilmesini sağlayan invaziv olmayan bir testtir. Özellikle Fourier prensibi ile çalışan yeni jenerasyon OKT cihazları daha kısa sürede ölçüm alabildiği için göz hareketlerinden

daha az etkilenmekte olup daha az artefakt oluşumu ve daha yüksek çözünürlükte görüntüleme sağlamaktadır [13].

OKT, retina, optik disk ve maküla gibi anatomik yerlerin görüntülenmesinin yanında; retina sinir lifi, fotoreseptörler ve retina pigment epiteli gibi intraretinal yapıların incelenmesini de sağlar. Ayrıca OKT görüntülemesi ile retinanın morfometrik veya kantitatif ölçümleri elde edildiğinden, hastalıkların tanı ve takibinde önemli bir tanı yöntemidir [14].

Bu çalışmanın amacı, tek taraflı ambliyopisi olan hastaların sağlam ve ambliyop gözlerinde ve sağlıklı bireylerin sağlam gözlerinde maküla ve retina sinir lifi tabakası (RSLT) kalınlıklarını ölçerek ambliyopinin RSLT ve maküla kalınlığı üzerinde neden olabileceği değişiklikleri tespit etmektir.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Ambliyopi

#### 2.1.1. Tanım

Ambliyopi muayene ile saptanabilen organik bir patoloji olmaksızın tam bir kırma kusuru düzeltilmesine rağmen bir veya iki gözde görme keskinliğinin azalmış olması ve anormal binoküler etkileşim olarak tariflenmektedir [15-17]. Ambliyopi terimi Yunanca “donuk görme” anlamına gelen “*amblys*” ve “göz” anlamındaki “*ops*” sözcüklerinden oluşmaktadır. Albrecht von Graefe, ambliyopiyi hastanın az gördüğü fakat hekimin hiçbir şey görmediği durum olarak tanımlamıştır [18]. Von Noorden ise ambliyopiyi, fizik muayenede herhangi bir organik nedenin tespit edilemediği, görsel yoksunluk veya anormal binoküler etkileşim sonucunda oluşan, uygun olgularda bazı tedavi yöntemleriyle geri döndürülebilen tek veya iki taraflı görme keskinliğindeki azalma olarak tanımlar [9, 19]. Pratikte ambliyopinin tanımı iki göz arasında Snellen eşeline göre iki sıra fark olarak tanımlanır ancak gerçek anlamda ambliyopi 10/10 sırasında birkaç harf görememekten, el hareketi düzeyine kadar değişir [20].

Ambliyopi nedenlerine kabaca bakıldığında; strabismus, anizometri, oküler ortam opasiteleri, ptozis, düzeltilmemiş yüksek refraktif hatalar ve uygun olmayan oklüzyon tedavileri ilk göze çarpanlardır [21].

Von Noorden ve arkadaşları bir gözlerinde cerrahi müdahale yaparak veya göz kapaklarını sütüre ederek oluşturdukları şaşılık ile henüz 1 ile 12 günlük arası olan maymunlarda deneysel ambliyopi oluşturmuş ve bu maymunlardan elde edilen retina iç pleksiform tabakaları ile striat korteksin 17 ve 18. alanlarını elektron mikroskopisi ile incelemişler ve optik atrofiye rastlamamışlar ancak ambliyop gözlerle sağlamları arasında lateral genikulat nükleus ve vizüel korteks yapılarında anlamlı farklar tespit etmişlerdir [22].

Von Noorden ve ark. genç erişkinlerde ambliyopinin yol açtığı görme kayıplarının tüm oküler hastalıklar ve travmanın yol açtığı kayıpların toplamından daha fazla olduğunu bildirmişlerdir [21].

Ambliyopi, yalnızca bir göz problemi değil, görsel gelişimin duyarlı periyodu boyunca anormal görsel uyarılar sonucu oluşan bir beyin hasarı şeklinde değerlendirilebilir. Fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRG) ile yapılan çalışmalarda ambliyop gözden uyarı alan striat ve prestriat kortekste de anormal nörofizyolojik aktivitelerin varlığı gösterilmiştir [21].

Günümüzde geniş popülasyonda yapılan ambliyopi çalışmalarında, iyi tıbbi hizmet alan grupta ambliyopi sıklığı %1,6-3,6 arasında olup yetersiz tıbbi hizmet alan grupta bu oran çok daha fazladır [3-9]. Prematürite, düşük doğum ağırlığı, prematüre retinopatisi, serebral palsi, mental retardasyon ve ailede ambliyopi varlığı, ambliyopi gelişimi riskini artırır.

Ülkemizde yapılan çalışmalarda ambliyopi sıklığını Ekinciler ve ark. %1-3, Ozan ve ark. %2,11, Erdem ve ark. %2,97, Akyol ve ark. %1,5-2,9, Özden ve ark. %2,0 olarak bildirmişlerdir [23-27]. Yine ülkemizde Çaça ve ark.'nın Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde, 6-14 yaş arası 21.062 okul çağı çocuğu üzerinde yapmış olduğu çalışmada, ambliyopi prevalansı %2,6 olarak bulunmuş olup bu oranın içinde de ambliyopinin en sık nedeni %1,2 ile anizometri olarak saptanmıştır [28].

Ambliyopinin, kişinin iş ve okul ortamında, arkadaşlık ilişkilerinde oldukça önemli etkileri olması nedeniyle, erken dönemde taranarak tespit edilmesi ve uygun şekilde tedavisinin yapılması çok önemlidir. Azalmış görme keskinliğinin ve ambliyopi gelişimi için risk faktörlerinin tespiti önemlidir. Azalmış görme keskinliğinden dolayı çocuğun bir şikayeti olmasa da üç yaşında görme keskinliği ölçümü önerilmektedir. Bunun için biyomikroskop, fotorefraktometre, skiaskop ve benzeri cihazlarla şaşılık, anizometri, yüksek kırma kusurları ve ortam opasitelerinin belirlenmesi hedeflenir. Ayrıca ailede ambliyopi hikayesi, çocukta şüphelenilen kayma, eşlik eden pitozis, katarakt gibi göz problemleri ya da görme gelişimini olumsuz etkileyebilecek sistemik hastalık ve prematürite gibi risk faktörleri varsa en kısa sürede göz hekimi tarafından değerlendirilmelidir [29-31].

Schalij-Delfos ve ark.'nın 2000 yılında yapmış olduğu bir çalışmada, otuz ikinci haftadan önce doğan prematüre bebeklerde, şaşılık, ambliyopi ve refraktif hata görülme olasılığının daha yüksek olduğu tespit edilmiş ve bu nedenle prematürlerin

doğum sonrası 30 aylık periyotta daha sıkı oftalmolojik takibe alınmaları gerektiği vurgulanmıştır [32].

Toplumda ambliyopi taramasında değişik metodlar uygulanmaktadır. Bu amaçla TNO, Titmus, Frisby, Randot, Lang 1, Lang 2 gibi stereo testler ve taşınabilir otorefraktometre kullanılmıştır [33, 34]. Lea sembolleri ile çocuklarda görme keskinliklerine bakılarak yapılan ambliyopi taramasının sonuçlarının güvenilir olduğu bulunmuştur [35].

Kişinin okul başarısını, psikososyal gelişimini, ilerleyen dönemlerde ise meslek seçimini olumsuz yönde etkileyebilen ambliyopi, çocukluk çağının önlenebilir ve tedavi edilebilir önemli bir görme kaybı nedeni olmasından dolayı daha da önem kazanmaktadır.

### **2.1.2. Ambliyopinin sınıflandırılması**

Ambliyopi, fonksiyonel (geri dönüşümlü, reversible) ve organik (geri dönüşümsüz, irreversible) olarak sınıflanabilmektedir [21]. Fonksiyonel ambliyopi erken çocukluk döneminde uygun görsel uyarıyla tedavi edildiğinde geri dönüşümlü olmasına rağmen organik ambliyopi görsel stimulasyon ile değişmez. Geri dönüş, anormal görsel uyarının başladığı andaki görsel bağlantıların gelişim evresine, deprivasyon süresine ve tedavinin başlama yaşına bağlıdır. Fonksiyonel ambliyopi nedenleri, strabismik ambliyopi, anizotropik ambliyopi, vizüel deprivasyon ambliyopisi, idiyopatik ambliyopi, nistagmusa bağlı ambliyopi olarak beş grupta toplanabilir.

Duyusal girdilerden bağımsız olarak gelişen, anoksik oksipital beyin hasarı veya maküler skar, optik atrofi gibi göz veya beyne ait yapısal anomalilerden kaynaklanan organik ambliyopi mutlaka fonksiyonel ambliyopiden ayırt edilmelidir.

#### **2.1.2.1. Fonksiyonel ambliyopi**

##### **2.1.2.1.1. Strabismik ambliyopi**

Şaşılık, iki gözün görme eksenlerinin birbirine paralel olmaması durumudur. Prevelansı değişmekle birlikte beyaz ırkta %2-4 oranında, siyah ırkta ise %0,6 oranında görüldüğü bildirilmiştir [20].

Şaşılık tek bir gözde izlenebildiği gibi, iki göz arasında alternasyon gösteren şekilde ya da zaman zaman ortaya çıkan formlarda (intermitan) olabilir. Toplumda ezodeviasyonlar en sık görülen kayma tipidir. Yapılan çalışmalarda komitan ezodeviasyonların, ekzodeviasyonlara göre 10 kat fazla görüldüğü, ekzodeviasyonların ise sıklıkla intermitan olduğu rapor edilmiştir [20].

Şaşılık hastaları fiksasyon için bir gözlerini kuvvetle tercih ederler. Bunun sonucunda fikse edemeyen gözde ambliyopi gelişir. En fazla alternasyon gözlenmeyen ezotropyta hastalarında ortaya çıkar. Görme gelişiminin devam ettiği süreçte her iki gözden gelen ve füzyonu mümkün olmayan farklı görüntüleri taşıyan nöronların yarışarak, kortikal görme merkezlerinde fiksasyon yapan gözün dominant hale gelmesi, fiksasyon yapmayan gözden gelen uyaranların sürekli baskılanması sonucu ambliyopi geliştiği kabul edilmektedir [36]

Şaşılık ile birlikte olan ambliyopilerde ekzantrik fiksasyon olabilir. Ekzantrik fiksasyonlu gözde, retinanın fovea dışındaki bir alanı fiksasyon için kullanılır. Küçük dereceli ekzantrik fiksasyonlar visuskop, Haidinger fırçaları veya Maxwell spotu ile tespit edilebilir ve kayma ile birlikte görülen daha düşük görme keskinliğine neden olur. Klinik olarak belirgin olan ekzantrik fiksasyonda, fiksasyon yapan göz kapatılarak ambliyopik göz fiksasyona zorlandığında kornea refleksi santralde yer almaz ve görme keskinliği daha düşüktür. Her şaşılıkta görülmemesinin ve kayma derecesi ile ekzantrik fiksasyon arasında ilişki olmamasının nedeni anlaşılamamıştır [36].

Şaşılık hastalarında ambliyopi gelişmesi için gözlerde sadece kayma olmasının yetmeyeceği, beraberinde fiksasyon alternasyonunu engelleyecek anizometri, inkomitan kayma gibi ek faktörlerin bulunması gerektiğini ileri süren yazarlar da vardır [37].

Anizotropinin kayma ile birlikte olması ambliyopinin oluş nedenini açıklamakta güçlülere yol açmaktadır. Şaşılık, anizometriye bağlı gelişebilir ve buna bağlı gelişen ambliyopiye, anizotropik ambliyopi denir. Bununla birlikte strabismik ambliyopisi olan bir hastada başka nedenlerden dolayı da ambliyopi ortaya çıkabilir. Anizotropisi olan strabismik bir hastada alternasyon daha az görüldüğü için ambliyopi gelişme olasılığı daha fazla olmaktadır [38].

Ekzotropyalar başlangıçta genellikle intermitan karakterde oldukları için, ezotropyalara göre daha az sıklıkta ambliyopi görülür. Ezotropyalarda kayan gözün foveası diğer gözün kuvvetli temporal yarısıyla; ekzotropyalarda ise kayan gözün foveası diğer gözün zayıf nazal yarısı ile yarışa girmektedir [21].

Hipertropyalarda sıklıkla baş pozisyonu ile füzyon sağlandığı için ambliyopi nadir görülür [21].

Şaşılık ambliyopisi doğumdan 5,5 yaşına kadar oluşabilir, başarılı bir şekilde tedavisi ve takibi yapılmadığı durumda 9-10 yaşına kadar daha da ilerleyebilir [39]. Kayması olan çocuklarda fiksasyon tercihinin gelişimi en sık 1 yaşında olmaktadır (9 ay ile 2 yaş arasında değişmektedir) fakat 8-9 yaşına kadar da oluşma olasılığı vardır [39]. İleri yaştaki pek çok strabismik ya da anizometropik ambliyopisi olan çocuğun tedavi ile görmesinde düzelme elde edilmektedir [39]. Şaşılık hastaları ve anizometropik hastalar için kritik dönemin sonu olmayabileceğini ileri süren yazarlar mevcuttur [39].

#### **2.1.2.1.2. Anizometropik ambliyopi**

Tüm ambliyopi olgularının yaklaşık yarısında anizometri mevcuttur. İki gözdeki farklı kırma kusuruna bağlı olarak; kırma kusuru daha fazla olan gözdeki kronik bulanık görme sonucu ambliyopi gelişir. Görme keskinliğindeki azalmanın bir kısmı etkilenen gözdeki görüntünün bulanık öğrenilmesi, diğer bir kısmı da şaşılık ambliyopisindeki gibi gözler arasındaki inhibisyon sonucu gelişir [36].

Anizometri; iki göz arasında hipermetropide 2 diyoptriden (D), silindirik değerde 1,5 D'den fazla, miyopide ise 3.0 D'den yüksek fark olmasıdır [40]. Anizometropik ambliyopi, hipermetropik gözlerde daha sık, miyopik gözlerde daha az görülmektedir [40].

Miyoplarda refraksiyonu yüksek olan göz yakın için, diğer göz ise uzak için kullanılır ve her ikisi de akomodasyon yaptığı için ambliyopi nadir görülür. Hipermetropide bir gözde netlik sağlandığında diğer gözde de netlik sağlanması için yeterli akomodasyon uyarısı yoktur ve sürekli olarak o gözde hayal bulanık oluşur ve sonuçta hipermetrop olan gözde ambliyopi gelişir [20].

Anizometropinin optik olarak düzeltilmesinin yol açabileceği anizokoni de bir başka ambliyojenik faktör olarak karşımıza çıkar ve farklı büyüklükteki retinal görüntüler füzyon için engel teşkil ederler [21].

İzoametropik ambliyopi ise her iki gözde yüksek değerde ve eşit diyoptride kırma kusuru varlığında, kırma kusuru nedeniyle ortaya çıkan bulanık görüntünün öğrenilmesi sonucu gelişir. Hipermetropik kırma kusuru olan çocuklarda görüntüyü netleştirmek amacı ile fazla akomodasyon yapıldığında aşırı konverjans tabloya eşlik edeceğinden ezotropyya gelişebildiği gibi netleştirmeye çaba göstermediklerinde izoametropik ambliyopi gelişmektedir. Ancak hangi hastada ezotropyya hangi hastada ambliyopi gelişeceği bilinmemektedir. Genellikle 4,5-5 D'nin üzerinde hipermetropi ve 5 D'nin üzerinde miyopi ambliyopi riski taşımaktadır. Astigmatizma için ortalama 2-3 D risk olarak kabul edilmektedir. Ancak bebeklik döneminde 3 D'den fazla astigmatizmanın hiçbir görme kaybına neden olmadan düzelebileceği de akılda tutulmalıdır [36].

Meridyonel ambliyopi; tek ya da iki taraflı düzeltilmemiş yüksek astigmatizmaya bağlı olarak gelişir [41]. 3-5 yaş grubundaki astigmatizmaların uygun refraksiyonla düzeltilmesinin ilerde ambliyopi gelişimini önlediği gösterilmiştir [42]. Somer ve ark. kurala aykırı miyopik ya da hipermetropik astigmatizması olanlarda, kurala aykırı olmayanlara kıyasla tedaviye verdikleri yanıtın daha kötü olduğunu göstermişlerdir [43].

Ambliyopi gelişiminde ambliyojen uyaran ile ne zaman karşılaştığı çok önemlidir. Bu zamanın iyi belirlenebilmesi amacı ile hassas ve kritik periyotlar tanımlanmıştır. Görme sisteminin uyaran azlığına duyarlı olduğu dönem hassas periyot dönemidir. Genel olarak bu dönemin doğumla başladığına inanılmaktaysa da bazı çalışmalar 6 haftaya kadar gecikebileceğini göstermektedir. Yenidoğan sarılığı nedeniyle hayatlarının ilk haftalarında kapama alan çocuklarda ambliyopi gelişmemesi bu iddiayı desteklemektedir [10]. Hassas periyot tüm vizüel fonksiyonlar için sabit değildir. Spektral hassasiyet için 3-6 ay, uzaysal rezolüsyon için 2 yıla kadar, binoküler fonksiyonlar için daha uzun hassas periyotlardan söz edilebilir [44]. Kritik periyot ise tedavi ile görmenin artabileceği dönemi belirler. Bu dönem hassas periyotla birlikte başlar ve çeşitli çalışmalara göre 6-12 yaşına kadar

sürer [44]. Hassas ve kritik periyot kavramları, ambliyopi tedavisinin ancak belirli bir zaman diliminde uygulanırsa etkili olabileceğini gösterir.

#### **2.1.2.1.3. Vizüel deprivasyon ambliyopisi**

Geçmişte ambliyopinin tüm tipleri için *ex anopsia* (kullanılmama ambliyopisi) terimi kullanılmaktaydı. Günümüzde bu terim kötü görmenin primer sebebi olarak retinanın kullanılmaması veya uyarılmamasına bağlı durumlar için kullanılır [45]. Sıklıkla doğuşsal veya erken çocukluk döneminde ortaya çıkan kornea ve lens opasiteleri, pupil aralığını kapatan pitozis ya da vitreus kanaması sonucu gelişir. Bu grupta en sık görülen neden pupil aralığını kapatan 3 mm'den büyük lens opasiteleridir. Retinoskopi yapılmasına imkan veren küçük polar veya lameller kataraktlar hafif orta dereceli ambliyopiye neden olurlar veya görme gelişimini hiç etkilemezler. En ağır görme kaybı ile sonuçlanan, tedavisi de en zor olan bu ambliyopi tablosu en az sıklıkta görülür [46]. Kortikal görme gelişimi için kritik dönem, görmenin subkortikal olduğu latent bir dönemin ardından başlar. Wiesel ve Hubel'in yavru kedilerde, Crawford'un bebek maymunlarda yaptıkları çalışmalarda, gözlerden birinin göz kapaklarının sütüre edilmesi ile kortikal hücrelerin azaldığı, lateral genikülat çekirdekte oküler dominans kolonlarının değiştiği bildirilmiştir [47, 48]

#### **2.1.2.1.4. Nistagmusa bağlı ambliyopi**

Nistagmus, gözlerin ritmik titreşimi olarak tanımlanan istemsiz hareketleridir. Gözlerdeki bu ritmik hareketler hız ve yön olarak çoğu zaman simetriktir [49].

Nistagmus görme azlığının nedeni mi, sonucu mu olduğunu belirlemek çoğu zaman zordur [21]. Bazı çalışmalarda nistagmusa bağlı ambliyopi daha çok organik ambliyopi sınıfı içinde tutulmaktadır [50].

#### **2.1.2.1.5. İdiopatik ambliyopi**

Nadir görülen ve çok ilginç olan bu ambliyopi tipi strabismus, yanlış düzeltilmiş refraktif kusur veya görme yoksunluğu anomalisi gibi ambliyojenik faktör ve durumların yokluğunda gözlemlenir. Diğer ambliyopi tiplerinde olduğu gibi sağlam göz kapatılınca görme keskinliğinde artış gözlenir fakat tedavi sona erdirildiğinde görme keskinliği yeniden azalmaktadır. Bu hastalarda ambliyojenik

gözün foveal süpresyona sahip olduğu gösterilmiştir. Sorumlu tutulan mekanizma bebeklik döneminde bifoveal fiksasyonu engelleyen geçici anizometri veya yüksek astigmatizma gibi durumlardır. Anizometri ve astigmatizma hayatın ilerleyen dönemlerinde düzelse de daha önce buldukları gözde ambliyopi devam etmektedir [9, 51].

### **2.1.2.2. Organik ambliyopi**

Organik ambliyopi bir çeşit deprivasyon ambliyopisi olup belirgin bir organik patoloji ya da ambliyojenik faktör olmaksızın görme keskinliği azalmış bir gözde suboftalmolojik morfolojik değişikliklerin var olabileceği düşünülmelidir. Klinik olarak yeterli ambliyopi tedavisi yapıldığı halde görme keskinliği belirli bir düzeyin üzerine çıkmıyor ise organik ambliyopinin varlığından şüphelenilmelidir.

Bu ambliyopi tipinde tedaviyle düzelebilen (reversible, fonksiyonel, rölatif ambliyopi) ve tedaviyle düzelemeyen (irreversible, organik) ambliyopinin birlikte olabileceği göz ardı edilmemelidir. Bonamour'un, Mackensen'in ve Suzuki'nin farklı zamanlarda ve birbirlerinden bağımsız yaptıkları çalışmalarda; daha önce öne sürülenin aksine neonatal foveal hemorajiler ile hayatın ileri dönemlerinde ortaya çıkan ambliyopi arasında ilişki gösterilememiştir [21]. Son zamanlarda, hayvan ve insan beyninde yapılan histolojik çalışmalar organik ambliyopi gelişiminde retinadan daha çok görme merkezinin sorumlu olduğunu göstermiştir. Wiesel ve ark.'nın 1963'teki, Noorden ve ark.'nın 1983'teki ve 1992'deki, Berardi ve ark.'nın 1993'teki çalışmaları başta olmak üzere yine birçok çalışmada da; strabismik ve anizotropik ambliyopilerde ve deneysel olarak oluşturulan hayvan ambliyopilerde lateral genikülat nükleusta (LGN) ve striate kortekste yapısal değişikliklerin olduğu gözlemlenmiştir [52, 53].

### **2.1.3. Ambliyopinin patogenezi**

Ambliyopi patolojisinin anlaşılması için konfüzyon, diplopi, süpresyon ve anormal retinal korrespondans (ARK) mekanizmaları bilinmelidir.

Korrespondan noktalar, her bir retinanın aynı subjektif görsel yönünü paylaşan alanlarıdır (örneğin, fovealar primer görsel yönü paylaşırlar). Bir gözün

nazal retinasındaki noktaların diğerk gözün temporal retinasında korrespondan noktaları vardır [41].

Konfüzyon ve diplopi şaşılık nedeni ile ortaya çıkan ve ambliyopinin patofizyolojisinin açıklanmasında yardımcı olan klinik terim ve bulgulardır. Konfüzyon, diplopiye nazaran daha nadiren gözlenir ve farklı cisimlere ait olan hayallerin her iki gözün retinalarının birbirlerine uyan korrespondan noktalarına düşürülmesi sonucu bu iki farklı cismin görüntülerinin eş zamanlı ve üst üste çakışmış şekilde algılanmasıdır [41]. Diplopi ise aynı cisme ait görüntünün iki gözün retinalarında korrespondan olmayan noktalara düşmesi nedeni ile cismin çift görülmesidir ve binoküler tek görmenin şaşılık nedeni ile sürdürülemediği sonucu oluşmaktadır [41].

Konfüzyon ve diplopi, şaşılığa bağlı olarak ortaya çıkan erken dönem klinik semptomlardır. Bu semptomların ortadan kaldırılabilmesi için supresyon, ARK ve motor adaptasyon mekanizmaları gelişir. Ancak bu savunma ve adaptasyon mekanizmaları konfüzyon ve diplopiyi ortadan kaldırırken ambliyopi gelişimine neden olurlar. Şaşılık; konfüzyon ve diplopiye yol açar. Konfüzyon ve diplopi supresyon ve ARK ile engellenmeye çalışılır. Supresyon ve ARK ise ambliyopi ile sonuçlanır.

Hastalarda ortaya çıkan diplopi ve konfüzyon günlük yaşantı içerisinde tolere edilmesi çok zor iki durumdur. Mümkün olan durumlarda hasta diplopiyi önlemek için motor füzyonu en son kapasitesine kadar kullanır, hatta buna bağlı olarak müsküler astenopi de görülebilir. Bazı hastalarda diplopi anormal baş pozisyonu ile kompanze edilmeye çalışılır. Füzyon başarısız olduğunda baskılanma mekanizması devreye girer. Şaşılıktaki supresyonla bir göz tamamen devre dışı kalmamaktadır. Hastaların büyük kısmında az veya oldukça iyi düzeyde binokülerite mevcuttur [49].

Konfüzyon ve diplopiyi önlemek için geliştirilen bu duyuşsal adaptasyon mekanizmalarından (supresyon ve ARK) hangisinin gelişeceği kayma miktarına bağlıdır. Kayma miktarı fazlaysa, bir objenin bir gözde foveola diğerk gözde uzak bir ektrafoveolar nonkorrespondan elemanına düşen görüntüleri ortak bir görsel yön kazanamaz, yani korrespondans oluşamaz; ortaya çıkan diplopiyi önlemek amacıyla kayan göz tümüyle inhibe edilir, buna supresyon denir. Bazen sürekli bir göz kayar

ve sürekli aynı gözün binoküler durumda inhibe edilmesi kayan gözde ambliyopiye neden olur. Bazen de supresyon alternasyon gösterir, alternasyon eşit düzeyde ise tek taraflı ambliyopi oluşmaz [54].

Kayma miktarı azsa, bir objenin bir gözde foveola, diğerinde foveolaya yakın bir ekstrafoveolar nonkorrespondans elemanına düşen görüntüler, ortak bir subjektif görme yönü paylaşarak korrespondans kazanırlarsa buna ARK denir. ARK ile her iki gözdeki görüntünün birleştirilerek tek olarak algılanmasına da anormal füzyon ya da anormal binoküler görme denir. Bu şekilde hem diplopiden kaçınılmış hem de binoküler tek görme elde edilmiş olur [54]. ARK, binoküler bir durumdur; diğer göz kapatıldığında kayan gözün foveolası fiksasyonu alır. Yani sadece binoküler durumda bir gözde foveola, kayan gözde ekstrafoveola fiksasyon yapar [54].

İntrauterin dönemde sadece intrinsik faktörlere bağlı olan vizüel sistem gelişiminin, doğumu takiben çevresel faktörler ve görsel uyaranların da önemli oranda etkisi altında kaldığı öne sürülmektedir. Normal vizüel gelişim esnasında her iki göze ait aynı uyaranları taşıyan afferent yollar, vizüel korteksteki nöronların kontrolü için sürekli bir yarış halindedir. Her iki gözden gelen afferent yollar, korteksin alıcı tabakası olan dördüncü katmanında farklı bantlar şeklinde yer alarak tüm korteks boyunca uzanan oküler dominans kolonlarını oluşturmaktadır [21]. Bu afferent yollar, granüler tabakanın üstündeki veya altındaki nöronlarla sinaps yaparak vizüel korteks kontrolünü ele geçirmeye çalışırlar ve bunun sonucunda vizüel korteksteki nöronlar binoküler olarak uyarılırken, dördüncü katmanın üst veya altındaki bölgeyi kontrol eden göz, dominant göz haline gelmektedir [21]. Her iki göz eşit etkinlik gösterdiğinde gözler tarafından uyarılan nöron sayısı eşit iken, gözlerden biri diğerine göre daha iyi fonksiyon gösterdiğinde, o göz tarafından daha fazla nöron uyarılmaktadır [21].

Binoküler yarışma dengesinin iki göz arasında bozulması vizüel sistem dengesini olumsuz etkiler. Tek taraflı yoksunluk, o gözü binoküler yarışta zayıf bırakmakta ve o gözün uyardığı kortikal nöron sayısında azalmaya yol açmakta ve bunun sonucunda o gözde ağır ve sürekli görme azalması ortaya çıkmaktadır [21]. Crawford'un maymunlar üzerinde yaptığı bir çalışmada, her iki göz uyarandan yoksun bırakıldığında binoküler yarış etkilenmemekte ve her iki göz anlamlı sayıda

nöronu uyarabilmektedir [55]. Binokuler ambliyopi, monoküler tipe göre daha hafif seyirli olmaktadır [55]. Uygun şekilde düzeltilmemiş bilateral yüksek hipermetropinin, bilateral hafif ambliyopiye yol açması da bu görüşü desteklemektedir [21].

Tek taraflı görsel olarak yoksun bırakılan kişilerdeki etkilenme, iki taraflı yoksun bırakılanlara göre daha şiddetli olmaktadır. Bu bulgular, ambliyopi gelişiminde anormal binoküler yarışmanın ve görsel deprivasyonun birlikte etki gösterdiğini ancak anormal binoküler yarışmanın doğrudan deprivasyondan daha etkili olduğunu düşündürmektedir [21].

Von Noorden, anizotropik ve strabismik insanlarda yaptığı otopsi çalışmalarında, LGN hücrelerinde küçülme ve sayısında azalma saptamıştır. Strabismik ambliyopide, LGN'deki değişiklikler, aynı taraftan gelen uyarıları alan 2 (magnosellüler katman), 3 ve 5 nolu (parvosellüler katman) laminalarda görülmektedir [52, 53]. Anizotropik ambliyopide ise strabismik ambliyopide etkilenen katmanların yanı sıra karşı taraftan uyarı alan 4 nolu (parvosellüler katman) laminalarda da benzer değişiklikler görülmüştür [46]. Maymunlarda yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir [21].

Strabismik ambliyopide sadece aynı taraftaki, anizotropik ambliyopide ise hem aynı hem karşı taraftaki LGN hücrelerinin etkilenmesinin ambliyopi derecesi ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir [53]. Ambliyopinin daha hafif olduğu strabismik ambliyopide yalnız çaprazlaşmayan yollar etkilenirken, anizotropik ambliyopide hem çaprazlaşan hem de çaprazlaşmayan yollar etkilenmektedir [53].

Retina gangliyon hücrelerinin iki grup olduğunu; X hücrelerinin yüksek ve orta adaptasyondan, Y hücrelerinin düşük adaptasyondan sorumlu olduğunu ve bu farklı hücrelerin görmede çeşitli kanalların oluşumuna neden olduğu bildirilmiştir [49]. Başka bir çalışmada X hücrelerinin yüksek görme keskinliğinin temelini oluşturduğu, bunların herhangi bir şekilde uyarılmaması ile ambliyopi geliştiği tespit edilmiştir [49]. Anizometri ve strabismus nedeni ile retinada bulanık bir hayal oluşmakta ve X hücreleri fonksiyon kazanamamakta veya fonksiyonlarını kaybetmektedir [49]. Aynı yazarlara göre ambliyopi kritik devrede ortaya çıkan

bulanıklıktan dolayı meydana gelmekte olup bu çalışmada lateral genikulat nükleustaki X hücrelerinin fonksiyonlarında da azalma olduğu gösterilmiştir [49].

GABA agonist muscimol kullanıldığında, kedilerin striat korteksinde postsnaptik inhibisyon yaparak sağlam gözden gelen uyarıları engelleyip, deprive gözden gelen uyarıların binoküler yarışta striat kortekste avantajlı hale gelmesinin sağlandığı gösterilmiştir [56].

N-metil D-aspartat (NMDA) reseptörünün de görme korteksi gelişiminde önemli olduğu ileri sürülmüştür. Monoküler depresyon esnasında kedilerin striat korteksinde NMDA antagonisti infüzyonunun oküler dominansın indüklenmesini engellediği görülmüştür [57].

Erişkin ambliyoplara oral L-DOPA verilerek görme fonksiyonunda düzelme olduğu gözlemlenmiştir [58]. Levodopanın vizüel korteksin plastisitesini etkileyerek etkisini gösterdiği düşünülmektedir [59, 60]. Oral levodopa tedavisi sonrası ambliyopik gözün uyarılmasıyla korteks aktivasyonundaki artış fMRG ile tespit edilebilmektedir [61].

#### **2.1.4. Ambliyopinin tanı yöntemleri ve klinik özellikleri**

Ambliyopi iki gözün görme keskinlikleri arasında Snellen uzak okuma eşeline göre iki standart sıra ya da daha fazla sıra farkı bulunması olarak tanımlanır. Yenidoğan döneminden itibaren her bebek ambliyopi açısından değerlendirilmelidir, çünkü görmenin en iyi geliştiği dönem ilk 6 aydır. Bu dönemde karşılaşılabilecek bir deprivasyon ambliyopisi erken tedavi edilmezse kalıcı ve derin bir görme kaybı bırakacaktır [49].

Görme keskinliği ölçümünün mümkün olmadığı erken bebeklik döneminde fiksasyon paterni, Teller kartları ve görsel uyarılmış potansiyeller ile ölçüm düşük hassasiyetle yapılabilir. Yaklaşık birinci aydan sonra bebeklerin fiksasyon yapması beklenir ve fiksasyonun santralde olması, nistagmusun olmaması ve bunun her iki gözde benzer düzeyde yapılması görmelerin eşit olduğunu gösterir. Koopere olarak kendini ifade edebilen daha büyük çocuklarda Allen, LEA şekilleri, HOTV, E ve Landolt C harfleri ile daha sonra okul çağında ise Snellen, ETDRS ve diğer eşellerle görme keskinliği ölçülebilir [36].

Ambliyopinin klinik özellikleri arasında, Snellen, Vernier ve Grating keskinliklerinde azalma, kontrast duyarlılık ve uzaysal lokalizasyon yeteneğinde azalma, nötral dansite filtreleri ile stabil kalan görme, kalabalıklaşma (crowding) fenomeninin belirginleşmesi, ağır ambliyopide hafif rölatif afferent pupilla defekti (RAPD), sakkadik amplitüdüde azalma ve takip hareketlerinde bozulma yer almaktadır.

Nötral dansite filtre etkisi, filtre kullanılarak yapılan görme keskinliği muayenesinde, santral retina lezyonu, glokom gibi hastalıklarda görme keskinliği en az 2 sıra düşerken ambliyop gözlerde etkilenme olmaz, hatta hafifçe artar. Bu test fonksiyonel ve organik ambliyopi ayırımında kullanılmaktadır. Ancak görmesi 1/10'dan düşük derin ambliyoplarda bu testi yapmak zordur [62]

Kalabalıklaşma (crowding) fenomeni ise, Snellen eşesindeki sembollerin hastaya sıra halinde okutulması ile tek tek okutulması arasında fark görülmesi halidir; tek figürler kullanıldığında görme keskinliği daha iyi bulunur. Patognomonik olmasa da ambliyopi lehine önemli bir bulgudur. Tedavi ile tek tek görme sıra olarak daha hızlı artmasına rağmen, asıl amaç sıra halinde görmenin artırılması olmalıdır [62].

Ambliyoplarda renkli görme genellikle normaldir. Fakat ağır ambliyop olgularda renkli görme de etkilenir. Bu durum görme keskinliğindeki azalmaya bağlı olabileceği gibi retinanın renk görmeye duyarsız kısımlarına uyan bölgelere eksantrik fiksasyon olmasına bağlı olduğu da düşünülmektedir [21].

Strabismik, anizometropik, stimulus-deprivasyon ve meridyonel ambliyopili gözlerin kontrast duyarlılığı ile normal gözler arasında anlamlı farklılıklar olduğunu tespit edilmiştir [21].

Ambliyoplarda yakın akomodasyon noktasının uzaklaştığı ve yakın görme keskinliğinin artı camlarla artabildiği gözlenmektedir. Bu gözlem, ambliyoplarda akomodasyonun etkilendiğini düşündürmektedir. Ambliyoplardaki akomodasyon değişikliklerinin, maküla ve optik sinirin organik hastalıkları sonucu santral skotom gelişen gözlerde görülen değişikliklere benzer olduğu tespit edilmiş, bu durumun azalmış görme keskinliği nedeniyle akomodasyon uyarısının daha az olmasından

kaynaklandığı ve akomodasyon kontrol sistemindeki afferent yolun bundan sorumlu olduğu görüşü ileri sürülmüştür [63].

Ambliyopide binoküler görme, stereopsis ve hareketin algılanması da bozulmuştur. Strabismus varlığında binokülarite görme keskinliğine göre daha fazla etkilenir. Anizotropide ise iki göz arasındaki hayallerin birbirinden ne kadar farklı olduğunu belirleyen faktör anizotropinin büyüklüğüdür. Monoküler bulanıklık ne kadar fazla ise binokülarite kaybı da o kadar derin olacaktır [62].

Çocukların ambliyopi gelişimine en duyarlı olduğu zaman dilimine kritik dönem denir. Kritik dönem 2-3 yaş dolaylarıdır ve bu hassasiyet 6-7 yaşına kadar vizüel matürasyonun tamamlanması, retinokortikal ve vizüel merkezlerin anormal görsel uyarılara dirençli hale gelmesiyle giderek azalır [64]. Tek taraflı katarakt olan çocuklarda kolaylıkla deprivasyon ambliyopisi gelişeceği için erken tedavileri gerekir. Hayatın ilk günlerinde ameliyat ve kontakt lens ile optik düzeltme yapıp, takipleri titizlikle yapıldığında görme kayıpları sınırlı olmaktadır. Eğer 3-10 yaş arası deprivasyon ambliyopisi gelişecek olursa kritik periyod dışına çıktıkları için tedaviye daha iyi cevap verirler [49].

#### **2.1.5. Ambliyopinin tedavisi**

Ambliyopi tedavisi, hekim, aile ve çocuk arasında sıkı iletişim ve uzun süreli takip gerektiren bir sağlık sorunudur. Ambliyopi tedavisindeki kritik noktalar, tedaviye başlama yaşı ve hastanın ilk tanı aldığı dönemdeki görme keskinliğidir. İlk 5 yaşta tedavisine başlanan vakalarda yanıt üst seviyede iken, 10 yaşına doğru tedaviye çok daha az yanıt alınmaktadır [49].

Tedavide amaç her iki gözde net retina görüntüsünün sağlanmasıdır. Görmeye engel olan katarakt, kornea opasitesi veya ptozis gibi göz problemleri, özellikle bebeklik ve erken çocukluk dönemlerinde en kısa sürede tedavi edilmelidir [36].

#### **a – Refraksiyon kusurunun düzeltilmesi**

Ambliyopiye eşlik eden kırma kusurlarını belirlemek için mutlaka siklopleji sonrası retinoskopi ve uygun düzeltme yapılmalıdır. Ambliyopi tanısı tam olarak konmadan önce gözlük verilerek 18 haftaya kadar refraktif adaptasyon ile görme

artışı sağlanabilir. Siklopleji ile tespit edilen kırma kusuru, kayması olmayan hipermetrop çocuklarda 1,5-2,0 D azaltılarak verilebilir ancak anizometri farkı korunmalıdır. Kayması olmayan, yüksek miyopisi olan okul öncesi dönemdeki çocuklarda, yine iki göz arasındaki farka dikkat edilerek 2,0-3,0 D daha az gözlük verilebilir fakat esas ihtiyacın daha yüksek olduğu ve okul çağında arttırılacağı bilgisi aileye anlatılmalıdır. Ezotrophia varlığında tespit edilen hipermetropi, gözler arasındaki fark korunarak tam düzeltme yapılmalıdır. Okul öncesi dönemde ezotrophia ve miyopisi olanlarda ise yine daha düşük refraktif düzeltme yapılabilir ancak okul başladığında net görmeyi sağlayan en düşük miyopik düzeltme, iki göz arasındaki fark korunarak verilmelidir. Ekzotrophia olduğunda ise, hipermetropik düzeltme 2,0-2,5 D daha az verilir, miyopi ise kaymaya olabilecek olumlu etki beklentisi ile çocuklarda 2,0-3,0 D daha fazla düzeltilebilirken, gençlerde giderek astenopik şikayetler ortaya çıkacağından fazla düzeltme iyi sonuç vermeyecektir. Astigmatizma 1,5 D ve üzerinde kurala uygun ise tam veya 0,5 D daha düşük verilebilir. Kurala uygun değil ise (hipermetrop astigmatizma horizontal aksta ise veya oblik akslarda astigmatizma var ise) 1,0 D ve üzerinde tam olarak veya 0,5 D daha düşük olarak verilmelidir. İki göz arasındaki fark erişkin dönemde tanı alan olgularda anizokoni nedeniyle zor tolere edileceğinden sıklıkla 2,0-3,0 D'nin üzerinde sferik, 2,0 D'nin üzerinde silindirik değer verilmesi güçtür. Çocuklarda öğrenme dönemi olduğundan aradaki fark tam olarak verilmeli ve azaltılmamalıdır. Görme keskinliği gözlük ile iki gözde eşit olmayan olgularda kapama tedavisi planlanmalıdır [36].

### **b – Kapama tedavisi**

Bu tedavi metodunda amaç fiksasyon yapan gözün belirli bir süre kapatılması ile ambliyop gözün görmeye zorlanmasıdır. Kapama tedavisinin gün içinde ne kadar süre ile yapılması ve toplamda ne kadar süre devam edilmesi gerektiği konusunda fikir birliği yoktur. Genel anlamda uygulanacak kapama tedavisi süresi hastanın yaşı, ambliyopinin derinliği ve tedaviye verilen yanıtın sonucu hekim tarafından belirlenir [2].

Kapama tedavisinde dikkat edilmesi gereken en önemli noktalardan biri fiksasyon yapan gözün, yapılan kapama tedavisi sırasında ambliyopi geliştirme

ihtimalidir. Özellikle erken çocukluk döneminde kapama yapılan gözde hızla ambliyopi gelişebileceğinden, tedavi sırasında hastanın her iki gözünün görme keskinlikleri sık aralıklarla muayene edilmeli ve gerekirse kapama tedavisine haftanın bir ya da iki günü ara verilmelidir. Ambliyopi tedavisi için yapılan kapama tedavisinde amaç özellikle yakın görmenin zorlanarak netleştirilmesidir. Bu nedenle kapama tedavisi esnasında hastanın ambliyop gözü yakındaki parlak renkli ve dikkat çekici cisimler ya da şekillerle ilgilenmeye zorlanmalıdır. Kapama tedavisine yanıt veren vakaların yaklaşık %50'sinde tedavi bırakıldıktan sonra ambliyopi tekrarladığı için 10–12 yaşına kadar muayeneler aksatılmamalı ve gerekirse kapama tedavisine devam edilmelidir [49].

### **c – Penalizasyon yöntemi**

Kapama tedavisi uygulanamayan vakalarda sağlam gözde yakın görmenin, ambliyop göze oranla daha bulanık hale getirilmesi esasına dayanmaktadır. Hastanın ambliyop olmayan gözüne atropin damlatılarak yakın görmesi bulanıklaştırılır ve böylece ambliyop göz görmeye zorlanmaktadır [49]. Penalizasyon hafif-orta dereceli ambliyop olgular için tercih edilmelidir ve takiplerde hastanın ambliyop gözle fiksasyon yaptığından emin olunmalıdır [36].

Penalizasyon yöntemi ambliyopi bulunmayan göze yüksek hipermetrop cam uygulanarak ambliyop göze oranla daha bulanık görmeye zorlanması (optik penalizasyon) şeklinde de yapılabilmektedir [49]. Her iki penalizasyon yöntemi de doğru uygulanan kapama tedavisi kadar etkili olamamaktadırlar.

### **d – Pleoptik yöntem**

Makülanın pleoptofor ya da ötiskop adı verilen cihazlar yardımı ile parlak ışık kullanılarak uyarılması esasına dayanmaktadır. Kapama tedavisi kadar etkili olmasına karşılık sosyo-ekonomik uygulama zorluklarından dolayı terk edilmiştir [49].

### **e – CAM yöntemi**

İçinde yüksek kontrastlı siyah ve beyaz renkli çizgilerden oluşan disklerin bulunduğu özel bir CAM (Cambridge stimülatör) cihazı ile ambliyop gözün uyarılması esasına dayanır. CAM tedavisinde, yavaş dönen disk üzerinde yüksek

kontrastlı çizgiler aracılığı ile fonksiyonu azalan ve kaybolan görme sistemi hücrelerine tekrar fonksiyon kazandırılması amaçlanmaktadır [65].

## 2.2. Retina Sinir Lifi Tabakası

### 2.2.1. Anatomi

RSLT, yaklaşık 1-1,2 milyon retina gangliyon hücre aksonuyla beraber astrositler, retina damarları ve Müller hücrelerinin uzantıları tarafından oluşturulur.

Retinanın üst ve alt yarısındaki lifler, horizontal orta hattı geçmezler ve birbirlerinden yatay bir hatla ayrılırlar. Maküladan gelen lifler horizontal yerleşim gösterir ve optik sinire temporal taraftan giren papillomaküler demeti oluştururlar. Disk temporalinde papillomaküler demet periferinde kalan lifler ise demet üzerinden ark yaparak diske ulaştıkları için arkuat lifler olarak bilinirler. Diskin nazalinden gelen lifler ise yelpaze şeklinde direkt olarak optik diske ulaşırlar [66].

Optik sinir başının üç tabakası mevcuttur.

- a- **Yüzeyel tabaka:** Astrositlerce desteklenir ve oftalmoskopta rahatça gözlenir.
- b- **Prelaminer tabaka:** Retina düzleminden posteriora doğru açılmış olan retina sinirliflerinden oluşur ve ancak santral çanak içinde gözlemlenebilir.
- c- **Laminer tabaka:** Lamina kribrosa ve içinden geçen sinir lifleri demetlerinden oluşur.

Optik diskte, retina gangliyon hücre aksonları 1-4 mm<sup>2</sup>'lik bir skleral açıklıktan gözü terkederler. Bu açıklık skleral kanal adını alır ve optik diskin kenarını meydana getirir. Ortalama çapı 1,75 mm olup oval şekillidir. Skleral kanaldan 1,2 milyon sinir lifi gözü terkeder. Skleral kanal çapı optik disk çapı ile olduğu kadar gözün büyüklüğü ile de ilişkilidir. Hipermetropide olduğu gibi skleral kanalı küçük olan gözlerde optik disk çapı küçük, miyopide olduğu gibi büyük olanlarda ise disk çapı da büyüktür. Lamina kribroza; skleral kanal boyunca uzanan bir dizi kollajen bağ dokusu plağından oluşmuş yapıdır ve 200-400 yerinden "por" adı verilen açıklıklarla perfore olmuş durumdadır. Bu deliklerden retina sinir lifleri demetleri geçer. Büyük delikler zayıf bir bağ dokusu desteğine sahip olup bu deliklerden glokomatöz hasara en duyarlı olan geniş sinir lifleri geçmekte ve ileri derecede hasar olduğunda bu delikler yarık şeklinde görülmektedir. Optik çanak, optik sinir başının

tam ortasında yer alan nöral disk dokusunun bulunmadığı, soluk renkli bir çöküntüdür. Çanağın boyutları optik diskin büyüklüğüyle ilişkilidir. Çukur kısmın dışında kalan bölge ise nöroretinal rim olup rim alanı disk çapından bağımsız olarak tüm normal gözlerde sabittir. Geniş fizyolojik çukurluk, skleral kanal büyüklüğü ile içinden geçen sinir lifi sayısı arasındaki uyumsuzluğun bir sonucudur. Bu çukurluğun çapı, genellikle çukur çapının disk çapına oranı (c/d) şeklinde belirtilir ve normal olarak 0,3 veya daha küçük olup normal insanların sadece % 2 sinde 0,7'nin üzerindedir. Bu oranın artması glokomatöz hasarın göstergesidir [67].

Peripapiller bölgede RSLT kalınlığı “çift hörgüç” paterni gösterir. İki hörgücü kalın alt ve üst kadranlar, aradaki çukurlukları ise ince nazal ve temporal kadranlar oluşturmaktadır. RSLT kalınlığının, optik diskten uzaklaştıkça incelendiği; üst ve alt bölgelerde en kalın, temporal ve nazal bölgelerde ise ince olduğu, foveada ise gangliyon hücreleri ve iç pleksiform tabakanın bulunmadığı gösterilmiştir [68].

### **2.2.2. RSLT analiz teknikleri**

Optik sinir içindeki veya sinir lifi tabakasındaki akson miktarını tespit edebilen bir teknik henüz mevcut değildir, çünkü aksonların *in vivo* olarak sayılabilmesi olanaksızdır. Bu nedenle günümüzde akson miktarı hakkında dolaylı bilgi veren indirekt ölçümlerin kullanılması gerekmektedir [66].

#### **2.2.2.1. Fundus muayenesi**

Direkt oftalmoskopiyle, 78 dioptri ya da 90 diyoptri lens yardımı ile yarıklı lamba kullanılarak RSLT görüntülenmesi mümkün olabilmektedir Yeşil filtre kullanıldığında bu tabakanın görüntülenmesi kolaylaşmaktadır. Bu yöntem kolay, ucuz, her ortamda kullanılabilen basit bir yöntemdir. Ancak bilgiler depolanamaz ve aynı gözlemcinin değişik zamanlarda yaptığı değerlendirmede bile farklılıklar olabilir [66].

#### **2.2.2.2. Fundus fotoğrafisi**

RSLT'nin görüntülenmesi ve değişikliklerin kaydedilmesinde ilk aşamadır ve hala yaygın olarak kullanılmaktadır. Basit fundus kamera ile iki boyutlu görüntü elde edilirken stereoskopik fundus kameraları ile üç boyutlu görüntüler elde edilebilir.

Normal bir gözde RSLT, arkuat demetler bölgesinde daha belirgin olmak üzere diske doğru ışınal tarzda uzanan, damarları örten çok ince çizgilenmeler şeklinde izlenmektedir. Sinir lifi kaybı olan gözlerde beyaz çizgilenmeler olmayacağından bu bölgeler daha koyu renkte ve damarlar çıplak halde görülürler. Normal gözlerde alt temporal yaya ait sinir lifleri en net görülürken burayı üst temporal, üst nazal ve alt nazal bölgeler izler [69].

Fotoğraflama tekniğinin avantajları, kolay ulaşılabilir ve yaygın, teknik beceri ve özel eğitim gerektirmeyen ucuz bir yöntem olmasıdır. Fakat tekniğin zahmetli olması, iyi dilate edilmiş bir pupil ve saydam bir optik ortam gerektirmesi, yorumun subjektif olması ve kantitatif bir değerlendirme sağlamaması gibi dezavantajları mevcuttur [69].

### **2.2.2.3. Retina kontur analizi**

Referans düzlemden retina yüzeyine olan mesafeyi ölçen objektif bir tekniktir. Retinal yüzeyin topoğrafisi kesitsel görüntülerle üç boyutlu olarak elde edilebilir. Tarayıcı Laser Oftalmoskop'un (SLO) Rodenstock Analizörü, Heidelberg Retina Tomografisi ve Topografik Tarayıcı Sistem'den oluşan üç farklı tipi mevcuttur. Bu analizörlerle retina konturu üç boyutlu olarak görüntülenebilir.

SLO, nokta aydınlanması-nokta algılaması (spot illumination-spot detection) prensibine göre çalışır. Bu yöntemde retinada sadece bir nokta aydınlatılır (spot illumination) ve sadece bu sahadan gelen görüntüler toplanır (spot detection). Bu sayede fokal olmayan tekniklerden daha iyi seviyede bir kontrast elde edilir. Konfokal görüntüleme bir fokal planda tek bir görüntü elde eder, diğer bir deyişle x-y ekseninde iki boyutlu bir görüntü alır. Birbirini izleyen doku derinlikleri taranarak, elde edilen kesitler üst üste getirilir ve böylece retinanın üç boyutlu görüntüsü elde edilir. Son yıllarda geliştirilen iki yeni RSLT görüntüleme yöntemiyle, RSLT kalınlığı ve hacminin kantitatif olarak ölçülmesi, erken RSLT defektlerinin tespiti ve takibi mümkün olmaktadır. Bunlar Tarayıcı Laser Polarimetre veya Sinir Lifi Analizörü ve OKT sistemleridir.

#### **2.2.2.4. Sinir lifi analizörü (NFA)**

Sinir lifi analizörü (Tarayıcı Laser Polarimetre,NFA) optik sinir başının topoğrafik analizi için kullanılan SLO'nun modifikasyonu ile RSLT kalınlığının kantitatif ölçümü için geliştirilmiş kontakt olmayan tanı cihazıdır. RSLT, ganglion hücre aksonlarının mikrotübüllerinden oluşur. Bu mikrotübüller birkaç nanometre çapındadırlar ve özel bir dizilim halinde yerleşmişlerdir. Bu onlara 'birefringence' (birbirine paralel lif demeti) olarak da bilinen farklı bir özellik kazandırmaktadır. Bu fiziksel özellikteki ortamdan geçen polarize ışınlar, ortamın kalınlığı ile orantılı olarak ölçülebilen bir faz farkına uğrarlar. Bu farka gecikme (retardasyon) denir. Bir başka deyişle; sinir lifi tabakasından dönerken daha yavaş olan ışık dalgası, daha hızlı olana göre bir gecikme göstermekte, bu gecikme miktarı polarimetre tarafından ölçülmekte ve RSLT kalınlığı hakkında direkt bilgi vermektedir [70].

NFA, bu ölçüm tekniğini kullanan bir tarayıcı lazer polarimetridir. Uzun dalga boyunda (780 nm) polarize diyot, lazer kullanılmaktadır. 65536 retinal noktadan ölçüm alabilen cihaz 10x10, 15x15 veya 20x20 derecelik alanları 0,7 saniyede tarayabilmektedir. Elde edilen görüntüler cihazın programında hızlıca değerlendirilmekte ve renklendirilmiş harita şeklinde görüntülenebilmektedir. NFA, 2 mm'lik pupil çapından ölçüm yapabildiği için pupillanın dilate edilmesine gerek yoktur.

#### **2.2.2.5. OKT**

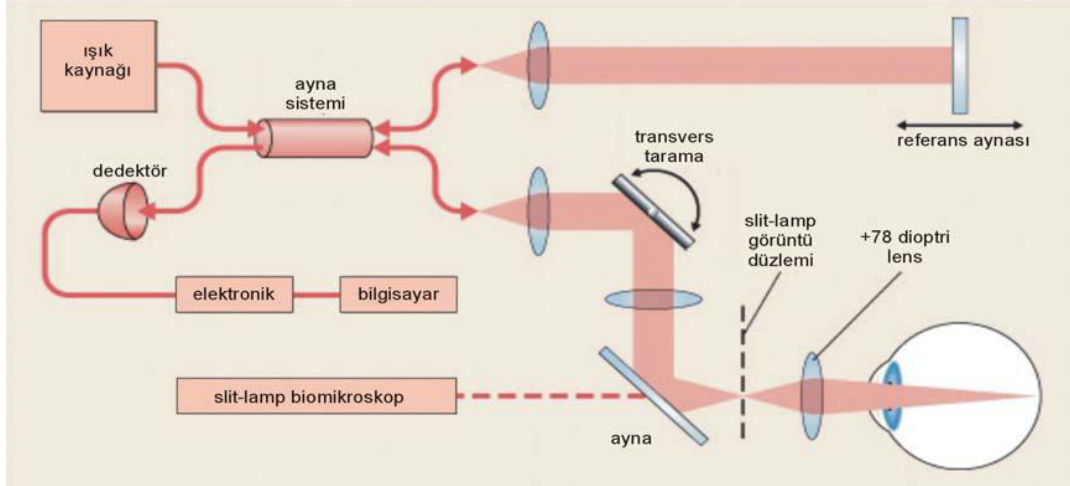
OKT, biyolojik dokuların yüksek çözünürlükte görüntülenmesini ve kantitatif verilerin elde edilmesini sağlayan invazif veya kontakt olmayan bir görüntüleme cihazıdır. Görüntülemenin fiziksel temeli çeşitli dokuların ince yapıları arasındaki optik yansıma farklılıklarına dayanmaktadır. OKT, ilk olarak Huang ve arkadaşları tarafından 1991 yılında Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nde geliştirilmiştir [71]. Oftalmoloji alanında OKT kullanılarak yapılan ilk klinik çalışmalar ise Schuman ve ark. tarafından 1995'de yayınlanmıştır [72]. İlk ticari cihaz 1996'da "Humphrey Zeiss" firması tarafından geliştirilmiştir. OKT, biyolojik dokulardan mikrometre çözünürlüğünde tomografik kesitler almak için kullanılan bir görüntü tekniğidir. Bir diğer anlamda optik biyopsi yöntemidir. Çalışma prensibi ultrasonografiye (US) benzerdir. Görüntü almak için bir B tarama US'de yansıtan bir nesneden geriye

dönen ses dalgalarındaki gecikme zamanı ölçülerek değerlendirme yapılırken, OKT’de ise düşük koherensli bir interferometre aracılığıyla geriye yansıyan ışık dalga derinlik çözünürlüğü ile ölçüm yapılmaktadır. US ile görüntülemeye farklı olarak ışık, hava-doku ara yüzeyini geçebildiği için probun dokuya teması veya immersiyon sıvısı gerekmemektedir.

Işık hızının çok yüksek olmasından dolayı direkt olarak gecikmeyi ölçmek pek mümkün değildir. Bu nedenle ışığın yansırken olan gecikme süresi, bilinen bir örnek ile karşılaştırılarak ölçülür. İnterferometride, incelenen örnek, referans, ışık kaynağı ve dedektör kolu vardır. Referans kolundaki ayna sabittir [14]. Görüntü elde etmek için bu aletin içinde, ışık kullanarak yüksek çözünürlükte zaman ve uzaklık ölçümü yapabilen düşük eşevreli Michalson interferometresi mevcuttur. Bu aygıt giden ışığın ikiye ayrılmasını ve dönen ışıkların birleşmesini sağlar. Bir ışın referans kola yöneltilir ve çevirici referans ayna tarafından yansıtılır. Diğerisi ise, örnek koluna yöneltilir ve doku örneğince yansıtılır. Geri yansıtılan ışınlar, ışın ayırıcıda birleşir ve dedektöre yöneltilerek ölçülür [73] (**Şekil 1**).

OKT cihazında ışık kaynağı olarak 830 nm dalga boyuna ve 750  $\mu$ w güce sahip, süperluminesan diyot ışığı kullanılır. Bu kısa koherens uzunluğuna sahip diyot ışığı, OKT görüntüleme sisteminin ideal longitudinal rezolüsyonunu sağlamaktadır. Güncel OKT cihazlarında çözünürlük 3-7  $\mu$ m arasındadır.

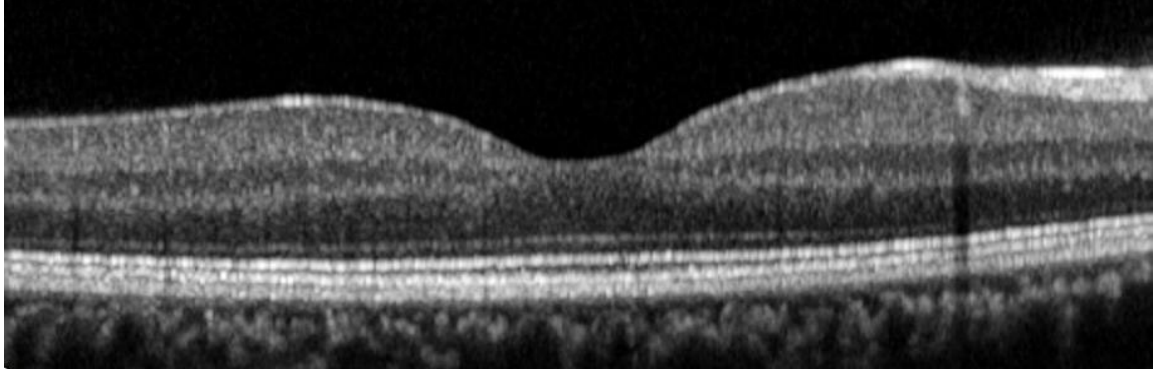
Sistem standart bir yarıklı lamba biyomikroskopa uyarlanmıştır. Cihaz içindeki 78 dioptrilik bir lens sayesinde gelen ışınlar retina üzerinde odaklanır (**Şekil 1**). İncelenen göz ya cihaz içindeki bir ışığa baktırılarak sabitlenir veya bu gözde görme çok düşükse diğer göz dışarıdaki bir ışığa yönlendirilir. Taranan retina alanı aynı anda bir kızılötesi video kamera ile izlenebilir.



**Şekil 1.** OKT'nin şematik yapısı

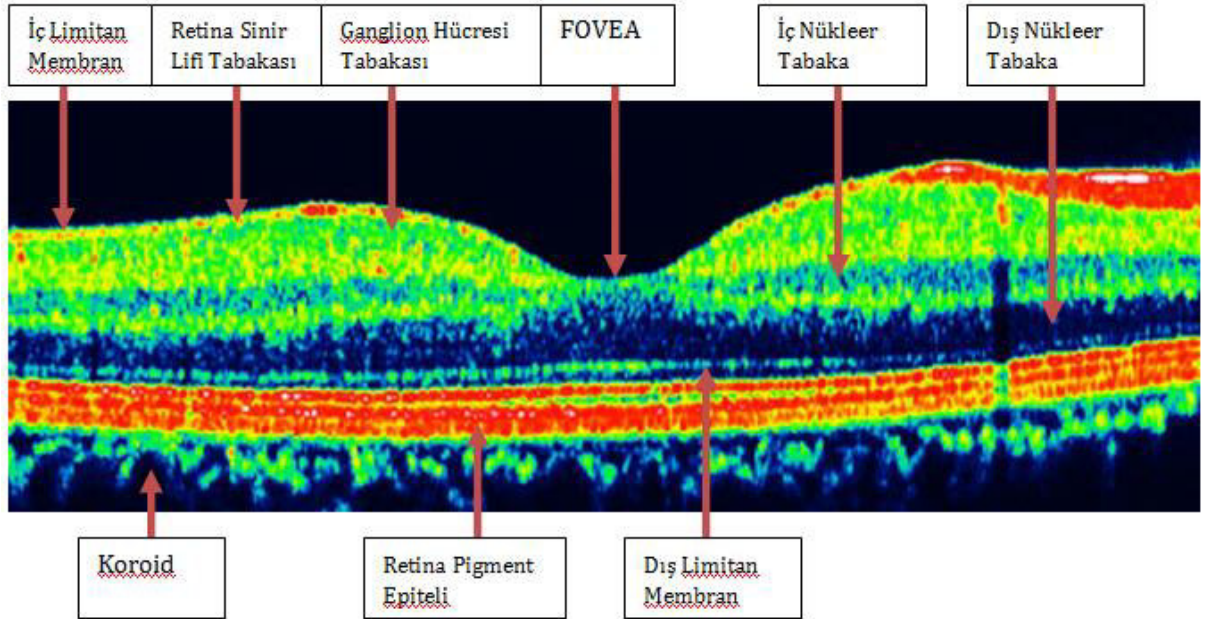
OKT'de görüntü, retina katlarının optik olarak farklı yansıtıcılıkta olması ile elde edilmektedir. Dokulardan geri yansıyan ışığın yoğunluğuna göre gri veya renkli skala kullanılarak kesit görüntüleri oluşturulmaktadır. RSLT'de aksonal uzantıların çok olmasından dolayı yüksek yansıtıcılık özelliği vardır. Retina pigment epitelindeki yüksek melanin pigment seviyesi ve koriyokapillarisdeki hemoglobin düzeyinden dolayı bu yapıların optik yansıtıcılığı yüksektir [14].

Gri skalada görüntü dokuların yansıtıcılıklarına göre beyazdan siyaha doğru kodlanarak elde edilir. Vitreus ve aköz gibi düşük yansıtıcılığı olan yapılar siyah, retina pigment epiteli, RSLT gibi yüksek yansıtıcılığı olan yapılar beyaz renkle gösterilir. Fotoreseptör gibi orta yansıtıcılıkta olan yapılar ise gri renktedir (**Şekil 2**). Görüntülerin daha iyi yorumlanması için gri skala görüntüleri bilgisayar yazılımı kullanılarak renklendirilebilir. Böylece beyaz alanlar sarı ve kırmızı renkle, gri alanlar mavi renkle ve siyah alanlar lacivert-siyah renkle gösterilebilir [14] (**Şekil 3**).



Şekil 2. OKT’de gri skala

OKT’de tüm imajlar ultrasonografide olduğu gibi A-tarama görüntülerin transvers ekseninde birleştirilmesi ile oluşan B-tarama görüntülerden elde edilir. Fourier prensibi ile çalışan OKT cihazlarında yaklaşık 1 sn içinde 40.000 A-tarama (27.000-53.000 A-tarama/sn) görüntü oluşturulabilmektedir. Veriler toplandıktan sonra artefaktlar temizlenir, dijital bir filtre ile gürültülü görüntü azaltılır ve görüntü pürüzsüz hale getirilir [73]. OCT ile B-tarama görüntüleri dışında topografik haritalar da elde edilebilir.



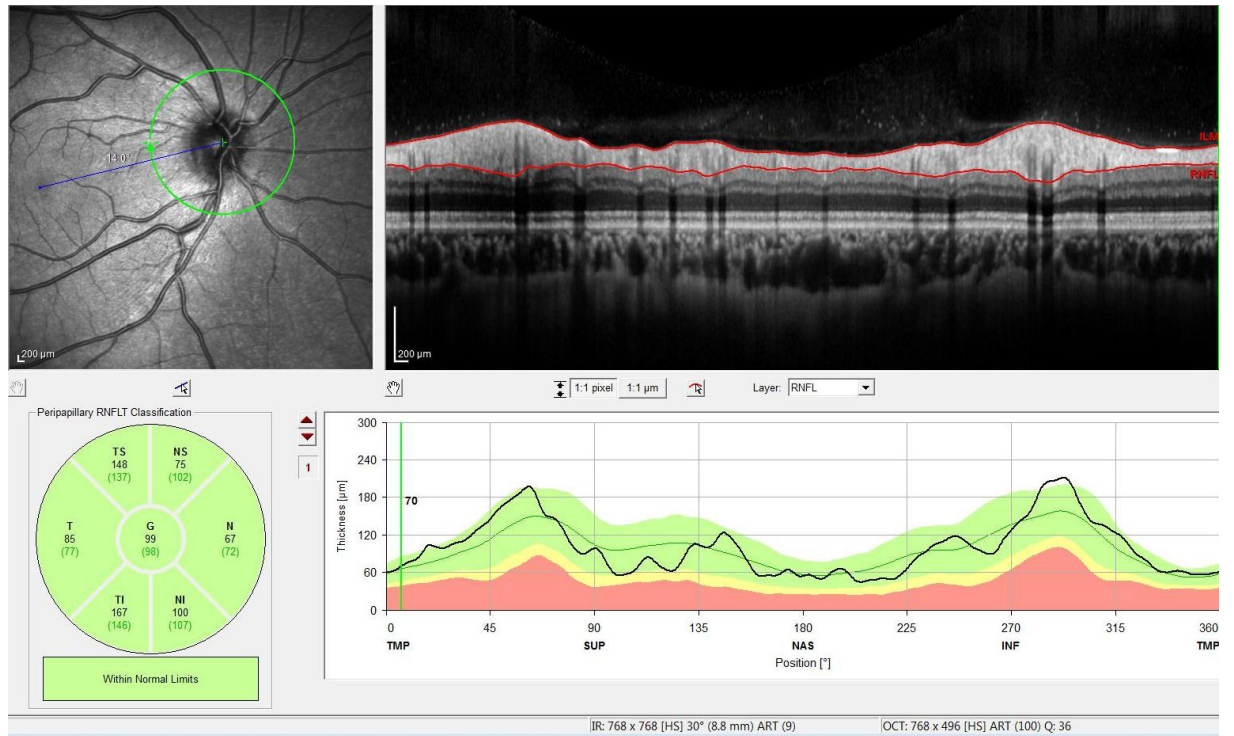
Şekil 3. OKT’de renkli skala

#### 2.2.2.5.1. OKT ile RSLT analizi

OKT cihazı ile retinanın herhangi bir bölgesindeki toplam retina veya sadece RSLT kalınlığını hassas bir şekilde ölçmek olasıdır. Cihaz, istenilen retina

bölgelerinde A-taramalar yapmaktadır. Bunu takiben uygun bellek sayesinde bu A-taramalar birleştirilerek farklı boyutlarda çizgisel ve geometrik şekiller biçiminde B-taramalar elde edilmektedir. Daha sonra elde edilen bu şekiller üzerinde özel algoritmalar kullanılarak toplam retina ve RSLT kalınlıkları otomatik olarak hesaplanır ve ölçülen kalınlık değerleri cihazın veri tabanında bulunan normal değerler ile karşılaştırılır.

Schuman ve ark. optik sinir başından bağımsız olarak optik diski çevreleyen 3,4 mm çaplı dairesel alanın taramasının RSLT kalınlığının değerlendirmesinde doğru bir kriter olacağını bildirmiş ve bu genel kabul görmüştür [74]. Bu dairesel kesit temporalden açılıp saat yönünde taramayı gösterecek şekilde tomogram üzerine düz olarak yansıtılmaktadır. RSLT'ye ait çeşitli parametreler de tomogramın üzerinde yer almaktadır. Alt ve üst temporal sinir lifi demetleri yerel kalınlaşmalar (çift hörgüç) olarak görülmektedir [69] (Şekil 4).



Şekil 4. OKT'de RSLT görüntüsü

OKT cihazı ile glokom olgularının tanı ve takibinde temel olarak RSLT analizi kullanılmaktadır. RSLT analizi ile sinir lifi kaybı olmadan akson fonksiyon kaybının saptanması mümkün olmaktadır [75]. Glokom hastalarında, görme alanı

bulguları ortaya çıkmadan önce retina sinir liflerinin %30-50'sinin kaybolduğu bilinmektedir [76].

#### **2.2.2.5.2. OKT ile maküla kalınlık haritası**

Fourier prensibi ile çalışan bazı OKT cihazları segmentasyon analizi yaparak direkt gangliyon tabakası kalınlığı ile ilgili ölçüm verebildiği gibi tüm maküla kalınlığının ölçümüyle yapılacak takiplerde gangliyon hücre kaybına bağlı retina kalınlığında değişiklik saptanabilir. Retina gangliyon hücre gövdesi 15 µm iken akson kalınlığı 1-2 µm'dir. Retina gangliyon hücre gövdesinde glokoma bağlı dejenerasyon aksonlara göre daha uzun sürede olduğu için maküla kalınlık ölçümü daha az hassas olmasına karşın, Zeimer ve ark.'nın yaptığı çalışmalarda maküla kalınlığıyla glokoma bağlı gangliyon hücre kaybı arasında sıkı bir bağlantı olduğu düşüncesi doğrulanmıştır [77].

Maküla taramasında Spectralis® OKT (Heidelberg Engineering GmbH, Heidelberg, Almanya) cihazında en sık kullanılan mod 20°x20° alanda 25 adet B-mod tarama yapan hızlı maküla çekim modudur. Hızlı maküla kalınlığı modu ölçümünde yüksek hızda, ortalaması alınan imaj sayısı (ART) değeri 9, tarama yapılan kesit eğimi 0°, tarama aralığı 240 µm olan toplam 25 kesitin değerlendirilmesi yapılmaktadır.

#### **2.2.2.5.3. OKT'nin avantajları**

A. OKT ile retinanın direkt kesitsel görüntüsü oluşturulduğundan, RSLT kalınlığının ölçümü için referans düzlemine gereksinim yoktur [78].

B. OKT ile alınan ölçüm gözün kırıcılığındaki değişikliklerden, nükleer skleroz ve benzer ortam kesifliklerinden, gözün aksiyel uzunluğundan etkilenmez [78].

C. OKT hızlı ölçüm yapabilen ve yüksek tekrarlanabilirliğe sahip bir görüntüleme yöntemidir.

#### **2.2.2.5.4. OKT'nin dezavantajları**

A. Arka kapsüler ve kortikal kataraktlar OKT ile kaliteli görüntü alınmasını güçleştirirler [79].

B. Cihaz aksiyel yöndeki hareketleri düzeltir; ancak transvers hareketi düzeltme yeteneğine sahip değildir [79].

C. Fiksasyon yapamayan hastalarda tarama sonuçları ancak optimale yakındır [79].

#### **2.2.2.5.5. OKT'nin doğruluk ve çözünürlüğü**

OKT ile elde edilen morfolojik bulguların histopatolojik verilerle çok iyi bir korelasyon gösterdiği saptanmıştır. İn-vitro olarak insan kadavra gözlerinde yapılan çalışmalar yüksek bir doğruluk oranı göstermiştir [80]. İlk çıkan OKT cihazlarının çözünürlüğü yaklaşık 10-14 µ düzeylerinde iken, özellikle retinanın laminar yapısına paralel T-tarama yapabilen yeni nesil OKT cihazlarında çözünürlük 3-7 µm düzeylerindedir.

#### **2.2.2.5.6. OKT ölçümlerinin tekrarlanabilirliği**

Schuman ve ark. 21 gözde 5 kez tekrarlanan ölçümlerde sinir lifi kalınlığının ölçümünde yüksek tekrarlanabilirlik bildirmişlerdir [74]. Ulaş ve ark.'nın RSLT ve arka kutup analizinin tekrarlanabilirliğini değerlendirdiği bir çalışmada aynı kişilerden aralıklı olarak 2 defa yapılan ölçüm sonuçlarına göre tekrarlanabilirlik değeri çok yüksek bulunmuştur [81].

Budenz ve ark.'nın çalışmalarında ise normal bireylerde ortalama RSLT kalınlığı için, ölçümler arası değişkenlik 3.5 µm olarak bulunmuş olup değişkenlik %5'in altındadır. Aynı çalışmada ölçümler arası değişkenlik glokom hastaları arasında biraz daha fazladır. Ortalama kalınlık için bu değer 5.5 µm olup değişkenlik en yüksek 13.8 µm ile nazal kadranda bildirilmiştir [82].

#### **2.2.2.5.7. OKT'nin duyarlılık ve özgünlüğü**

Budenz ve ark.'nın çalışmalarında seçilen kritere göre duyarlılık %83-89, özgünlük %92-100 arasında bulunmuştur [83]. Pieroth ve ark. ise OKT ile fokal defektleri %65 duyarlılık ve %81 özgünlük ile gösterebilmişlerdir [84].

#### **2.2.2.5.8. OKT'nin diğer kullanım alanları**

OKT ile kornea kalınlığını ölçmek ve kornea epiteli de dahil olmak üzere yüzey profilini görüntülemek mümkündür. Ayrıca ön kamara derinliği, ön kamara açısı ve iris kalınlığı ölçülebilir. OKT ile optik diskten seri radyal tomogramlar alınarak, optik sinir başının topografik ölçümü yapılabilmektedir. Ayrıca yaşa bağlı maküla dejeneresansı, koroidal neovasküler membran, damarsal retina hastalıkları, diabetik retinopati, maküla deliği, yalancı delik, vitreomaküler traksiyon sendromu, santral seröz koryoretinopati ve diğer maküla hastalıklarının tanısında, takibinde ve tedaviye yanıtının değerlendirilmesinde başarılı bir şekilde kullanılmaktadır [85].

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

Abant İzzet Baysal Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı Şaşılık Birimi'nde Ağustos 2012 ile Mart 2014 tarihleri arasında muayenesi yapılan ve tek taraflı ambliyopi tanısı konulan, 42 strabismik ve 50 anizotropik ambliyop ile aynı tarihler arasında 50 sağlıklı birey çalışmaya dahil edildi. Çalışmayı gerçekleştirmek için Abant İzzet Baysal Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu'ndan onay alındı. Hastalara ve ebeveynlerine çalışma ile ilgili bilgi verilerek ebeveynlerinden yazılı onamlar alındı.

Muayenesi yapılan olgulardan aşağıdaki kriterleri sağlayanlar çalışmaya dahil edildi:

- Ambliyop olgularda iyi gören gözün görme keskinliği Snellen eşeline göre 0,8'den az olmaması şartıyla sağlam göz ile ambliyop göz arasında en iyi düzeltilmiş görme keskinlikleri arasında iki ya da daha fazla sıra fark olması,
- Kontrol grubunda sferik ve silindirik kırma kusurunun her iki gözde  $\pm 1.0$  diyoptri ve altında olması,
- Ambliyop olgularda sferik ve silindirik kırma kusurunun her iki gözde  $\pm 6.0$  diyoptri ve altında olması,
- Oftalmoskopik muayenede, optik sinir başı, maküla ve damarsal yapıların normal görünümde olması,
- Şaşılık cerrahisi dışında göz cerrahisi geçirmemiş olması,
- Pnömotik tonometre ile göz içi basınçlarının 21 mmHg ve altında olması.

Dışlama kriterleri:

- Herhangi bir nörolojik hastalığının olması,
- Nistagmusun olması,
- Ailede glokom öyküsü olması,
- Ön segment muayenesinde, korneada ve lenste görme azlığına neden olabilecek ve görüntü alınmasını engelleyecek opasitelerin olması,

- Oftalmoskopik muayenede, peripapiller koroid atrofisinin bulunması, diyabetik retinopati gibi retinal patolojilerin olması, hipertansif retinopati veya ven oklüzyonu gibi damarsal patolojilerin olması,
- OKT görüntüsü alınmasını engelleyecek şekilde uyum problemi olanlar çalışma kapsamı dışında bırakıldı.

Çalışmamızda toplam 3 grup oluşturuldu:

Grup 1: Tek taraflı strabismik ambliyopisi olan 42 hastanın her iki gözü,

Grup 2: Tek taraflı anizometropik ambliyopisi olan 50 hastanın her iki gözü,

Grup 3: Ambliyopisi olmayan 50 sağlıklı bireyin bir gözü (kontrol grubu).

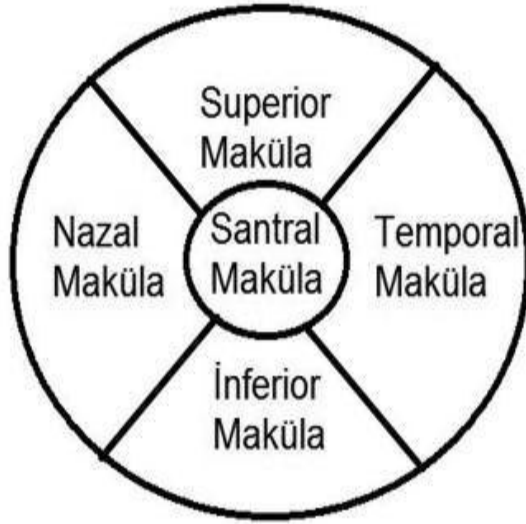
Çalışmaya dahil edilen tüm olgulardan ayrıntılı anamnez alınarak yaşı, cinsiyeti, sistemik hastalıkları sorgulandı. Olguların Snellen eşeli kullanılarak görme keskinlikleri kaydedildi. Ön segmentleri biyomikroskopik olarak değerlendirildi. Göz içi basınçları ve santral kornea kalınlıkları pnömotometre (Canon TX 20P) ile ölçüldü. Hastaların göz ön-arka aksiyel uzunlukları Lenstar LS 900 (Haag-Streit AG, Koeniz, İsviçre) cihazıyla ölçüldü.

Bütün olgulara şaşılık muayenesini de içeren ayrıntılı göz muayenesi yapıldı. Tüm olgulara 5'er dakika arayla 3 kez siklopentolat hidroklorür % 1 (Sikloplejin % 1, Abdi İbrahim İlaç San. ve Tic. AŞ.) damlatılıp, 45 dakika sonra otorefraktometre [Nidek ARK-510A otokeratorefraktometre (Nidek Co., Ltd., Aichi, Japonya)] ile refraksiyon ölçümleri yapıldı. Saptanan sikloplejili refraktif kusur bir başka muayene gününde tashih edilerek, düzeltilmiş en iyi görme keskinlikleri elde edildi.

Olguların OKT çekimleri sikloplejisiz olarak tek hekim tarafından (AS) yapıldı. Bu esnada hastanın başının dik ve aynı pozisyonda olmasına özen gösterildi. Ölçüm güvenilirliğini sağlamak amacıyla, görüntü kalitesini belirten değer 20'nin üzerinde olan ölçümler çalışmaya dahil edildi. OKT çekimleri 5.3 yazılım versiyonu yüklenmiş olan Spectralis® OKT (Heidelberg Engineering GmbH, Heidelberg, Almanya) kullanılarak yapıldı.

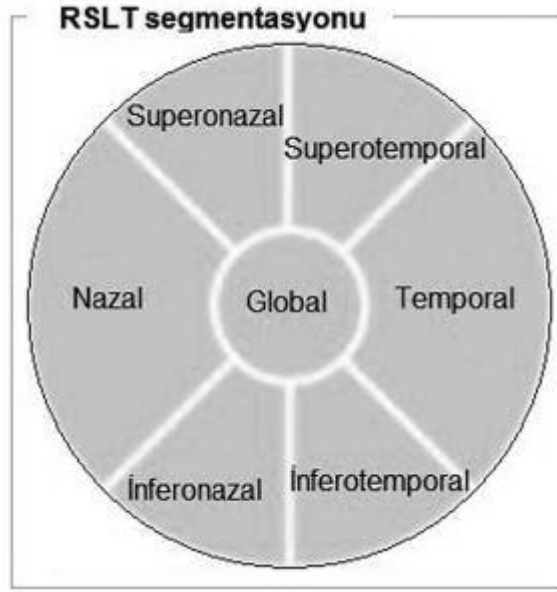
Maküla kalınlığı ölçümleri, cihazda bulunan hızlı çekim modu (fast) değerleri değiştirilmeksizin yapıldı. Santral maküla kalınlığı için hızlı maküla kalınlığı ölçüm modunda elde edilen 1 mm çaplı santral maküla segmenti ölçümünün ve 3 mm çaplı

maküla santralini çevreleyen alanının superior, inferior, temporal ve nazal segmentlerinin ölçüm sonuçları değerlendirildi (Şekil 5). Maküla kalınlığı ölçüm modunda 6 mm çaplı dairedeki segmentler tam olarak değerlendirilmediği için bu segmentler çalışmaya dahil edilmedi. Sonuçların değerlendirilmesi, daire merkezi foveanın en ince yeri olacak şekilde manuel olarak düzeltildikten sonra yapıldı.



**Şekil 5.** Dairesel maküla kalınlığı haritası. Küçük dairenin çapı 1 mm, büyük dairenin çapı 3 mm'dir.

RSLT kalınlığı ölçümleri, cihazda bulunan RSLT ölçüm mod değerleri (otomatik gerçek zamanlı ölçüm fonksiyonu aktive edilmiş dairesel tarama) değiştirilmeksizin yapıldı. Kullandığımız OKT cihazı RSLT kalınlığı için 12° çapında alanı taramaktadır. Çalışmamızda temporal, nazal, temporal superior, temporal inferior, nazal superior, nazal inferior sektörlerin ölçümlerinin ve bu sektörlerin ortalamasından elde edilen global ölçüm sonuçları değerlendirildi (**Şekil 6**).



**Şekil 6.** Retina sinir lifi tabakası segmentasyonu

Olgulardan elde edilen verilerin istatistiksel analizinde SPSS 21.0 (IBM Statistical Package for Social Science, Chicago, Illinois) paket programı kullanıldı. Kategorik ölçümler sayı ve yüzde olarak, sayısal ölçümlerse ortalama±standart sapma olarak verildi. Gruplara göre cinsiyet dağılımı gibi kategorik değişkenlerde ki-kare test istatistiği kullanıldı. Ambliyop ve sağlam gözlerde OKT ile elde edilen maküla kalınlığı ve RSLT kalınlığı ölçümleri gibi sürekli değişkenlerde bağımsız örneklem t-testi, bağımsız örneklem tek yönlü varyans analizi ve grupların ikili karşılaştırması için post-hoc Tukey testi kullanıldı. P değeri 0.05'in altındaki değerler istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Olguların Demografik Özellikleri

Yaşları 5 ile 62 arasında değişen olguların demografik bulguları Tablo 1’de yer almaktadır.

**Tablo 1.** Gruplara göre olguların demografik özellikleri

	<b>Strabismik ambliyop (Grup1)</b>	<b>Anizometropik ambliyop (Grup 2)</b>	<b>Kontrol grubu (Grup 3)</b>	<b>p<sup>*</sup></b>
<b>Yaş</b> (yıl, ort±SD)	21,79±11,51	24,68±14,41	25,96±15,01	0,346
<b>Cinsiyet</b> (n,%)				
Kadın	19 (%45,24)	24 (%48)	25 (%50)	
Erkek	23 (%54,76)	26 (%52)	25 (%50)	0,901

\* Bağımsız örneklem tek yönlü varyans analizi

### 4.2. Olguların Göz Muayene Bulguları

Strabismik ambliyop, anizometropik ambliyop ve kontrol grubuna ait görme keskinliği (GK), sferik ekivalan (SE), aksiyel uzunluk (AU), göz içi basıncı (GİB) ve santral kornea kalınlığı (SKK) değerlerine ait veriler Tablo 2’de gösterilmiştir. GK, SE, AU değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı iken ( $p<0,05$ ) GİB ve SKK değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p>0,05$ ).

**Tablo 2.** Olguların görme keskinliği, sferik ekivalan, aksiyel uzunluk, göz içi basıncı, santral kornea kalınlığı değerleri

	<b>Strabismik ambliyop</b>	<b>Anizometropik ambliyop</b>	<b>Kontrol grubu</b>	<b>p*</b>
<b>Görme Keskinliği (logMAR)</b>	0,42	0,40	0	<b>&lt;0,001</b>
<b>Sferik Ekivalan (D)</b>	0,63±3,41	3,31±2,64	-0,60±1,28	<b>&lt;0,001</b>
<b>Aksiyel Uzunluk (mm)</b>	23,06±1,59	22,15±1,14	23,82±0,98	<b>&lt;0,001</b>
<b>Göz İçi Basıncı (mmHg)</b>	15,45±3,40	16,26±3,21	15,87±3,50	0,522
<b>Santral Kornea Kalınlığı (µm)</b>	556,92±35,47	563,00±32,38	551,92±29,97	0,287

\* Bağımsız örneklem tek yönlü varyans analizi

### 4.3. Olguların RSLT ve Maküla Kalınlığı Değerleri

Strabismik ambliyop ve kontrol grubunun maküla kalınlıkları karşılaştırıldığında hiçbir bölgede istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ( $p>0,05$ ) (**Tablo 3**). Ancak RSLT kalınlığı değerlerinden temporal superior, temporal, temporal inferior ve nazal segmentlerindeki farklılık istatistiksel olarak anlamlı idi ( $p<0,05$ ) (**Tablo 4**).

**Tablo 3.** Strabismik ambliyop ve kontrol grubunun maküla kalınlıkları ( $\mu\text{m}$ )

	<b>Strabismik ambliyop</b>	<b>Kontrol grubu</b>	<b>p*</b>
<b>Santral</b>	266,90 $\pm$ 19,17	266,80 $\pm$ 18,37	0,979
<b>Superior</b>	346,43 $\pm$ 16,90	349,28 $\pm$ 15,92	0,412
<b>Nazal</b>	345,80 $\pm$ 17,48	347,62 $\pm$ 16,13	0,608
<b>İnferior</b>	343,60 $\pm$ 13,19	346,94 $\pm$ 16,17	0,292
<b>Temporal</b>	332,09 $\pm$ 14,39	335,52 $\pm$ 16,78	0,305

\* Bağımsız örneklem t-testi

**Tablo 4.** Strabismik ambliyop ve kontrol grubunun RSLT kalınlıkları ( $\mu\text{m}$ )

	<b>Strabismik ambliyop</b>	<b>Kontrol grubu</b>	<b>p*</b>
<b>Global</b>	98,07 $\pm$ 10,92	101,50 $\pm$ 9,56	0,117
<b>Temporal superior</b>	123,02 $\pm$ 21,05	144,26 $\pm$ 18,00	<b>&lt;0,001</b>
<b>Temporal inferior</b>	66,85 $\pm$ 14,02	78,20 $\pm$ 14,97	<b>&lt;0,001</b>
<b>Nazal superior</b>	142,92 $\pm$ 23,35	152,56 $\pm$ 19,41	<b>&lt;0,05</b>
<b>Nazal inferior</b>	106,02 $\pm$ 24,16	107,02 $\pm$ 18,96	0,807
<b>Nazal superior</b>	78,35 $\pm$ 15,57	70,82 $\pm$ 13,31	<b>&lt;0,05</b>
<b>Nazal inferior</b>	121,10 $\pm$ 27,53	110,10 $\pm$ 26,88	0,060

\* Bağımsız örneklem t-testi

Anizometropik ambliyop ve kontrol grubunun maküla kalınlıkları karşılaştırıldığında, hiçbir bölgede istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ( $p>0,05$ ) (**Tablo 5**). Ancak RSLT kalınlığı değerlerinden global, temporal, nazal superior, nazal ve nazal inferior segmentlerindeki farklılık istatistiksel olarak anlamlı idi ( $p<0,05$ ) (**Tablo 6**).

**Tablo 5.** Anizometropik ambliyop ve kontrol grubunun maküla kalınlıkları ( $\mu\text{m}$ )

	<b>Anizometropik ambliyop</b>	<b>Kontrol grubu</b>	<b>p*</b>
<b>Santral</b>	263,82 $\pm$ 20,05	266,80 $\pm$ 18,37	0,440
<b>Superior</b>	348,60 $\pm$ 16,50	349,28 $\pm$ 15,92	0,834
<b>Nazal</b>	346,98 $\pm$ 17,39	347,62 $\pm$ 16,13	0,849
<b>İnferior</b>	345,38 $\pm$ 15,41	346,94 $\pm$ 16,17	0,623
<b>Temporal</b>	333,46 $\pm$ 15,65	335,52 $\pm$ 16,78	0,527

\* Bağımsız örneklem t-testi

**Tablo 6.** Anizometropik ambliyop ve kontrol grubunun RSLT kalınlıkları ( $\mu\text{m}$ )

	<b>Anizometropik ambliyop</b>	<b>Kontrol grubu</b>	<b>p*</b>
<b>Global</b>	108,26 $\pm$ 10,86	101,50 $\pm$ 9,56	<b>&lt;0,001</b>
<b>Temporal superior</b>	140,26 $\pm$ 18,70	144,26 $\pm$ 18,00	0,279
<b>Temporal inferior</b>	72,32 $\pm$ 13,50	78,20 $\pm$ 14,97	<b>&lt;0,05</b>
<b>Nazal superior</b>	158,24 $\pm$ 18,39	152,56 $\pm$ 19,41	0,136
<b>Nazal inferior</b>	118,54 $\pm$ 27,32	107,02 $\pm$ 18,96	<b>&lt;0,05</b>
<b>Nazal superior</b>	84,92 $\pm$ 15,98	70,82 $\pm$ 13,31	<b>&lt;0,001</b>
<b>Nazal inferior</b>	134,40 $\pm$ 29,20	110,10 $\pm$ 26,88	<b>&lt;0,001</b>

\* Bağımsız örneklem t-testi

Anizometropik ve strabismik ambliyop olguların maküla kalınlıkları karşılaştırıldığında, hiçbir bölgede istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ( $p>0,05$ ) (**Tablo 7**). Ancak RSLT kalınlığı değerlerinden global, temporal superior, temporal inferior, nazal superior ve nazal inferior segmentlerindeki farklılık istatistiksel olarak anlamlı idi ( $p<0,05$ ) (**Tablo 8**).

**Tablo 7.** Anizometropik ve strabismik ambliyop olguların maküla kalınlıkları ( $\mu\text{m}$ )

	<b>Anizometropik ambliyop</b>	<b>Strabismik ambliyop</b>	<b>p*</b>
<b>Santral</b>	263,82 $\pm$ 20,05	266,90 $\pm$ 19,17	0,459
<b>Superior</b>	348,60 $\pm$ 16,50	346,43 $\pm$ 16,90	0,540
<b>Nazal</b>	346,98 $\pm$ 17,39	345,80 $\pm$ 17,48	0,750
<b>İnferior</b>	345,38 $\pm$ 15,41	343,60 $\pm$ 13,94	0,563
<b>Temporal</b>	333,46 $\pm$ 15,65	332,09 $\pm$ 14,39	0,669

\* Bağımsız örneklem t-testi

**Tablo 8.** Anizometropik ve strabismik ambliyop olguların RSLT kalınlıkları ( $\mu\text{m}$ )

	<b>Anizometropik ambliyop</b>	<b>Strabismik ambliyop</b>	<b>p*</b>
<b>Global</b>	108,26 $\pm$ 10,86	98,05 $\pm$ 10,92	<b>&lt;0,001</b>
<b>Temporal superior</b>	140,26 $\pm$ 18,70	123,02 $\pm$ 21,05	<b>&lt;0,001</b>
<b>Temporal inferior</b>	72,32 $\pm$ 13,50	66,85 $\pm$ 14,02	0,064
<b>Nazal superior</b>	158,24 $\pm$ 18,39	142,92 $\pm$ 23,35	<b>&lt;0,001</b>
<b>Nazal inferior</b>	118,54 $\pm$ 27,32	106,02 $\pm$ 24,16	<b>&lt;0,05</b>
<b>Nazal superior</b>	84,92 $\pm$ 15,98	78,35 $\pm$ 15,57	0,053
<b>Nazal inferior</b>	134,40 $\pm$ 29,20	121,10 $\pm$ 27,53	<b>&lt;0,05</b>

\* Bağımsız örneklem t-testi

Strabismik ambliyop olguların, ambliyop ve sağlam gözlerinin maküla kalınlığı değerleri karşılaştırıldığında hiçbir bölgede istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ( $p>0,05$ ) (**Tablo 9**). Ancak RSLT kalınlığı değerlerinden temporal superior segmentindeki farklılık istatistiksel olarak anlamlı idi ( $p<0,05$ ) (**Tablo 10**).

**Tablo 9.** Strabismik ambliyop olguların ambliyop ve sağlam gözlerinin maküla kalınlıkları ( $\mu\text{m}$ )

	<b>Strabismik ambliyop</b>	<b>Sağlam</b>	<b>p*</b>
<b>Santral</b>	266,90 $\pm$ 19,17	266,21 $\pm$ 19,020	0,872
<b>Superior</b>	346,43 $\pm$ 16,90	348,34 $\pm$ 16,08	0,603
<b>Nazal</b>	345,80 $\pm$ 17,48	347,36 $\pm$ 16,45	0,678
<b>İnferior</b>	343,60 $\pm$ 13,19	345,12 $\pm$ 14,38	0,621
<b>Temporal</b>	332,09 $\pm$ 14,39	332,12 $\pm$ 14,86	0,994

\* Bağımsız örneklem t-testi

**Tablo 10.** Strabismik ambliyop olguların ambliyop ve sağlam gözlerinin RSLT kalınlıkları ( $\mu\text{m}$ )

	<b>Strabismik ambliyop</b>	<b>Sağlam</b>	<b>p*</b>
<b>Global</b>	98,07 $\pm$ 10,92	98,75 $\pm$ 10,22	0,776
<b>Temporal superior</b>	123,02 $\pm$ 21,05	134,27 $\pm$ 20,52	<b>&lt;0,05</b>
<b>Temporal inferior</b>	66,85 $\pm$ 14,02	69,42 $\pm$ 12,50	0,389
<b>Nazal superior</b>	142,92 $\pm$ 23,35	146,67 $\pm$ 24,40	0,485
<b>Nazal inferior</b>	106,02 $\pm$ 24,16	106,10 $\pm$ 17,76	0,987
<b>Nazal superior</b>	78,35 $\pm$ 15,57	74,25 $\pm$ 13,95	0,219
<b>Nazal inferior</b>	121,10 $\pm$ 27,53	114,57 $\pm$ 24,92	0,270

\* Bağımsız örneklem t-testi

Anizometropik ambliyop olguların, ambliyop ve sağlam gözlerinin maküla kalınlıkları karşılaştırıldığında, hiçbir bölgede istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ( $p>0,05$ ) (**Tablo 11**). Ancak RSLT kalınlığı değerlerinden global, nazal

ve nazal inferior segmentlerindeki farklılık istatistiksel olarak anlamlı idi ( $p<0,05$ ) (Tablo 12).

**Tablo 11.** Anizometropik ambliyop olguların ambliyop ve sağlam gözlerinin maküla kalınlığı değerleri ( $\mu\text{m}$ )

	<b>Anizometropik Ambliyop</b>	<b>Sağlam</b>	<b>p*</b>
<b>Santral</b>	263,82±20,05	260,56±20,72	0,426
<b>Superior</b>	348,60±16,50	345,62±17,40	0,382
<b>Nazal</b>	346,98±17,39	345,10±17,57	0,592
<b>İnferior</b>	345,38±15,41	342,52±15,71	0,361
<b>Temporal</b>	333,46±15,65	330,86±16,87	0,426

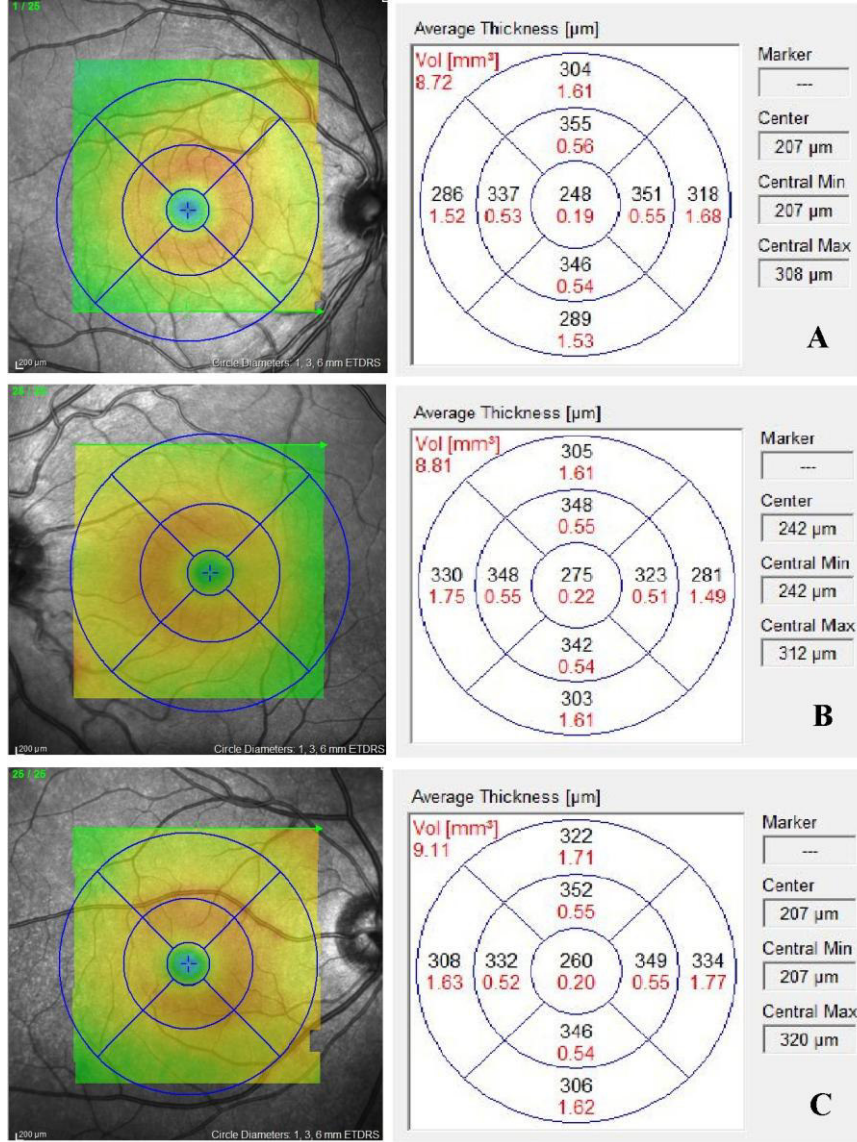
\* Bağımsız örneklem t-testi

**Tablo 12.** Anizometropik ambliyop olguların ambliyop ve sağlam gözlerinin RSLT kalınlığı değerleri ( $\mu\text{m}$ )

	<b>Anizometropik ambliyop</b>	<b>Sağlam</b>	<b>p*</b>
<b>Global</b>	108,26±10,86	103,04±8,92	<b>&lt;0,05</b>
<b>Temporal superior</b>	140,26±18,70	139,38±20,03	0,821
<b>Temporal inferior</b>	72,32±13,50	76,06±14,06	0,178
<b>Temporal inferior</b>	158,24±18,39	155,46±19,85	0,469
<b>Nazal superior</b>	106,02±24,16	106,10±17,76	0,166
<b>Nazal inferior</b>	118,54±27,32	111,12±25,78	<b>&lt;0,001</b>
<b>Nazal inferior</b>	134,40±29,20	118,06±23,02	<b>&lt;0,05</b>

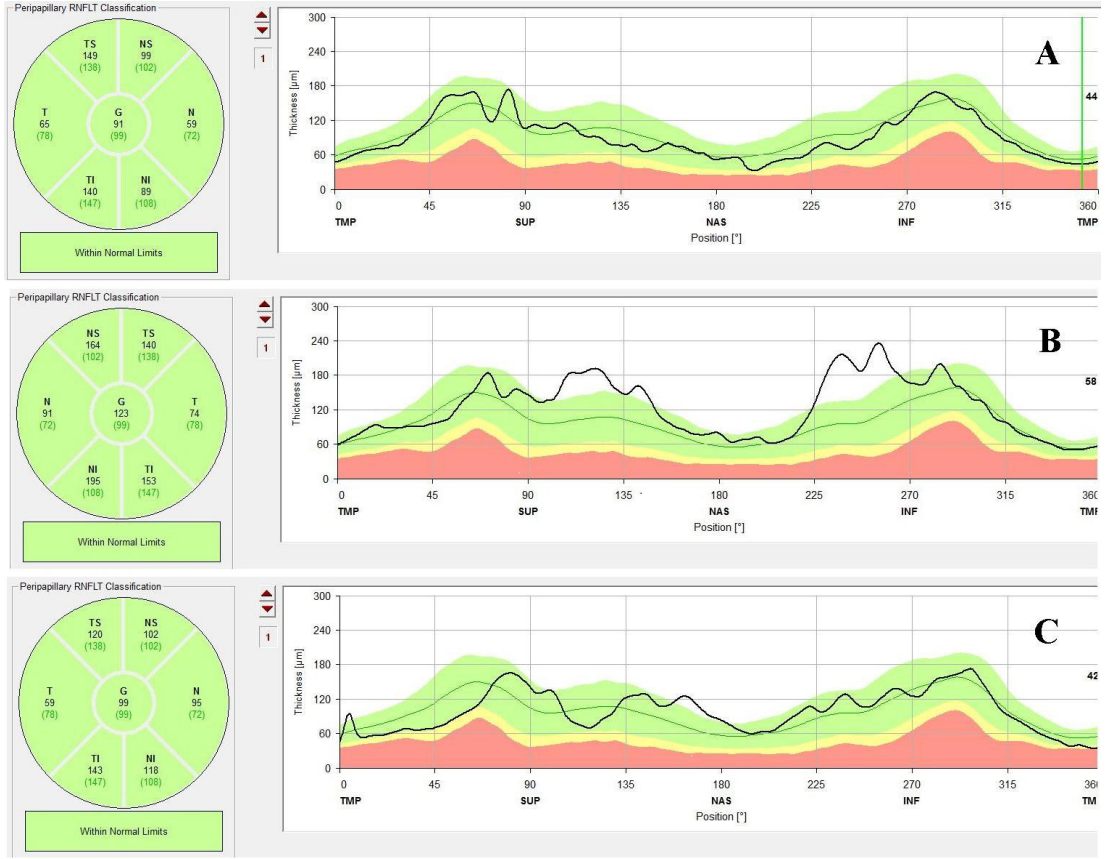
\* Bağımsız örneklem t-testi

Çalışmaya dahil edilen bireylerden alınan maküla kalınlığı ölçümleri **Şekil 7**'de gösterilmiştir. A resminde sağ gözünde strabismik ambliyop olan hastanın, B resminde sol gözünde anizometropik ambliyop olan hastanın, C resminde ise diğer ikisi ile aynı yaşta olan sağlam bireyin maküla kalınlığı ölçüm görüntüsü verilmiştir.



**Şekil 7.** Maküla kalınlığı ölçüm görüntüleri: A- Strabismik ambliyop, B- Anizometropik ambliyop, C- Sağlam birey

Çalışmaya dahil edilen bireylerden alınan RSLT kalınlığı ölçümleri **Şekil 8**'de gösterilmiştir.



**Şekil 8.** RSLT kalınlığı ölçüm görüntüleri: A- Strabismik ambliyop, B- Anizometropik ambliyop, C- Sağlam birey

## 5. TARTIŞMA

Ambliyopi, göz muayenesinde herhangi bir organik patolojiye rastlanmamasına rağmen görme keskinliğinin azalması ve anormal binokülarite şeklinde tarif edilir [10]. Tek taraflı ambliyopide diğer göz için en doğru tanımlama, ne ambliyop olmayan göz ne de normal gözdür, en iyi tanımlama, “daha iyi olan göz” ifadesidir [86]. Çünkü görme ve motor ölçümlerde subklinik ambliyopik hasarlara bu gözlerde de rastlanabilmektedir. Anizometropik ambliyopideki mekanizmanın, oluşan net ve bulanık hayallerin neden olduğu duyusal karmaşıklığı ortadan kaldırmak için, bulanık hayalin görüldüğü foveanın aktif olarak baskılanması olduğu düşünülmektedir [10].

Doğum evresinde iki göz birbirinden yarı bağımsızdır. İnsanlar genellikle hafif bir ekzodeviasyonla doğarlar [87]. Doğumdan sonraki altı ay içinde binoküler füzyon gelişir ve gözler ortoforik hale gelir [21]. Bebeklerin % 2'sinde binoküler füzyon gelişemez ve strabismus oluşur [88]. Ezotrophia çocukluk çağında en sık görülen strabismus formudur. Pediatrik Göz Hastalıkları Araştırma Grubu (Pediatric Eye Disease Investigator Group-PEDIG) çalışmasında ezotrophia ile doğan çocukların % 27'sinde kaymanın gerileyerek, intermitan veya değişken kayma şeklinde devam ettiğini göstermişlerdir [88].

Binoküler yarışma dengesinin iki göz arasında bozulması, görme sistemin dengesini olumsuz etkiler. Tek taraflı yoksunluk, o gözü binoküler yarışta zayıf bırakmakta ve o gözün uyardığı kortikal nöron sayısında azalmaya yol açmakta, bunun sonucunda ise o gözde görme keskinliğinde ağır ve sürekli bir azalma ortaya çıkmaktadır [21]. Anizometropik ve vizüel deprivasyon ambliyopisi olan maymunlarda yapılan çalışmalarda LGN'de monoküler ve binoküler inerve edilen bölgelerde küçülme varken, strabismik ambliyopide sadece binoküler inerve edilen bölgelerde küçülme saptanmıştır [89]. Wiesel ve ark. [90] gözleri kapatılan maymunların lateral genikulat nükleustan görme korteksine giden projeksiyonlarını incelediklerinde, kortikal yolların daraldığını ve sağlam göz kaynaklı kortikal yolların genişlediğini göstermişlerdir. Baker ve ark. [91] tarafından yapılan çalışmada, strabismik ve anizometropik ambliyopik maymunlar ile tek gözünün

kapakları suture edilmiş maymunlarda, ambliyop gözle bağlantılı striat nöronlarda belirgin azalma olduğu gösterilmiştir.

Yapılan çalışmalara göre ambliyopinin görme korteksi ve LGN kaynaklı olduğu bilinmektedir ancak gözde anatomik yerinin olup olmadığıyla ilgili görüş birliği yoktur. Eldeki bulguların çoğu retinal yerleşim düşüncesini desteklememiştir. Hendrickson ve ark.'nın [92] yeni doğmuş maymunları atropin uygulayarak ambliyop yaptıkları çalışmada, ambliyop tarafın retinal histolojisinin normal olduğu fakat dorsal LGN ve parvoselüler tabaka hücrelerinin %9-32 oranında daha küçük olduğu bildirilmiştir.

Ambliyopinin retinanın postnatal matürasyonunu, retina gangliyon hücrelerinde azalmayı durdurma şeklinde etkilediği ve bunun ambliyop gözlerde retina sinir lifi tabakasının ölçülebilir düzeyde kalın saptanması olarak ortaya çıktığı söylenmiştir [93].

Yazıcı ve ark.'nın [46] ratlar üzerinde yaptığı bir çalışmada, dominant gözün optik sinirindeki akson sayısının, diğer göze göre belirgin olarak fazla olduğu tespit edilmiştir.

Demer ve ark.'nın [94] erişkin ambliyop hastalar üzerinde görsel aktivite sırasında kortikal kan akımı ve glukoz metabolizması hakkında bilgi veren, pozitron emisyon tomografi ile yaptıkları çalışmada; ambliyop bireylerde, ambliyopik gözlere görsel uyaran verildiğinde, sağlıklı gözlere göre kortikal kan akımının ve glukoz metabolizmasının daha az olduğu ve ambliyopik gözün görme keskinliği ile kortikal kan akımı arasında pozitif bir korelasyonun olduğu gösterilmiştir.

Elektroretinografi verilerine göre ambliyop gözlerde retinal anormallik tespit edilmiş olsa da [95], retinada anlamlı bir farklılık tespit edilmediği yönünde çalışmalar da mevcuttur [96, 97].

RSLT'nin, NFA-GDx ve OKT cihazlarıyla in vivo olarak ölçülebilir hale gelmesi ile oftalmolojide çeşitli hastalıklar, özellikle ambliyopi ile retina sinir lifi kalınlığı arasındaki ilişkiyi irdeleyen birçok çalışma yapılmıştır. OKT, retina katlarını invazif olmayan ve hızlı değerlendirebilen bir yöntemdir. OKT retinadan kesitsel görüntü alabilmekte, RSLT ve maküla kalınlığını sayısal olarak ifade

edilebilmektedir. Fourier prensibi ile çalışan OKT cihazı RSLT kalınlığını gerek tarayıcı lazer polarimetre, gerekse önceki jenerasyon OKT cihazlarından daha yüksek hassasiyette ölçmektedir. NFA-GDx ile 6-9 yaş arasında sağlıklı çocuklarda veritabanı oluşturmak amacıyla yapılan bir çalışmada RSLT kalınlığı ortalama 59,43 µm, üst kadran kalınlığı 71,35 µm, alt kadran kalınlığı 70,08 µm olarak saptanmıştır [98]. Colen ve ark.'nın strabismik ambliyopisi olan 20 olguda, Bozkurt ve ark.'nın 18 anizometropik, 2 strabismik ve 4 kombine ambliyop olguda, Baddini-Caramelli ve ark.'nın strabismik ambliyopisi olan 21 olguda yaptıkları çalışmalarda, NFA-GDx parametrelerinde normal ve ambliyop gözleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamışlardır [99-101]. Tarayıcı lazer polarimetre cihazının önceki jenerasyon zamansal analiz sistemli (time domain) OKT cihazı ile karşılaştırıldığı çalışmalarda ve her iki cihazın ölçtüğü RSLT kalınlığı sonuçları arasında belirgin farklılık olduğu, buna rağmen sonuçların iyi korelasyon gösterdiğini vurgulamakla birlikte, OKT'nin daha üstün olduğu vurgulanmıştır [102, 103]. NFA cihazıyla saptanan RSLT kalınlığı değerlerine göre OKT cihazı ile saptadığımız değerler daha yüksek bulunmuştur. NFA-GDx ile yapılan çalışmalardan farklı olarak çalışmamızda RSLT kalınlığında kontrol grubu ile karşılaştırıldığında strabismik ambliyoplarda belirgin fark saptanmadı. Ancak anizometrop ambliyoplarda RSLT kalınlığı gerek kontrol grubuna gerekse strabismik ambliyoplara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha kalın saptandı. Anizometroplarda gözlenen bu farklılık hipermetropi ve kısa aksiyel uzunluktan kaynaklanmış olabilir. Ambliyop gözlerde önceki histolojik çalışmalarda beyinde tespit edilmiş patolojiler RSLT kalınlığında farklılık oluşturabilir ve bu değişiklik özellikle Fourier prensibi ile çalışan OKT cihazları ile daha iyi tespit edilebilir.

Budenz ve ark. [106] 18-85 yaş arasındaki 328 hastada zamansal analiz sistemli OKT ile yaş, ırk ve popülasyona göre değişimi inceleyen geniş çapta bir araştırma yapmış ve yaştaki her 10 yıllık artışa karşılık RSLT kalınlığında 2,2 µm'lik incelmeye bulmuşlardır. Çalışmamızda yaş ile RSLT kalınlığı arasında çalışmaya dahil edilen gruplarda istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte strabismik ambliyop grupta negatif yönlü korelasyon ( $r = -0,065$ ,  $p = 0,692$ ), anizometropik ambliyop grup ve sağlıklı kontrol grubunda pozitif yönlü korelasyon saptandı (sırasıyla  $r = 0,128$ ,  $p = 0,377$  ve  $r = 0,050$ ,  $p = 0,731$ ). Aksiyel uzunluk ile RSLT kalınlığı arasındaki ilişki her

üç grupta da istatistiksel olarak anlamlı değilse de, negatif korelasyon göstermekteydi (strabismik ambliyop grupta  $r = -0,249$ ,  $p = 0,127$ , anizometropik ambliyop grupta  $r = -0,150$ ,  $p = 0,309$  ve sağlıklı kontrol grubunda  $r = -0,054$ ,  $p = 0,815$ ) Çalışmamızda Budenz ve ark.'nın çalışmasından farklı olarak yaş, AU ve RSLT arasında ilişki saptamamızın nedeni farklı yaş grubu olguların dahil edilmesi, farklı hasta gruplarının dahil edilmesi, Budenz ve ark.'nın çalışmasında önceki jenerasyon zamansal analiz sistemli OKT cihazı kullanılması ve bizim çalışmamızda olgu sayısının daha az olması olabilir.

Daha önce yayınlarda bahsedilmeyen başka bir bulgu ise aksiyel uzunlukla RSLT kalınlığı arasındaki ilişkidir. Budenz ve ark. [106] aksiyel uzunluktaki her 1 mm'lik artış için RSLT'de 2  $\mu\text{m}$ 'lik bir incelmeye tespit etmişlerdir. Çalışmamızda aksiyel uzunluğu en az olan anizometropik ambliyop grubunun ortalama RSLT kalınlığı, diğer gruplardan daha fazla bulunmuştur. Çalışmamızdaki bu sonuç Budenz ve ark.'nın çalışmasını desteklemektedir. Çalışmamızda aksiyel uzunluk ile RSLT arasında istatistiksel olarak anlamlı olmayan negatif yönlü bir korelasyon saptadık.

Literatürde tek taraflı ambliyoplarda maküla kalınlıklarının karşılaştırıldığı ve birbirinden çok farklı sonuçların ortaya çıktığı çalışmalar mevcuttur. Tek taraflı ambliyop hastaların ambliyop olmayan gözleri ve sağlam bireylerle maküla kalınlığının karşılaştırıldığı çalışmaların bazılarında anlamlı farklılık saptanmamış [14, 107-109], bazı çalışmalarda ise ambliyop grupta maküla daha kalın bulunmuştur [110-112].

Dickmann ve ark.'nın [104] zamansal analiz sistemli OKT ile yaptıkları 20 strabismik ve 20 anizometropik ambliyop olguyu kapsayan çalışmalarında, bütün gruplarda RSLT kalınlıkları arasında anlamlı bir farklılık olmadığını belirtmişlerdir. Strabismik ambliyopisi olan grupta, maküla kalınlığı ve fovea hacmini diğer gözlerine göre istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde daha kalın tespit ettiklerini, anizometropik ambliyopisi olan grupta ise maküla kalınlığı ve fovea hacminin diğer gözden farklı olmadığını bildirmişlerdir [104]. Ambliyop gözlerdeki maküla kalınlığı farkını açıklamak için çeşitli teoriler öne sürülmektedir. Ambliyop gözlerin makülalarının kalın olma nedenini; gözün gelişiminin fizyopatolojisinde apoptozisin önemi ile açıklamak mümkündür [95]. Postnatal dönemde olması

gereken gangliyon hücre apoptozisinin ambliyop gözlerde yeterince olmadığı düşünülmektedir [95]. Ambliyopi tedavi edildiği takdirde maküla kalınlık artışının daha az olacağı bildirilmiştir. [113]. Bizim çalışmamızda ise maküla kalınlıkları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamakla birlikte anizometropik ambliyop grubunda strabismik ambliyop ve sağlam göz gruplarına göre daha kalın tespit edilmiştir. Çalışmamızda anizometropik ambliyop olgularda maküla kalınlığının istatistiksel olarak anlamlı olmayan fazlalığında, ambliyopi dışında aksiyel uzunluğun ve hipermetropinin bir etken olabileceği düşünmekteyiz.

Tek taraflı ambliyop olguların diğer gözleriyle veya sağlam bireylerle RSLT kalınlıklarının karşılaştırıldığı ve istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olduğunu ve olmadığını bildiren, sonuçları birbiriyle çelişen çalışmalar vardır [13, 105-109]. Varma ve ark.'nın [110] zamansal analiz sistemli OKT ile, oküler problemi olmayan 312 sağlıklı birey üzerinde yaptıkları çalışmada, ortalama RSLT kalınlığı, nazal ve temporal kadrantların RSLT kalınlıkları sırasıyla  $132,7\pm 14,4$   $\mu\text{m}$ ,  $109,3\pm 19,1$   $\mu\text{m}$ ,  $102,5\pm 19,0$   $\mu\text{m}$ , bulunmuştur. Çalışmamızda sağlıklı kontrol grubunun ortalama RSLT kalınlığı, nazal ve temporal kadrantların RSLT kalınlıkları sırasıyla  $101,50\pm 9,56$   $\mu\text{m}$ ,  $70,82\pm 13,31$   $\mu\text{m}$ ,  $78,20\pm 14,97$   $\mu\text{m}$  olarak bulundu. Bu sonuçlar farklı jenerasyon OKT cihaz sonuçlarının dikkatli değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Yazıcı ve ark. [109] yaş ortalaması 13 olan, 67'si strabismik, 35'i anizometropik, 12'si deprivasyon ambliyopisi olan toplam 114 olgunun ambliyop ve sağlam gözünün zamansal analiz sistemiyle çalışan OKT ile RSLT kalınlığını karşılaştırdıkları bir çalışmada, hiçbir kadranda istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptamamışlardır. Kee ve ark.'nın [111] anizometropik, strabismik ve kombine ambliyop 26 hasta ile 42 sağlıklı çocuk üzerinde zamansal analiz sistemiyle çalışan OKT ile yaptıkları çalışmada; ambliyopi türüne bakılmaksızın olguların dört kadrana ait RSLT kalınlığı ve ortalama RSLT kalınlığı açısından, ambliyop ve normal gözleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptamamışlardır. Aynı parametreler açısından ambliyop olguların ambliyop gözleriyle, sağlıklı olguların gözlerini karşılaştırdıklarında ise yine istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptamadıklarını belirtmişlerdir. Altıntaş ve ark. [107] ise zamansal analiz sistemiyle çalışan OKT ile tek taraflı strabismik ambliyopisi olan 14 hastada yaptıkları ve hastaların ambliyop

ve normal gözlerini karşılaştırdıkları bir çalışmada; normal gözlerle ambliyop gözler arasında RSLT kalınlıkları, maküla kalınlıkları ve fovea hacimleri açısından anlamlı bir fark bulmamışlardır. Huynh ve ark.'nın [112] 6 ve 12 yaş grubu çocuklarda zamansal analiz sistemiyle çalışan OKT ile yaptığı bir çalışmada tek taraflı strabismik ve anizometropik ambliyopisi olan olgularda RSLT kalınlıkları arasında fark saptanmaz iken maküla kalınlıklarının ambliyop gözlerde daha fazla olduğu bildirilmiştir. Soyugelen ve ark. [113] 5-23 yaş arası çocuklarda Fourier prensibiyle çalışan OKT ile yaptığı çalışmada tek taraflı strabismik ya da anizometropik ambliyopisi olanlarda maküla kalınlığını ambliyop gözlerde daha kalın saptarken, RSLT kalınlıkları arasında fark olmadığını rapor etmişlerdir. Bu çalışmalardan farklı olarak çalışmamızda maküla kalınlıkları arasında anlamlı fark saptamadık ama RSLT kalınlıkları arasında belirgin farklılık saptadık. Çalışmamız ile bahsedilen çalışmaların sonuçları arasındaki farkın sebebinin yaş grupları arasındaki farklılıktan kaynaklandığını düşünüyoruz.

Çalışmamızda elde ettiğimiz verileri destekleyen çalışmalardan birinde Yoon ve ark. [106], zamansal analiz sistemiyle çalışan OKT ile yaptığı çalışmada tek taraflı anizometropik ambliyopisi olan olgularda sağlam ve ambliyop gözlerde maküla kalınlıkları arasında fark olmadığını, RSLT'nin ise ambliyop gözlerde daha kalın olduğunu bildirmişlerdir. Repka ve ark. [114] zamansal analiz sistemli OKT ile şaşılığa ve anizometriye bağlı tek taraflı ambliyopi gelişmiş olguların sağlam ve ambliyop gözlerinin RSLT kalınlıklarını karşılaştırdığı bir çalışmada istatistiksel olarak anlamlı olmasa da RSLT'nin ambliyop gözlerde daha kalın olduğunu bildirmiştir. Yine benzer olarak Ulaş ve ark.'nın [13] Fourier prensibiyle çalışan OKT ile 32 tek taraflı anizometropik ambliyop olgusunu değerlendirdiği çalışmada, anizometropik ambliyop gözlerle sağlam gözler arasında maküla kalınlıkları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamış ancak RSLT'nin global, nazal ve inferonazal segmentlerinde anizometropik ambliyop gözlerin sağlam gözlere göre anlamlı düzeyde kalın olduğu bildirmişlerdir.

RSLT kalınlığı ırk, yaş, cinsiyet gibi değişik parametrelerden etkilenmektedir. Bu konuda farklı çalışmalardan farklı sonuçlar elde edilmesinde birçok sebep olabilir. Bunlar, değişik cihazların kullanılması (zamansal analiz sistemiyle çalışan OKT veya Fourier prensibiyle çalışan OKT gibi), farklı klinisyenlerin ölçüm alması,

çalışmaya dahil edilen sayının yetersizliği veya cinsiyet dağılımındaki eşitsizlikler ve bireysel gelişim faktörlerinin göz ardı edilmesi olabilir.

Sonuç olarak, çalışmamızda anizometropik ambliyop gözlerde normal göze göre RSLT daha kalınken, strabismik ambliyop gözlerde bazı segmentler haricinde ortalama RSLT kalınlıkları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi. Çalışmamızdan çıkan bu sonuç artan hipermetropinin ve aksiyel uzunluktaki azalmanın ortalama RSLT kalınlığını artırdığını düşündürebilir. Maküla kalınlıklarında ise gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmedi. Bu sonuçlar histolojik çalışmalarda beyinde tespit edilen patolojiler gibi, OKT ile retinada patolojilerin tespit edilebileceğini; bunun, ambliyopinin tanısında fayda sağlayabileceğini düşündürmektedir. Başka bir ifadeyle ambliyopi sadece görsel kortekste değil, retina düzeyinde de ikincil değişikliklere yol açan bir süreç olabileceği gibi bu değişikliklerde gözün aksiyel uzunluğu ve/veya refraksiyon kusurunun da önemli etkileri olabilir. Bu ayrımın yapılması için ek çalışmalara ihtiyaç vardır.

## 6. KAYNAKLAR

1. **Denny M, Daniel J.** Pediatric ophthalmology and strabismus. Vol. 1. San Fransisco: American Academy of Ophthalmology, **2003**:9-12
2. **Mazow ML, Chuang A, Vital MC, Prager T.** 1999 Costenbader Lecture. Outcome study in amblyopia: treatment and practice pattern variations. *Journal of AAPOS*, **2000**; 4(1):1-9.
3. **Eibschitz-Tsimhoni M, Friedman T, Naor J, Eibschitz N, Friedman Z.** Early screening for amblyogenic risk factors lowers the prevalence and severity of amblyopia. *Journal of AAPOS*, **2000**; 4(4):194-199.
4. **Kvarnstrom G, Jakobsson P, Lennerstrand G.** Screening for visual and ocular disorders in children, evaluation of the system in Sweden. *Acta Paediatr*, **1998**; 87(11):1173-1179.
5. **Kvarnstrom G, Jakobsson P, Lennerstrand G.** Visual screening of Swedish children: an ophthalmological evaluation. *Acta ophthalmologica Scandinavica*, **2001**; 79(3):240-244.
6. **Lennerstrand G, Jakobsson P, Kvarnstrom G:** Screening for ocular dysfunction in children: approaching a common program. *Acta ophthalmologica Scandinavica Supplement*, **1995**;(214):26-38; discussion 39-40.
7. **Leske M, Hawkins B, Duane T.** Screening: relationship to diagnosis and therapy. *Clinical ophthalmology*, **1994**; 5:10-15.
8. **Simons K.** Preschool vision screening: rationale, methodology and outcome. *Survey of ophthalmology*, **1996**; 41(1):3-30.
9. **Von Noorden GK.** Theory and Management of Strabismus. Binocular Vision and Ocular Motility. 4th edn. St Louis: The C.V. Mosby Company, **1990**:207-281, 344-390
10. **Von Noorden GK.** Binocular Vision and Ocular Motility. Craven L, St. Louis: Mosby; 1996:132
11. **Abrahamsson M, Sjöstrand J.** Contrast sensitivity and acuity relationship in strabismic and anisometropic amblyopia. *Br J Ophthalmol*, **1998**, 72:44-49.
12. **Von Noorden GK.** Esodeviations. Binocular Vision and Ocular Motility. Saint Louis: Mosby, **1995**:290-335
13. **Ulaş F, Kaymaz A, Doğan Ü, Erdurmuş M, Çelebi S.** Tek taraflı anizometropik ambliyop olgularda optik koherens tomografi ile retina sinir lifi tabakası ve maküla kalınlığı ölçümlerinin değerlendirilmesi. *Türkiye Klinikleri J Ophthalmol*, **2012**; 21(4)(220):6.
14. **Mumcuoglu T, Erdurman C, Durukan AH.** Optik koherens tomografi prensipleri ve uygulamadaki yenilikler. *TJO*, **2008**; 38:168-175.
15. **Friendly DS.** Amblyopia: definition, classification, diagnosis, and management considerations for pediatricians, family physicians, and general practitioners. *Pediatric clinics of North America*, **1987**; 34(6):1389-1401.

16. **Rubin SE, Nelson LB.** Amblyopia. Diagnosis and management. *Pediatric clinics of North America*, **1993**; 40(4):727-735.
17. **Nelson LB.** Diagnosis and management of strabismus and amblyopia. *Pediatric clinics of North America*, **1983**, 30(6):1003-1014.
18. **Revell M.** Strabismus. A history of orthoptic techniques. London: Barrie&Jenkins Ltd, **1971**:164
19. **Von Noorden GK.** Amblyopia: a multidisciplinary approach. Proctor lecture. *Investigative ophthalmology & visual science*, **1985**; 26(12):1704-1716.
20. **Doğan A.** Strabismus olgularında retina sinir lifi tabakası kalınlığının optik koherens tomografi ile değerlendirilmesi, Uzmanlık Tezi. *Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi*, Adana, **2010**:59s.
21. **Von Noorden GK.** Binocular vision and ocular motility. Lampert R, 6 edn. St Louis: The C.V. Mosby Company; **2002**:246-297
22. **Von Noorden GK.** Histological studies of the visual system in monkeys with experimental amblyopia. *Investigative ophthalmology*, **1973**, 12(10):727-738.
23. **Ekinciler ÖF, Mirza E, Telcioğlu G, Doğu S.** Kayseri ili merkez ilkokullarında kırma kusurları, şaşılık, ambliyopi ve konverjans yetmezliği yönünden bir araştırma. Köker ÖF, Adana: 23. Ulusal Türk Oftalmoloji Kongresi Bülteni, **1989**:392-395
24. **Ozan N, Ökten Z, Erda S.** İlkokul çocuklarında ambliyopi sıklığı nedenleri. Bursa: 20. Ulusal Türk Oftalmoloji Kongresi Bülteni, **1987**: 323-326
25. **Erdem Ü, Mutlu MF.** Okul öncesi çocuklarda ambliyopi prevalansı ve nedenlerinin araştırılması. TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni, **2004**:3-9
26. **Akyol N, Sezer E, Aslan L, Oğuzöncül F, Dinç E.** Elazığ İl Merkezinde Ambliyopi ve Ambliyojenik Faktörlerin Prevalansı Üzerine Bir Çalışma. *Türkiye Klinikleri Journal of Ophthalmology*, **2000**; 9(2):77-82.
27. **Özden S, Yıldırım C, Arıkan T, Özyurt C, Kıldacı B.** 0-6 yaş arası göz taramasında birinci basamak sağlık örgütlerinin aktive edilmesi: Ön çalışma-ilk sonuçlar. *Medical Network Oftalmoloji*, **1999**; 6(2):160-164.
28. **Caca I, Cingu AK, Sahin A, Ari S, Dursun ME, Dag U ve ark.** Amblyopia and refractive errors among school-aged children with low socioeconomic status in southeastern Turkey. *Journal of pediatric ophthalmology and strabismus*, **2012**; 11:1-7.
29. **Groenewoud JH, Tjiam AM, Lantau VK, Hoogeveen WC, de Faber JT, Juttman RE et al.** Rotterdam Amblyopia screening effectiveness study: detection and causes of amblyopia in a large birth cohort. *Investigative ophthalmology & visual science* **2010**; 51(7):3476-3484.
30. **Teed RG, Bui CM, Morrison DG, Estes RL, Donahue SP.** Amblyopia therapy in children identified by photoscreening. *Ophthalmology*, **2010**, 117(1):159-162.
31. **Donahue SP, Arnold RW, Ruben JB.** Preschool vision screening: what should we be detecting and how should we report it? Uniform guidelines for reporting results of preschool vision screening studies. *Journal of AAPOS*, **2003**; 7(5):314-316.

32. **Schalij-Delfos NE, de Graaf ME, Treffers WF, Engel J, Cats BP.** Long term follow up of premature infants: detection of strabismus, amblyopia, and refractive errors. *The British journal of ophthalmology*, **2000**; 84(9):963-967.
33. **Ohlsson J, Villarreal G, Abrahamsson M, Cavazos H, Sjostrom A, Sjostrand J.** Screening merits of the Lang II, Frisby, Randot, Titmus, and TNO stereo tests. *Journal of AAPOS*, **2001**; 5(5):316-322.
34. **Barry JC, Konig HH.** Non-cycloplegic screening for amblyopia via refractive findings with the Nikon Retinomax hand held autorefractor in 3 year old kindergarten children. *The British journal of ophthalmology*, **2001**; 85(10):1179-1182.
35. **Graf MH, Becker R, Kaufmann H.** Lea symbols: visual acuity assessment and detection of amblyopia. *Graefe's archive for clinical and experimental ophthalmology = Albrecht von Graefes Archiv fur klinische und experimentelle Ophthalmologie*, **2000**; 238(1):53-58.
36. **Atila H.** Ambliopi ve Tedavisi. *Türkiye Klinikleri Oftalmoloji Özel Dergisi*, **2010**; 3(2):1.
37. **Campos EC, Inzillo G.** Functional differences between free alternators and non-alternators successfully treated for strabismic amblyopia. *International ophthalmology*, **1986**; 9(2-3):191-194.
38. **Campos E.** Amblyopia, Survey Ophthalmology. vol. 40; **1995**:23-39
39. **Diamond GR.** Ocular manifestastion-amblyopia. Vol. 12, Yanoff on CD-ROOM edition. Barcelona,Spain: Mosby international Ltd, **1996**:1-6.
40. **Group. PEDI.** The clinical profile of moderate amblyopia in children younger than 7 years. *Archives of ophthalmology*, **2002**; 120(3):281-287.
41. **Kanski JJ.** Strabismus. Clinical Ophthalmology. 4 edn. London: Butterworth Heinemann Ltd, **1999**:514-550.
42. **Dobson V, Miller JM, Harvey EM, Mohan KM.** Amblyopia in astigmatic preschool children. *Vision research*, **2003**; 43(9):1081-1090.
43. **Somer D, Budak K, Demirci S, Duman S.** Against-the-rule (ATR) astigmatism as a predicting factor for the outcome of amblyopia treatment. *American journal of ophthalmology*, **2002**; 133(6):741-745.
44. **Cotter SA, Edwards AR, Wallace DK, Beck RW, Arnold RW, Astle WF et al.** Treatment of anisometropic amblyopia in children with refractive correction. *Ophthalmology*, **2006**; 113(6):895-903.
45. **Bengisu Ü.** Şaşılık. Vol. 4. Ankara: Palme Yayıncılık; **1998**:228-246
46. **Yazici AT, Malkoc I, Altunkaynak BZ, Erdogan AR, Aydın MD, Dane S ve ark.** Number of axons in the right and left optic nerves of right-pawed and left-pawed rats: a stereologic study. *Analytical and quantitative cytology and histology / the International Academy of Cytology [and] American Society of Cytology*, **2009**; 31(3):177-183.
47. **Wiesel TN, Hubel DH.** Comparison of the effects of unilateral and bilateral eye closure on cortical unit responses in kittens. *Journal of neurophysiology*, **1965**, 28(6):1029-1040.

48. **Crawford ML, Blake R, Cool SJ, von Noorden GK.** Physiological consequences of unilateral and bilateral eye closure in macaque monkeys: some further observations. *Brain research*, **1975**, 84(1):150-154.
49. **Sanaç AŞ.** Şaşılık ve tedavisi. Ambliyopi ve tedavisi. Ankara: Pelin ofset ve tipo matbaacılık Ltd, **2001**:61-93, 225-226
50. **McKee SP, Schor CM, Steinman SB, Wilson N, Koch GG, Davis SM et al.** The classification of amblyopia on the basis of visual and oculomotor performance. *Transactions of the American Ophthalmological Society*, **1992**; 90:123-144; discussion 145-128.
51. **Von Noorden GK.** Idiopathic amblyopia. *American journal of ophthalmology*, **1985**; 100(1):214-217.
52. **Von Noorden GK, Crawford ML, Levacy RA.** The lateral geniculate nucleus in human anisometric amblyopia. *Investigative ophthalmology & visual science*, **1983**, 24(6):788-790.
53. **Von Noorden GK, Crawford ML.** The lateral geniculate nucleus in human strabismic amblyopia. *Investigative ophthalmology & visual science*, **1992**; 33(9):2729-2732.
54. **Tomaç S.** Binoküler görme ve şaşılıkta duyuşal adaptasyon sistemleri. Vol. 7. İstanbul: Türk Oftalmoloji Derneği Eğitim Yayınları, **2008**:29-36.
55. **Crawford ML, Pesch TW, von Noorden GK, Harwerth RS, Smith EL.** Bilateral form deprivation in monkeys. Electrophysiologic and anatomic consequences. *Investigative ophthalmology & visual science*, **1991**; 32(8):2328-2336.
56. **Hata Y, Stryker MP.** Control of thalamocortical afferent rearrangement by postsynaptic activity in developing visual cortex. *Science*, **1994**; 265(5179):1732-1735.
57. **Daw NW.** Mechanisms of plasticity in the visual cortex. The Friedenwald Lecture. *Investigative ophthalmology & visual science*, **1994**; 35(13):4168-4179.
58. **Gottlob I, Stangler-Zuschrott E.** Effect of levodopa on contrast sensitivity and scotomas in human amblyopia. *Investigative ophthalmology & visual science*, **1990**; 31(4):776-780.
59. **Bhartiya P, Sharma P, Biswas NR, Tandon R, Khokhar SK.** Levodopa-carbidopa with occlusion in older children with amblyopia. *Journal of AAPOS*, **2002**; 6(6):368-372.
60. **Pandey PK, Chaudhuri Z, Kumar M, Satyabala K, Sharma P.** Effect of levodopa and carbidopa in human amblyopia. *Journal of pediatric ophthalmology and strabismus*, **2002**; 39(2):81-89.
61. **Yang CI, Yang ML, Huang JC, Wan YL, Jui-Fang Tsai R et al.** Functional MRI of amblyopia before and after levodopa. *Neuroscience letters*, **2003**; 339(1):49-52.
62. **Berk T.** Ambliyopi ve tedavisi. Şaşılık. Vol. 7. İstanbul: Türk Oftalmoloji Derneği Eğitim Yayınları; **2008**:57-66
63. **Ciuffreda KJ, Hokoda SC, Hung GK, Semmlow JL.** Accommodative stimulus/response function in human amblyopia. *Documenta ophthalmologica Advances in ophthalmology*, **1984**; 56(4):303-326.

64. **Von Noorden GK.** New clinical aspects of stimulus deprivation amblyopia. *American journal of ophthalmology*, **1981**; 92(3):416-421.
65. **Nyman KG, Singh G, Rydberg A, Fornander M.** Controlled study comparing CAM treatment with occlusion therapy. *The British journal of ophthalmology*, **1983**; 67(3):178-180.
66. **Choplin NT.** Retinal Nerve Fiber Layer Analysis. Ed: Yanoff M. Barcelona, Spain: Mosby International Ltd; 2004.
67. **Kanski JJ.** The Glaucomas. Clinical Ophthalmology. Internationale Edition, London: Butterworth Heinemann Ltd, **1994**:233-284
68. **Weinreb RN, Shakiba S, Zangwill L.** Scanning laser polarimetry to measure the nerve fiber layer of normal and glaucomatous eyes. *American journal of ophthalmology*, **1995**; 119(5):627-636.
69. **Özçetin H, Baykara M.** Glokomda optik disk bulguları ve muayenesi. In: Glokom. Volume 2. Edited by ÖZÇETİN H. Bursa: Nobel Tıp Kitabevleri, **2009**:189-275.
70. **Kamal DS, Bunce C, Hitchings RA.** Use of the GDx to detect differences in retinal nerve fibre layer thickness between normal, ocular hypertensive and early glaucomatous eyes. *Eye (Lond)*, **2000**; 14 ( Pt 3A):367-370.
71. **Huang D, Swanson EA, Lin CP, Schuman JS, Stinson WG, Chang W et al.** Optical coherence tomography. *Science*, **1991**; 254(5035):1178-1181.
72. **Schuman JS, Hee MR, Puliafito CA, Wong C, Pedut-Kloizman T, Lin CP et al.** Quantification of nerve fiber layer thickness in normal and glaucomatous eyes using optical coherence tomography. *Archives of ophthalmology*, **1995**; 113(5):586-596.
73. **Puliafito CA HM, Schuman JS, Fujimoto JG.** Optical Coherence Tomography of Ocular Diseases. In. *Volume 36*, edn. Boston, 1996:289-356.
74. **Schuman JS, Pedut-Kloizman T, Hertzmark E, Hee MR, Wilkins JR, Coker JG et al.** Reproducibility of nerve fiber layer thickness measurements using optical coherence tomography. *Ophthalmology*, **1996**; 103(11):1889-1898.
75. **Tekeli O.** Glokomda Optik Koherens Tomografi. *Turkiye Klinikleri Journal of Ophthalmology Special Topics*, **2012**; 5(1):46-53.
76. **Mikelberg FS, Yidegiligne HM, Schulzer M.** Optic nerve axon count and axon diameter in patients with ocular hypertension and normal visual fields. *Ophthalmology*, **1995**; 102(2):342-348.
77. **Zeimer R.** Nature is teaching us to be humble in our quest to measure structure and function in glaucoma. *The British journal of ophthalmology*, **2007**; 91(1):2-3.
78. Optic nerve head and retinal nerve fiber layer analysis. American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology*, **1999**; 106(7):1414-1424.
79. **Puliafito CA HM, Schuman JS, JG F.** Optical Coherence Tomography of Ocular Diseases. Vol. 36. Boston; 1996:289-356.
80. **Kruse FE, Burk RO, Volcker HE, Zinser G, Harbarth U.** Reproducibility of topographic measurements of the optic nerve head with laser tomographic scanning. *Ophthalmology*, **1989**; 96(9):1320-1324.

81. **Ulaş F, Soydan A, Balbaba M, Çelebi S.** Sağlıklı Bireylerde Optik Koherens Tomografi Cihazı Kullanılarak Yapılan Retina Sinir Lifi Tabakası Kalınlığı ve Arka Kutup Analiz Ölçümlerinin Tekrarlanabilirliği. *Glokom-Katarakt/Journal of Glaucoma-Cataract*, **2012**, 7(4):234-238.
82. **Budenz DL, Chang RT, Huang X, Knighton RW, Tielsch JM.** Reproducibility of retinal nerve fiber thickness measurements using the stratus OCT in normal and glaucomatous eyes. *Investigative ophthalmology & visual science*, **2005**; 46(7):2440-2443.
83. **Budenz DL, Michael A, Chang RT, McSoley J, Katz J.** Sensitivity and specificity of the StratusOCT for perimetric glaucoma. *Ophthalmology*, **2005**; 112(1):3-9.
84. **Pieroth L, Schuman JS, Hertzmark E, Hee MR, Wilkins JR, Coker J et al.** Evaluation of focal defects of the nerve fiber layer using optical coherence tomography. *Ophthalmology*, **1999**; 106(3):570-579.
85. **Karaçorlu S.** Optical coherence tomography (OCT). *Ret-Vit*, **1999**; 7:97-103.
86. **Campos EC, Bolzani R, Gualdi G, Cipolli C.** Recording of disparity vergence in comitant esotropia. *Documenta ophthalmologica Advances in ophthalmology*, **1989**; 71(1):69-76.
87. **Lepard CW.** Comparative changes in the error of refraction between fixing and amblyopic eyes during growth and development. *American journal of ophthalmology*, **1975**; 80(3 Pt 2):485-490.
88. **Group PEDI.** The clinical spectrum of early-onset esotropia: experience of the Congenital Esotropia Observational Study. *American journal of ophthalmology*, **2002**; 133(1):102-108.
89. **Von Noorden GK, Middleditch PR.** Histology of the monkey lateral geniculate nucleus after unilateral lid closure and experimental strabismus: further observations. *Investigative ophthalmology*, **1975**; 14(9):674-683.
90. **Hubel DH, Wiesel TN, LeVay S.** Functional architecture of area 17 in normal and monocularly deprived macaque monkeys. *Cold Spring Harbor symposia on quantitative biology*, **1976**; 40:581-589.
91. **Baker FH, Grigg P, Von Noorden GK.** Effects of visual deprivation and strabismus on the response of neurons in the visual cortex of the monkey, including studies on the striate and prestriate cortex in the normal animal. *Brain research*, **1974**; 66(2):185-208.
92. **Hendrickson AE, Movshon JA, Eggers HM, Gizzi MS, Boothe RG, Kiorpes L.** Effects of early unilateral blur on the macaque's visual system. II. Anatomical observations. *The Journal of neuroscience : the official journal of the Society for Neuroscience*, **1987**; 7(5):1327-1339.
93. **Yen MY, Cheng CY, Wang AG.** Retinal nerve fiber layer thickness in unilateral amblyopia. *Investigative ophthalmology & visual science*, **2004**; 45(7):2224-2230.
94. **Demer JL, Von Noorden GK, Volkow ND, Gould KL.** Imaging of cerebral blood flow and metabolism in amblyopia by positron emission tomography. *American journal of ophthalmology*, **1988**; 105(4):337-347.

95. **Arden GB, Wooding SL.** Pattern ERG in amblyopia. *Investigative ophthalmology & visual science*, **1985**; 26(1):88-96.
96. **Hess RF, Baker CL, Jr., Verhoeve JN, Keesey UT, France TD.** The pattern evoked electroretinogram: its variability in normals and its relationship to amblyopia. *Investigative ophthalmology & visual science*, **1985**; 26(11):1610-1623.
97. **Delint PJ, Weissenbruch C, Berendschot TT, Norren DV.** Photoreceptor function in unilateral amblyopia. *Vision research*, **1998**; 38(4):613-617.
98. **Coloma-Gonzalez I, Garcia-Conca V, Mengual-Verdu E, Hueso-Abancens JR.** Retinal nerve fiber layer thickness analysis in children from 6 to 9 years of age. *Archivos de la Sociedad Espanola de Oftalmologia*, **2007**; 82(11):705-709.
99. **Colen TP, de Faber JT, Lemij HG.** Retinal nerve fiber layer thickness in human strabismic amblyopia. *Binocular vision & strabismus quarterly*, **2000**; 15(2):141-146.
100. **Bozkurt B, Irkec M, Orhan M, Karaagaoglu E.** Thickness of the retinal nerve fiber layer in patients with anisometropic and strabismic amblyopia. *Strabismus*, **2003**; 11(1):1-7.
101. **Baddini-Caramelli C, Hatanaka M, Polati M, Umino AT, Susanna R, Jr.** Thickness of the retinal nerve fiber layer in amblyopic and normal eyes: a scanning laser polarimetry study. *Journal of AAPOS*, **2001**; 5(2):82-84.
102. **Leung CK, Chong KK, Chan WM, Yiu CK, Tso MY, Woo J et al.** Comparative study of retinal nerve fiber layer measurement by StratusOCT and GDx VCC, II: structure/function regression analysis in glaucoma. *Investigative ophthalmology & visual science*, **2005**; 46(10):3702-3711.
103. **Leung CK, Chan WM, Chong KK, Yung WH, Tang KT, Woo J et al.** Comparative study of retinal nerve fiber layer measurement by StratusOCT and GDx VCC, I: correlation analysis in glaucoma. *Investigative ophthalmology & visual science*, **2005**; 46(9):3214-3220.
104. **Dickmann A, Petroni S, Salerni A, Dell'Omo R, Balestrazzi E.** Unilateral amblyopia: An optical coherence tomography study. *Journal of AAPOS*, **2009**; 13(2):148-150.
105. **Wu SQ, Zhu LW, Xu QB, Xu JL, Zhang Y.** Macular and peripapillary retinal nerve fiber layer thickness in children with hyperopic anisometropic amblyopia. *International journal of ophthalmology*, **2013**; 6(1):85-89.
106. **Yoon SW, Park WH, Baek SH, Kong SM.** Thicknesses of macular retinal layer and peripapillary retinal nerve fiber layer in patients with hyperopic anisometropic amblyopia. *Korean journal of ophthalmology : KJO*, **2005**; 19(1):62-67.
107. **Altintas O, Yuksel N, Ozkan B, Caglar Y.** Thickness of the retinal nerve fiber layer, macular thickness, and macular volume in patients with strabismic amblyopia. *Journal of pediatric ophthalmology and strabismus*, **2005**; 42(4):216-221.
108. **Dickmann A, Petroni S, Perrotta V, Parrilla R, Aliberti S, Salerni A et al.** Measurement of retinal nerve fiber layer thickness, macular thickness, and foveal volume in amblyopic eyes using spectral-domain optical coherence tomography. *Journal of AAPOS*, **2012**; 16(1):86-88.
109. **Yazıcı AT, Bozkurt E, Kara N, Taş M, Akagündüz U.** Thicknesses of the Retinal Nerve Fiber Layer in Amblyopic and Normal Eyes. *TJO*, **2010**; 40(2):89-92.

110. **Varma R, Bazzaz S, Lai M.** Optical tomography-measured retinal nerve fiber layer thickness in normal latinos. *Investigative ophthalmology & visual science*, **2003**; 44(8):3369-3373.
111. **Kee SY, Lee SY, Lee YC.** Thicknesses of the fovea and retinal nerve fiber layer in amblyopic and normal eyes in children. *Korean journal of ophthalmology : KJO*, **2006**; 20(3):177-181.
112. **Huynh SC, Samarawickrama C, Wang XY, Rochtchina E, Wong TY, Gole GA et al.** Macular and nerve fiber layer thickness in amblyopia: the Sydney Childhood Eye Study. *Ophthalmology*, **2009**; 116(9):1604-1609.
113. **Soyugelen G, Onursever N, Ceran BB, Can İ.** Strabismik ve Anizometropik Ambliyop Olgularda Makula Kalınlığı ve Retina Sinir Lifi Tabakasının Optik Koherens Tomografi ile Değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Ophthalmology/Turk Oftalmoloji Dergisi*, **2011**; 41(5).
114. **Repka MX, Kraker RT, Tamkins SM, Suh DW, Sala NA, Beck RW.** Retinal nerve fiber layer thickness in amblyopic eyes. *American journal of ophthalmology*, **2009**; 148(1):143-147.