

**T.C.**  
**HARRAN ÜNİVERSİTESİ**  
**TIP FAKÜLTESİ**  
**GÖZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI**

**PRİMER AÇIK AÇILI GLOKOMDA BİLGİSAYARLI  
GÖRME ALANI FASTPAC TEST STRATEJİSİ VE  
HEIDELBERG RETİNA TOMOGRAFİSİ (HRT III)  
SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI**

**Dr. Berrin GELİŞKEN**

**UZMANLIK TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI**

**Doç. Dr. Mustafa GÜZEY**

**ŞANLIURFA 2008**

**HARRAN ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞINA**

Dr.Berrin GELİŞKEN TOPAL'ın hazırladığı “Primer Açık Açılı Glokomda Bilgisayarlı Görme Alanı Fastpac Test Stratejisi ve Heidelberg Retina Tomografisi (HRT III) Sonuçlarının Karşılaştırılması” başlıklı tezi 27.05.2008 tarihinde jüri üyeleri tarafından değerlendirilerek Göz Hastalıkları Anabilim Dalında Tıpta Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.



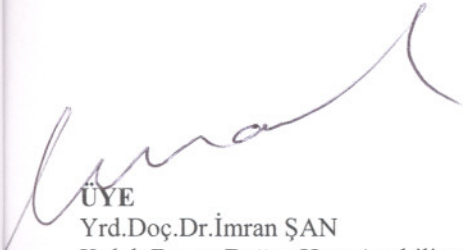
**Jüri Başkanı**  
Doç.Dr.Mustafa GÜZEY  
Göz Hastalıkları Anabilim Dalı Başkanı



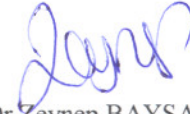
**ÜYE**  
Doç.Dr.Halit OGUZ  
Göz Hastalıkları Anabilim Dalı



**ÜYE**  
Doç.Dr.Ahmet SATICI  
Göz Hastalıkları Anabilim Dalı



**ÜYE**  
Yrd.Doç.Dr.İmran ŞAN  
Kulak Burun Boğaz Hast.Anabilim Dalı Başkanı



**ÜYE**  
Yrd.Doç.Dr.Zeynep BAYSAL  
Anesteziyoloji ve Rean.Anabilim Dalı

**ONAY**

30/5/2008

**DEKAN V.**

Doç.Dr. İbrahim Can KÜRKGÜDÜLÜ

## TEŞEKKÜR

Harran Üniversitesi Tıp Fakóltesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı'nda sürdürdüğüm uzmanlık eğitimim süresince beni teşvik edip yönlendiren ve çalışmalarım da her zaman destek, ilgi ve anlayışını gördüğüm, yetişmemde büyük katkıları olan hocalarım Sayın Doç. Dr. Mustafa GÜZEY, Doç. Dr. Ahmet SATICI ve Doç. Dr. Halit OĞUZ'a sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Tezimin oluşumu ve yönlendirilmesinde büyük katkı ve emeğini esirgemeyen tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Mustafa Güzey'e, tezimin istatistiksel analizinde bana yol gösteren ve yardımlarını esirgemeyen Sayın Yrd. Doç. Dr. Zeki DOĞAN'a ve tüm çalışma arkadaşlarıma sonsuz teşekkür ederim.

Dr. Berrin GELİŞKEN

# İÇİNDEKİLER

|   |    |
|---|----|
| 1.GİRİŞ   | 1  |
| 2.GENEL BİLGİLER  | 3  |
| 2.1.OSB Anatomisi   | 4  |
| 2.2.OSB nin Kanlanması  | 5  |
| 2.3.Retina Sinir Lifleri Tabakası (RSLT)  | 6  |
| 2.4.Retinanın Anatomisi   | 7  |
| 2.4.1.Retina Pigment Epiteli (RPE)  | 8  |
| 2.4.2.Fotoreseptör Hücreler   | 8  |
| 2.4.3.Dış Limitan Membran   | 8  |
| 2.4.4.Dış Nükleer Tabaka  | 8  |
| 2.4.5.Dış Pleksiform Tabaka   | 9  |
| 2.4.6.İç Nükleer Tabaka   | 9  |
| 2.4.7.İç Pleksiform Tabaka  | 9  |
| 2.4.8.Ganglion Hücreleri Tabakası   | 9  |
| 2.4.9.Retina Sinir Lifleri Tabakası   | 9  |
| 2.4.10.İç Limitan Membran   | 9  |
| 2.5.Glokomatöz Optik Nöropatinin (GON) Oluşum Mekanizmaları   | 9  |
| 2.6.OSB ve RSLT de Glokomatöz Değişiklikler   | 10 |
| 2.6.1.İntrapapiller Disk Değişiklikleri   | 10 |
| 2.6.2.Parapapiller Disk Çevresi Değişiklikleri  | 12 |
| 2.7.Bilgisayarlı Görme Alanı (BGA)  | 13 |
| 2.7.1.GA nın Tarihçesi  | 13 |
| 2.7.2.GA nın Tanımı   | 14 |
| 2.7.3.GA Testlerinde Kullanılan Terimler ve Tanımlar  | 14 |
| 2.7.4.BGA da Kullanılan Teknik ve Yöntemler   | 15 |
| 2.7.5.BGA da Cihaz Değişkenleri   | 16 |
| 3.BGA TESTLERİNDE GÜVENİLİRLİĞİ ETKİLEYEN DEĞİŞKENLER   | 17 |
| 3.1.Hastaya Ait Değişkenler   | 17 |
| 3.2.Göze Ait Değişkenler  | 17 |
| 4.HUMPHREY BGA DA KULLANILAN TEST STRATEJİLERİ  | 18 |
| 4.1.Tam Eşik (Full Threshold; FT) Testi   | 18 |
| 4.2.FASTPAC (FP) Test Stratejisi  | 18 |
| 4.3.Swedish Interactive Thresholding Algorithm (SITA) Test Stratejisi   | 19 |
| 4.4.Kısa Dalga Boylu Otomatik Perimetri<br>(Short-Wavelength Automated Perimetry: SWAP; Mavi- Sarı Perimetri) | 20 |
| 5.HUMPHREY BGA CİHAZININ TEKNİK ÖZELLİKLERİ   | 20 |
| 6.GA VERİLERİNİN ANALİZİ  | 21 |
| 6.1.GA Test Çıktısı   | 22 |
| 6.2.Global İndeksler  | 24 |
| 6.3.Glokom Yarı Alan Testi (Glaucoma Hemifield Test; GHT)   | 26 |
| 6.4.GA Testinde Güvenilirlik Kriterleri   | 27 |
| 7.FP TESTİNDE GLOKOMATÖZ GA DEĞİŞİKLİKLERİ  | 29 |
| 7.1.GA Kayıplarının Sınıflandırılması   | 29 |
| 7.1.1.Diffüz Depresyon  | 29 |
| 7.1.2.Düzensiz GA   | 29 |
| 7.1.3.Nazal Basamak ve Depresyon  | 29 |

|   |    |
|---|----|
| 7.1.4.Temporal Basamak ve Depresyon                       | 29 |
| 7.1.5.Kör Nokta Genişlemesi                               | 30 |
| 7.1.6.İzole Parasentral Skotom                            | 30 |
| 7.1.7.Arkuat veya Bjerrum Skotomu                         | 30 |
| 7.1.8.Santral ve Temporal GA Adacığı                      | 30 |
| 8.OSB MUAYENE YÖNTEMLERİ                                  | 31 |
| 8.1.OSB Bilgisayarlı Analizi                              | 31 |
| 9.HEIDELBERG RETİNA TOMOGRAFİSİ (HRT)                     | 32 |
| 9.1.HRT nin Çalışma Prensipleri                           | 32 |
| 9.2.HRT de Görüntülerin Elde Edilmesi                     | 35 |
| 10.HRT III CİHAZININ TEKNİK ÖZELLİKLERİ                   | 37 |
| 10.1.HRT Verilerinin Analizi ve GA ile ilişkilendirilmesi | 38 |
| 10.1.1.Stereometrik Analiz                                | 38 |
| 10.1.2.Moorfields Regresyon Analizi (MRA)                 | 40 |
| 10.1.3.Sıralı Segment Dağılım Eğrileri                    | 41 |
| 11.GEREÇ VE YÖNTEM  | 42 |
| 12.BULGULAR   | 49 |
| 13.TARTIŞMA   | 58 |
| 14.SONUÇ  | 66 |
| 15.KAYNAKLAR  | 67 |

## ŞEKİL LİSTESİ

|  |    |
|--|----|
| Şekil 1. OSB nin enine kesitinde anatomik tabakaları             | 5  |
| Şekil 2. Retina sinir liflerinin optik diskte dağılımı           | 6  |
| Şekil 3. Retinanın oftalmoskopik bölümleri                       | 6  |
| Şekil 4. Parapapiller bölgede periferik alfa ve beta zonu        | 12 |
| Şekil 5. GA nın Sınırları  | 14 |
| Şekil 6. BGA da FP ve FT test stratejisi                         | 19 |
| Şekil 7. HFA II model 750 BGA cihazı ve kısımları                | 21 |
| Şekil 8. GA Fastpac testi çıktısı                                | 23 |
| Şekil 9. Kör nokta genişlemesi                                   | 30 |
| Şekil 10. Seidel skotomu   | 30 |
| Şekil 11. Konfokal tarayıcı laser oftalmoskopun çalışma prensibi | 32 |
| Şekil 12. HRT ile 3 boyutlu görüntü elde edilmesi                | 33 |
| Şekil 13. HRT retina referans planı                              | 33 |
| Şekil 14. OSB nin topografik enine kesiti.                       | 34 |
| Şekil 15. HRT de hastaya ait verilerin girilmesi                 | 35 |
| Şekil 16. NRR nin çift hörgüç görüntüsü                          | 36 |
| Şekil 17. HRT III cihazı   | 37 |
| Şekil 18. Moorfields regresyon analizi verileri                  | 40 |
| Şekil 19. Sıralı Segment Dağılım Eğrileri                        | 41 |

## TABLO LİSTESİ

|  |       |
|--|-------|
| <b>Tablo 1.</b> Total ve pattern deviasyon haritalarının yorumu                  | 24    |
| <b>Tablo 2.</b> BGA da MD ve CPSD değerlerinin yorumu                            | 26    |
| <b>Tablo 3.</b> GA da SF değerlerinin yorumlanması                               | 28    |
| <b>Tablo 4.</b> HRT’de Stereometrik analiz verileri                              | 39    |
| <b>Tablo 5.</b> PAAG Grubu yaş ve cinsiyet dağılımı                              | 42    |
| <b>Tablo 6.</b> Kontrol Grubu yaş ve cinsiyet dağılımı                           | 43    |
| <b>Tablo 7.</b> (HAP) Hodapp; Anderson; Parrish Kriterleri                       | 46    |
| <b>Tablo 8.</b> PAAG olgularının HAP kriterlerine göre alt gruplara dağılımı     | 47    |
| <b>Tablo 9.</b> ANOVA istatistiksel analiz sonuçları                             | 50    |
| <b>Tablo 10.</b> GA; MD indeksine ait ANOVA-Tukey istatistiksel analiz sonuçları | 51    |
| <b>Tablo 11.</b> GA PSD indeksi ANOVA-Tukey istatistiksel analiz sonuçları       | 52    |
| <b>Tablo 12.</b> GA; CPSD indeksi ANOVA-Tukey istatistiksel analiz sonuçları     | 52    |
| <b>Tablo 13.</b> GA; SF indeksi ANOVA-Tukey istatistiksel analiz sonuçları       | 53    |
| <b>Tablo 14.</b> ANOVA-Tukey istatistiksel analiz sonuçları                      | 54    |
| <b>Tablo 15.</b> Pearson istatistiksel analiz sonuçları                          | 56-57 |

## KISALTMALAR

|  |  |
|--|--|
| <b>Asb</b>   | : Apostibl                               |
| <b>BGA</b>   | : Bilgisayarlı Görme Alanı               |
| <b>CA</b> (Cup Area)                               | : Çukurluk Alanı                         |
| <b>CDAR</b> (Cup/Disc Area Ratio)                  | : Çukurluk-Disk Alan Oranı               |
| <b>C/D</b> (Cup/Disc Ratio)                        | : Çukurluk/Disk Oranı                    |
| <b>CPSD</b> (Corrected Pattern Standard Deviation) | : Düzeltilmiş Pattern Standart Sapma     |
| <b>CSM</b> (Cup Shape Measure)                     | : Çukurluk Şekil Ölçümü                  |
| <b>CV</b> (Cup Volume)                             | : Çukurluk Hacmi                         |
| <b>DA</b> (Disc Area)                              | : Disk Alanı                             |
| <b>DAG</b>   | : Dar Açılı Glokom                       |
| <b>dB</b>  | : Desibel                                |
| <b>FL</b> (Fixation Loss)                          | : Fiksasyon Kaybı                        |
| <b>FP</b>  | : Fastpac test Stratejisi                |
| <b>FT</b> (Full Threshold Testi)                   | : Tam Eşik Testi                         |
| <b>GA</b>  | : Görme Alanı                            |
| <b>GDx</b> (Scanning LaserPolarimetry)             | : Tarayıcı Laser Polarimetri Cihazı      |
| <b>GİB</b>   | : Göz İçi Basıncı                        |
| <b>GON</b>   | : Glokomatöz Optik Nöropati              |
| <b>GHT</b> (Glaucoma Hemifield Test)               | : Glokom Yarı Alan Testi                 |
| <b>HFA</b> (Humphrey Field Analyzer)               | : Humphrey Görme Alanı                   |
| <b>HRT</b> (Heidelberg Retina Tomography)          | : Heidelberg Retina Tomografisi Cihazı   |
| <b>HPRP</b> (High-Pass Resolution Perimetry)       | : Yüksek Çözünürlük Perimetrisi          |
| <b>HVC</b> (Height Variation Contour )             | : Kontür Hattının Yükseklik Değişkenliği |
| <b>LCDR</b> (Lineer Cup/Disc Ratio)                | : Lineer Çukurluk Disk Oranı             |
| <b>MACD</b> (Maximum Cup Depth)                    | : Maksimum Çukurluk Derinliği            |
| <b>MCD</b> (Mean Cup Depth)                        | : Ortalama Çukurluk Derinliği            |
| <b>MD</b> (Mean Deviation)                         | : Ortalama Sapma                         |
| <b>MRA</b>   | : Moorfields Regresyon Analizi           |
| <b>NRR</b>   | : Nöretinal Rim                          |



|   |   |
|---|---|
| <b>NTG</b>  | : Normotansif Glokom  |
| <b>OHT</b>  | : Oküler Hipertansiyon  |
| <b>MRNFLT</b> (Mean Retinal Nerve Fiber Layer Thickness)        | : Ortalama Retina Sinir Lifi Tabakası Kalınlığı                 |
| <b>OSB</b>  | : Optik Sinir Başı  |
| <b>PAAG</b>   | : Primer Açık Açılı Glokom                                      |
| <b>PSD</b> (Pattern Standard Deviation)                         | : Pattern Standart Sapma  |
| <b>RA</b>   | : Rim Alanı   |
| <b>RDAR</b>   | : Rim/Disk Alan Oranı   |
| <b>RGH</b>  | : Retina Ganglion Hücreleri                                     |
| <b>RNFLCSA</b> (Retinal Nerve Fiber Layer Cross-sectional Area) | : Retina Sinir Lifi Tabakası Kesitsel Alanı                     |
| <b>RPE</b>  | : Retina Pigment Epiteli  |
| <b>RSLT</b>   | : Retina Sinir Lifi Tabakası                                    |
| <b>RV</b> (Rim Volume)  | : Rim Hacmi   |
| <b>SF</b> (Short Term Fluctuation)                              | : Kısa Süreli Dalgalanmalar                                     |
| <b>SG</b>   | : Sekonder Glokom   |
| <b>SITA</b>   | : “Swedish Interactive Thresholding Algorhythm” test stratejisi |
| <b>SWAP</b> (Short-Wavelength Automated Perimetry)              | : Kısa Dalga Boylu Otomatik Perimetri                           |

## 1. GİRİŞ

Glokom, ganglion hücre ve aksonlarının dejenerasyonu sonucu özel GA kayıpları ile seyreden, intrapapiller ve parapapiller bölgede progresif, yapısal ve fonksiyonel değişikliklere neden olan özel bir ön optik nöropatidir (1). Glokomda görülen morfolojik değişiklikler arasında OSB, NRR de incelmeye ve çentiklenme, optik çukurluğun derinliğinde ve genişliğinde artış, disk hemorajisi, parapapiller bölgede koryoretinal atrofi ve RSLT de lokalize veya yaygın kayıp gibi bulgular sayılabilir (2). OSB, yaklaşık olarak 1.2 milyon adet ganglion hücre aksonlarının optik kanal içinde toplanması ile oluşur. Glokomda, ganglion hücre ve aksonlarındaki hasarın boyutu OSB deki değişiklikleri ve GA kaybının derecesini belirler. Glokom multifaktöriyel kompleks bir optik nöropati olup OSB nin tolere edebileceğinden daha yüksek seyreden GİB en önemli ve kontrol edilebilen tek risk faktörüdür (3,4). Glokomun OSB de meydana getirmiş olduğu hasar zamanla kalıcı görme kaybı ile sonuçlanır. Erken tanı ve tedavi ile hasar geri döndürülemez de hastanın görme seviyesi korunabildiğinden hastalığın erken tanısı, progresyonun yavaşlatılmasında önemlidir. Glokomatöz optik disk hasar takibinde direkt oftalmoskopi ile morfolojik bulguların bir çoğu gözlenebilir. Fakat hasta takibinde bu bilgilerin yeterince dökümanite edilememesi ve subjektif olması nedeniyle takipte yeterli değildir (5,6,7). Son yıllarda OSB ve RSLT yi 3 boyutlu olarak görüntüleyen, anatomik yapıların ölçümlerini yaparak normal kabul edilen bireylerin verileri ile kıyaslayan ve bunların dökümanite edilmesini sağlayan cihazlar kullanılmaya başlanmıştır (8,9). Bu sistemler ile OSB ve RSLT deki yapısal glokomatöz değişiklikler kaydedilerek hastalığın takibinin daha objektif olarak yapılmasına olanak sağlanmıştır (10,11). Glokomda fonksiyonel GA defektlerinin tespitinde ise BGA nın klinik uygulamada hala çok önemli bir yeri vardır (3,12).

Çalışmamızda PAAG tanısı ile takip ettiğimiz olgulara Humphrey BGA (Humphrey Field Analyzer II Model HFA 750) ile 30-2 eşik testi FP test stratejisi uygulanarak elde edilen

GA verileri Heidelberg Retina Tomografisi III ile elde edilen optik disk topografik parametreleri ile karşılaştırılmıştır.

## 2. GENEL BİLGİLER

PAAG, Dünya da edinsel körlüklerin en önemli nedenlerinden biri ve en sık görülen glokom alt tipidir. PAAG genellikle 40 yaş üstündeki bireylerde izlenen, yüksek GİB ile seyreden, OSB ve peripapiller retinada morfolojik değişikliklere neden olan, periferik GA kaybı ile seyreden, ön kamera açısının açık olduğu, kronik, progresif bir ön optik nöropatidir (13,14). Yüksek GİB morfolojik değişikliklerin ve GA kaybının tek sorumlusu olmamakla birlikte en önemli risk faktörüdür (1,15). PAAG nin sıklığı yaşla birlikte artar. 40 yaşından sonra prevalansı yaklaşık olarak %0,5-1,2 olarak bildirilmiştir (4,13,15).

Glokomlu olguların yaklaşık % 10 unda absöü görme kaybı geliştiği bildirilmektedir. PAAG nin patogenezinde aközün dışı akımında azalma olduğu, dışı akıma karşı olan bu direncin ön kamera ile Schlemm kanalı arasında olduğu düşünölmektedir (16). Yapılan çalışmalarda GİB beyaz popülasyonda  $15,5 \pm 2,6$  mmHg olarak bildirilmiştir (18,19). Prevalans çalışmalarda toplumdaki bireylerin % 95 inde GİB in 10-20 mmHg arasında olduğu, % 4-5 oranında ise GİB in 21 mmHg den yüksek olduğu bildirilmiştir. GİB in normal sınırları 10-20 mmHg olarak kabul edilmektedir (19,20). PAAG de risk faktörleri vasköler ve vasköler olmayanlar olarak ikiye ayrılmaktadır. Vasköler olmayan risk faktörleri arasında yüksek GİB, yaş, ırk, miyopi, endokrin bozukluklar, diyet, OSB hassasiyeti, RGH hassasiyeti gibi faktörler bildirilmiştir. Vasköler nedenler arasında sistemik hipotansiyon ve vazospazm, lokal faktörler olarak da disk hemorajileri, peripapiller atrofi ve koroidal skleroz sayılabilir (21,22).

Glokomun henüz etiyopatogenezi tam olarak bilinmemektedir. Genetik heterojenite ve multifaktöriyel bir kalıtım paterni gösterdiği bildirilmektedir (16). Glokomatöz optik nöropatiyi ortadan kaldıracak veya oluşıan GA kayıplarını geri döndürebilecek bir tedavi ajanına şu anki bilgilerimizle sahip değiliz. Bu nedenle hastalığın erken dönemde saptanması düzenli takip ve tedavisi GA kaybını durdurmak veya yavaşlatmak açısından önemlidir.

## 2.1. OSB Anatomisi

RGH den çıkan, yaklaşık 1.2 milyon akson bir araya gelerek optik siniri oluşturur. Optik disk, RGH aksonlarının içinden geçtikleri, skleral kanalın göz içine bakan yüzeyi olarak tanımlanır. OSB ise sinirin sklera içinde kalan tüm bölümlerine verilen addır. Oligodendrositler, aksonların myelin kılıfını oluştururken; astrositler ise aksonlara mekanik destek sağlayarak siniri yaklaşık 1000 demete ayırırlar (23,24). Böylece aksonlar 200-300 adet skleral delikten geçerek göz küresini terk ederler. Yaklaşık olarak vertikal çapı 1,85-1,95 mm, horizontal çapı ise 1,70-1,80 mm dir. OSB boyutları kişisel varyasyonlar gösterir (2,19).

OSB önden arkaya doğru 4 tabaka halinde incelenir (Şekil 1).

### - Yüzeysel Sinir Lifleri Tabakası (Lamina Retinalis)

OSB nin en içteki tabakası olup, retinaya paralel seyrederek. Bu tabakayı vitreustan internal limitan membran ayırır. Burada sinir lifleri myelinsizdir (2,23,24).

### - Prelaminer Bölge (Lamina Choroidalis)

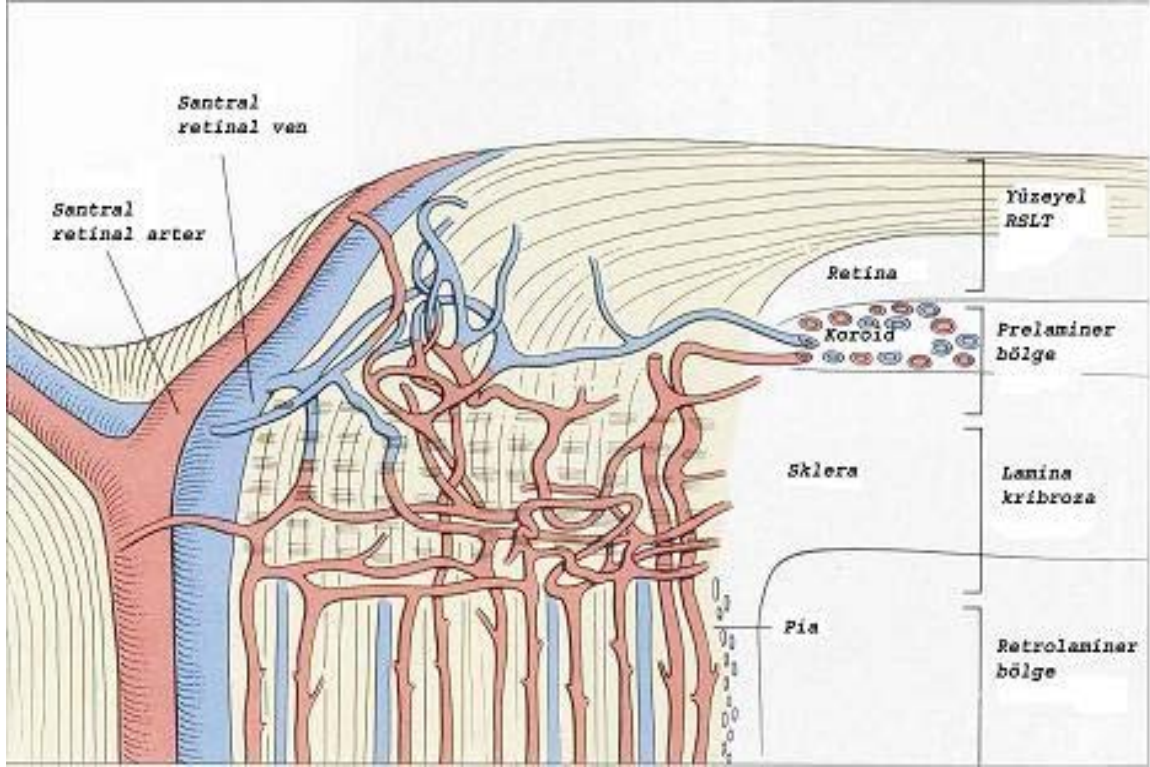
OSB nin koroid düzeyine paralel seyreden tabakalarını tanımlar. Bu tabakada glial ve bağ doku oranı artmıştır (2,23,24).

### - Lamina Skleralis (Lamina Cribrosa)

Bu tabaka delikli, sert bir bağ dokusu ve elastik liflerden meydana gelmektedir. Lamina kribrozanın delikleri üst ve alt kutupta daha geniştir. İnsanlarda bu tabaka özel bir ekstraselüler matrikse sahip olup, kollajen tip 1,2,3,4,5,6, laminin, elastin ve fibronektin içerir. Bu matrikste oluşan anormallikler artmış GİB e bağlı olarak gelişen glokomatöz hasarın oluşumunda yardımcı rol oynar (2,24,27).

### - Retrolaminer Bölge

Optik sinirin bu bölgede myelin kılıfı ile sarıldığı görülür, myelin kılıfın yapımında görevli olan oligodendrositler bu bölgede sayıca artarak astrositlerin yerini almaya başlarlar (2,24,25).



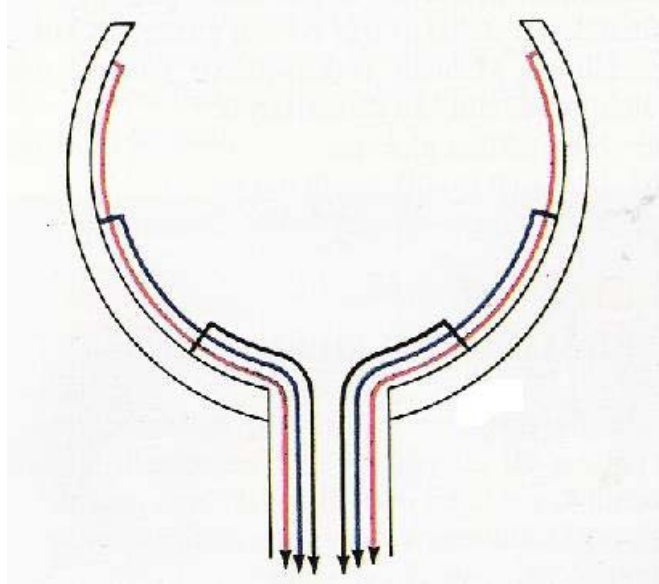
**Şekil 1.** OSB nin enine kesitinde anatomik tabakaları

## 2.2. OSB nin Kanlanması

Optik sinir, internal karotis arterinin kafa içinde ilk dalı olan oftalmik arterin dalları ile beslenir. Oftalmik arterin orbitada verdiği ilk dal santral retinal arterdir. Santral retinal arter, globun 8-15 mm gerisinden optik sinire girerek retina iç tabakalarının ve optik sinirin beslenmesini sağlar. Oftalmik arterin diğer dallarından olan kısa posterior silyer arterler ve oftalmik arter, internal karotis arterinin diğer dallarından oluşan pial pleksus ile lamina kribroza seviyesinde anastomoz yaparak, Zinn Haller arter halkasını oluşturur. Lamina kribroza tabakası bu arter halkasından, lamina retinalisin yüzeysel kısımları ise santral retinal arterin küçük dalları ile beslenir. Prelaminer bölge, peripapiller koroidden gelen sentripedal dallar tarafından kanlanır. Retrolaminer bölge, santral retinal arterin intranöral sentrifugal dalları ile pial pleksusun sentripedal dağılımından beslenir (2,24).

### 2.3. Retina Sinir Lifleri Tabakası (RSLT)

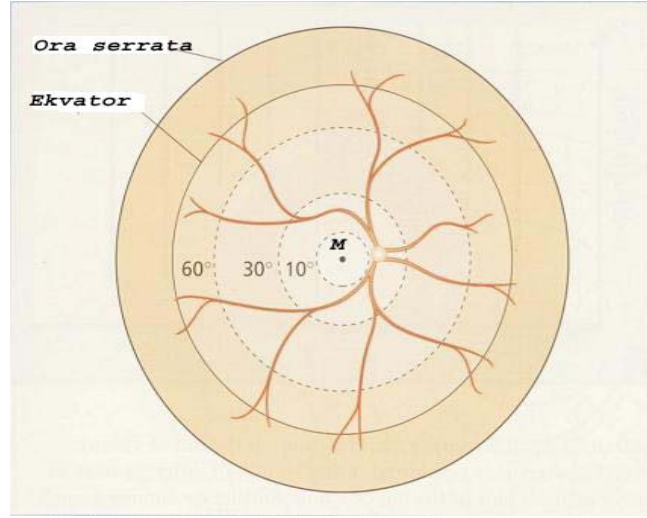
RSLT, astrositler tarafından sarılmış olan RGH aksonları, retinal damarlar, astrosit ve Müller hücrelerinden oluşur. Aksonların dağılımı ve optik sinire uzanımları karakteristik bir patern gösterir. OSB nin nazalinden gelen aksonlar diske doğrudan, temporalden gelen aksonlar ise foveanın etrafından ark çizerek diske uzanırlar. Nazal ve temporal aksonlar horizontal raphede birbirleriyle temas halindedirler. Periferden gelen aksonlar diskin periferinde, santralden gelenler diskin merkezinde çukurluğa daha yakın seyrederek (Şekil 2) (26,27,28). Çukurluğun genişlemesi ile görülen erken glokomatöz parasantral skotom bu anatomik yerleşimden kaynaklanır. RSLT optik diskin vertikal kutuplarında daha kalın, nazal ve temporal tarafta daha incedir (24,27,28). Alt temporal arkuat lifler daha yoğun olmaları nedeni ile üst temporal arkuata göre daha iyi izlenirler. Bu iki bölge glokomatöz hasara en hassas olan bölgelerdir (26,29,30). Optik sinir etrafında nöral dokuları destekleyen astrosit ve Müller hücrelerinden oluşan nöroglial sistem mevcuttur. Müller hücreleri, tüm retinal boşlukları doldurarak destek görevi görürler. Aynı zamanda iç limitan membranı oluştururken aksonların OSB ye doğru yönlenmesini sağlarlar. Retinanın arter ve venülleri RSLT nin yüzeyel kısmında seyrederek (31,32,33).



**Şekil 2.** Retina sinir liflerinin OSB deki dağılımları

## 2.4. Retinanın Anatomisi

Retina, RPE ve sensöriyel retina olmak üzere iki tabakadan oluşur. RPE komşu olduğu koroide sıkıca yapışmıştır. Retinanın iki tabakası arasında ise sadece ora serrata ve optik sinir başında sıkı yapışıklıklar izlenir (34,35). Retina oftalmoskopik olarak 3 bölgeye ayrılır (Şekil 3).



Şekil 3. Retinanın oftalmoskopik bölümleri (M: Makula)

- **Arka kutup** : 5-6 mm çapında, üst ve alt temporal damar arkadları arasında kalan bölgedir. Merkezden periferik doğru foveola, fovea, parafovea ve perifoveadan oluşmaktadır. Arka kutup GA da 10°, 30° ve 60° olarak incelenir (35,36).

- **Ekvator** : Arka kutup (makula) ile ora serrata arasında kalan bölgedir (35).

- **Ora serrata** : Retinanın en periferdeki kısmıdır. Sensöriyel retina, korpus siliyarenin iç katıyla, pigment epitel de dış katıyla devam eder. Ora serratada fotoreseptörler yer almaz (35).

Retina histolojik olarak 10 tabakadan oluşur. Retinanın tabakaları dıştan içe doğru şu şekilde sıralanır (35,36).

- Retina pigment epiteli (RPE)
- Fotoreseptör hücreler
- Dış limitan membran
- Dış nükleer tabaka
- Dış pleksiform tabaka



- İç nükleer tabaka
- İç pleksiform tabaka
- Ganglion hücreleri tabakası
- Retina sinir lifleri tabakası
- İç limitan membran

#### **2.4.1. Retina Pigment Epiteli (RPE)**

RPE, Bruch membranının kutiküler kısmına sıkıca yapışmış olup, tek sıralı, hegzagonal, 4-6 milyon hücreden oluşmuştur. RPE nin kan-retina bariyerinin sürdürülmesi, fotoreseptörlerin dış segmentlerinin fagositozu, mukopolisakkarit matriksin yapımı, hücrelere içten ve dıştan madde transportu, A vitamini metabolizması, ışığın absorpsiyonu, ısı değişimi ve bazal laminanın devamlılığını sağlama gibi fonksiyonları vardır (37,38).

#### **2.4.2. Fotoreseptör Hücreler**

Özelleşmiş nöroepitelyal hücreler olup sayıları yaklaşık olarak 125-130 milyondur. Hücrelerin 110-125 milyonunu rodlar, 7-10 milyonunu koniler oluşturur. Foveolada sadece koniler bulunur. Rodlar, rodopsin pigmenti içerir. Koniler içerdikleri pigmentin ışığa duyarlılığına göre 3 alt tipe ayrılırlar. Sırasıyla bunlarda 570 nm ile kırmızı renk, 540 nm ile yeşil renk ve 440 nm ile mavi renge duyarlı pigmentler bulunur (36,37). Santral 43 derecelik alanda rodların sayısı yaşla birlikte azalırken, konilerde bu azalma gözlenmez. Ortam aydınlanması 0,00001 asb üzerinde rodların, 3 asb lik aydınlatmada ise konilerin fonksiyonları başlar. Her iki reseptör hücresi 0,003-3 asb lik aydınlanma aralığında birlikte çalışırlar. Santralde fotoreseptör/ganglion hücresi oranı 1/1 iken periferde bu oran 300/1 e düşer (34,39,40).

#### **2.4.3. Dış Limitan Membran**

Koni, rod ve Müller hücreleri arasındaki sıkı bağlantılardan (zonula okludens) oluşan bir yapıdır. Gerçek bir membran değildir. Ora serratada RPE ile birleşir (35).

#### **2.4.4. Dış Nükleer Tabaka**

Koni ve rodların nükleus ve sitoplazmalarından oluşur (34,35).

#### **2.4.5. Dış Pleksiform Tabaka**

Fotoreseptörler ile 2. nöron olan bipolar hücreler arasındaki bağlantılardan oluşur (34,35).

#### **2.4.6. İç Nükleer Tabaka**

Horizontal ve amakrin hücre nükleuslarından oluşur (34,35).

#### **2.4.7. İç Pleksiform Tabaka**

Bipolar ve ganglion hücrelerinin sinaps yaptıkları tabakadır. Bu tabaka foveolada bulunmaz (34,35).

#### **2.4.8. Ganglion Hücreleri Tabakası**

Ganglion hücrelerinin (3. nöron) yer aldığı tabakadır. Ganglion hücreleri foveolada yanlara çekildikleri için izlenmezler (34,35).

#### **2.4.9. Retina Sinir Lifleri Tabakası**

RGH nin aksonlarından oluşmuştur (34,35).

#### **2.4.10. İç Limitan Membran**

Müller hücrelerinin ayakları çıkıntılarında oluşur ve retinayı vitreustan ayırır (34,35).

### **2.5. Glokomatöz Optik Nöropatinin (GON) Oluşum Mekanizmaları**

Ganglion hücre akson terminallerinde ileti, kimyasal moleküllerin ortograd ve retrograd transportu ile oluşmaktadır. Hızlı aksoplazmik transport, ATP harcayan, oksijene bağımlı aktif bir olaydır. GON da ilk suçlanan gözün tolere edebileceğinden daha yüksek değerlerde seyreden GİB dir. Yüksek GİB, OSB perfüzyon basıncını ve otonöregülasyonu bozarak lamina kribrozada kan akımının yavaşlamasına ve OSB de iskemiye yol açar. Bu görüşü destekleyen çalışmalarda, glokom hasarının en sık gözlemlendiği OD nin üst ve alt bölgelerinde, anjiyografide doluş defektleri saptandığı bildirilmiştir (41,42,43). İskemi sonucu akson içinde ortograd ve retrograd transportun bozulması ile aksonal hasarın başladığı düşünülmektedir. Wallerian dejenerasyonda izlenen retrograd transportun durmasını takiben

RGH de yaklaşık 4 hafta, distal aksonlarda da 1 hafta sonra kayıp meydana gelmesi bu teoriyi desteklemektedir (42). Bunun aksini savunan çalışmalarda, GİB in kontrol altında olmasına rağmen, % 30 hastada GA kaybının devam ettiği, bu nedenle de yüksek GİB dışında diğer faktörlerin de önemli olduğu savunulmaktadır (18,44). GON oluşumunda rolü olduğu düşünülen diğer bir mekanizma apoptozisdir. Bu kuramda, korpus genikulatum lateraleden salınan nörotrofik faktörlerin ganglion hücrelerinin normal yaşam sikluslarını tamamlamalarında önemli olduğu, aksonal blokaj sonucu bu faktörlerin ganglion hücrelerine ulaşamaması ile programlı hücre ölümünün başladığı savunulmaktadır (42,44,45). Ganglion hücre ölümünün başlaması ile hücre içine kalsiyum girişi başlar. Ölen hücrelerden salınan ve nörotoksik özellikleri bilinen glutamat ve N-metil D-aspartat komşu hücrelerin ölümüne ve dejenerasyonun yaygınlaşmasına neden olurlar (41,43,46). RGH, Parvoselüler (P) ve Magnoselüler (M) olmak üzere iki hücre grubundan oluşmaktadır. Bu iki hücre grubunun RGH deki oranı 8/1 (P/M) dir. Fazla sayıda olan Parvoselüler hücreler; yüksek aydınlanma seviyelerinde incelenirken renkli görme, yüksek uzaysal çözünürlükte düşük kontrast ve şekil algılamasından sorumludurlar. Magnoselüler hücreler; düşük aydınlanma seviyelerinde daha iyi incelenirler. Hareketi algılama, düşük uzaysal çözünürlükte yüksek kontrast algılanması ve stereopsisten sorumludurlar. GON da en erken etkilenen Magnoselüler hücrelerdir (47,48,49). Bazı çalışmalarda, lamina kribrozada fibronektin, elastin ve glial fibriller arasındaki dengenin bozulduğu, ekstraselüler matrikste yer alan kollajen-elastin miktarında artış ile kribriiform tabakalarının sertleştiği ve yapılarında farklılaşma olduğu izlenmiştir (25,41).

## **2.6. OSB ve RSLT de Glokomatöz Değişiklikler**

Optik diskteki glokomatöz değişiklikler, intrapapiller ve parapapiller bölgelerde izlenir. Bu iki yapıyı optik diskin ön duvarını oluşturan Elschnig'in peripapiller skleral halkası ayırır (2,50).

### **2.6.1. İntrapapiller Disk Değişiklikleri**

Optik diskin ortalama alanı 2,1-2,8 mm<sup>2</sup> arasında bireysel farklılıklar gösterir. Optik diskin büyüklüğü ve şekli (-5)-(+5) dioptri refraksiyon kusuru olanlarda normal görünümündedir. Disk büyüklüğü ırklarda farklılıklar gösterir ve beyaz ırkta disk çapı küçük, asya ırkında orta, siyah ırkta ise daha büyük olma eğilimindedir. Optik diskin bu yapısal farklılığı, arka kutup muayenesinde ve topografik görüntülerdeki C/D alanının

hesaplanmasında zorluk oluşturmaktadır. Optik disk oval görünümündedir, vertikal çapı % 7-10 oranında horizontal çaptan büyüktür. C/D oranı hesaplanırken önemli olan horizontal çapın, vertikal çapa bölünmesi ile elde edilen değerin 1 den farklı olmasıdır (18,28,50). Optik diskin bu yapısal farklılıklarını ayırt ederek, glokomda meydana gelen değişiklikler şöyle sıralanabilir.

#### **- Nöroretinal Rimde İncelme**

Glokomda NRR nin alanı ve hacmi önemli bir parametredir. NRR nin alanı, hacmi ve şekli, akson ve skleral porların sayısı ile doğru orantılıdır. Normalde NRR dikey, optik çukurluk ise yatay olarak ovaldir. NRR alt bölgede en geniştir. Bunu üst, nazal ve temporal bölgeler izler. Glokomda NRR kaybı alt temporalden bölgeden başlar, bunu üst temporal, alt nazal ve üst nazal bölgelerde kayıplar izler (21,28,51). NRR alan ve hacminde kayıp HRT stereometrik parametrelerinden RA ve RV de azalma olarak izlenir (52,53). NRR deki incelme GA da lokalize skotomlar olarak izlenir (18,26). Glokomda en sık parasantral ve nazal basamak skotomu gözlenir. NRR de incelme izlenen bölgeler dikkate alınarak RSLT deki aksonal kaybın alanı saptanır. Alt temporal bölge NRR de daralma GA da horizontal raphenin üstünde nazal basamak veya arkuat skotom olarak izlenir (19,32,54).

#### **- Optik Çukurlukta Genişleme**

Optik çukurluğun yatay çapı, dikey çaptan % 7,7 oranında daha geniştir. Optik çukurluk bu fark nedeniyle yatay düzlemde oval olarak izlenir. Optik disk dikey olarak ovaldir. Optik diskin ve optik çukurluğun alanı bireyler arasında farklılık sergileyebilir. Glokomda RSLT ve RGH aksonlarında kayıp ile beraber optik çukurluk alanında genişleme ve derinliğinde progresif bir artış gözlenir. RSLT ve RGH deki bu kayıplar HRT stereometrik parametrelerinden CV ve CA da azalma olarak izlenir (2,28,54).

#### **- Çukurluk / Disk Oranında Artış**

C/D oranı normal popülasyonda 0-0,8 gibi geniş bir aralıkta izlenir. İki göz arasındaki C/D oranları farkının 0,2 den büyük olması ve dikey C/D nin yatay C/D ye oranının 1 den büyük olması glokom lehinedir (2,18,28,32).

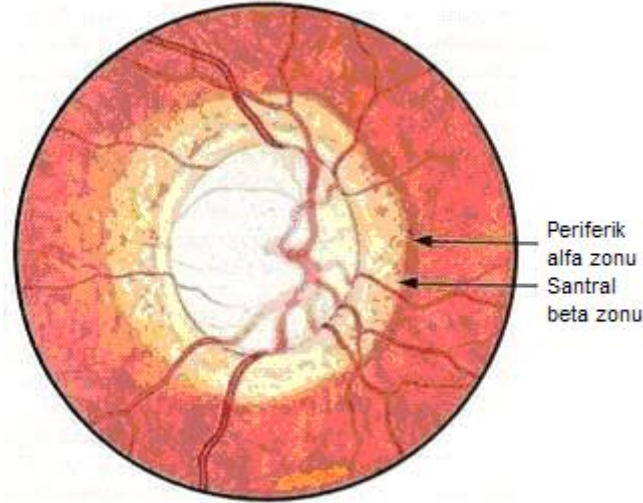
### - Disk Hemorajileri

Özellikle alt ve üst temporal bölgelerde daha sık izlenirler. Glokom hastalarında görülme oranı % 1,4 tür (32). Disk hemorajileri normotansif glokomlularda daha sık olmakla beraber, PAAG de de lokalize sinir lifi defektleri, NRR çentiklenmesi ve GA kaybı ile birliktelik gösterir. Hemoraji oluşumundan 1-7 yıl sonra disk ve GA değişiklikleri belirgin hale gelir (2,32).

### 2.6.2. Parapapiller Disk Çevresi Değişiklikleri

#### - Parapapiller Koryoretinal Atrofi

Optik disk sınırındaki parapapiller bölge iki bölüme ayrılır (Şekil 4). Periferik alfa zonu, koryoretinal dokuda incelme, hipo ve hiperpigmente alanlar olarak izlenir. Santral beta zonu, periferik alfa zonu ve peripapiller skleral halka ile komşudur. Beta zonu, RPE ve koryokapillarisin belirgin atrofiye uğraması sonucu, koroidal damarlar ve skleranın belirginleşmesi ile karakterizedir. Glokomatöz atrofide her iki zon genişlemiştir ve optik sinir hasarını gösteren diğer kriterlerle birliktelik gösterir (26). Parapapiller koryoretinal atrofinin yerleşimi NRR kaybının görüldüğü kadran ile uyumludur (2,18,32,54).



**Şekil 4.** Parapapiller bölgede alfa ve beta zonu (periferik alfa zonu ve ileri dönem çanaklaşmayla beraber santral beta zonu).

#### - Retinal Damar Çapları

Optik sinir hasarı olan gözlerde retinal damar çaplarında daralma gözlenir. Bu değişim glokoma spesifik olmamakla birlikte optik sinir hasarı ile korelasyon gösterir (2,18,32).

## **- RSLT de Kayıp**

Glokom hastalarında RSLT de lokalize ve yaygın kayıplar izlenir. Lokalize kayıplar klinik olarak glokoma daha spesifiktir ve kolay tanınır. RSLT deki kayıplar oftalmoskopik muayenede yeşil filtre ile daha iyi gözlenir. Glokomda GA da fonksiyonel kayıp izlenmeden önce OSB ve RSLT de yapısal değişiklikler izlenir. RSLT de yer alan RGH aksonlarında % 40-50 ye varan kayıplardan sonra GA da fonksiyonel kayıp gözlenir. RSLT deki glokomatöz değişiklikler kırmızıdan yoksun direkt oftalmoskop muayenesi ile rahatça izlenebilir (18,32,55). RSLT de lokalize sinir lifi defektleri en sık alt temporal bölgede, daha sonra da üst temporal bölgede görülür. Glokomatöz gözlerde her yıl 4000-5000 adet sinir lifi kaybolmaktadır (2,32).

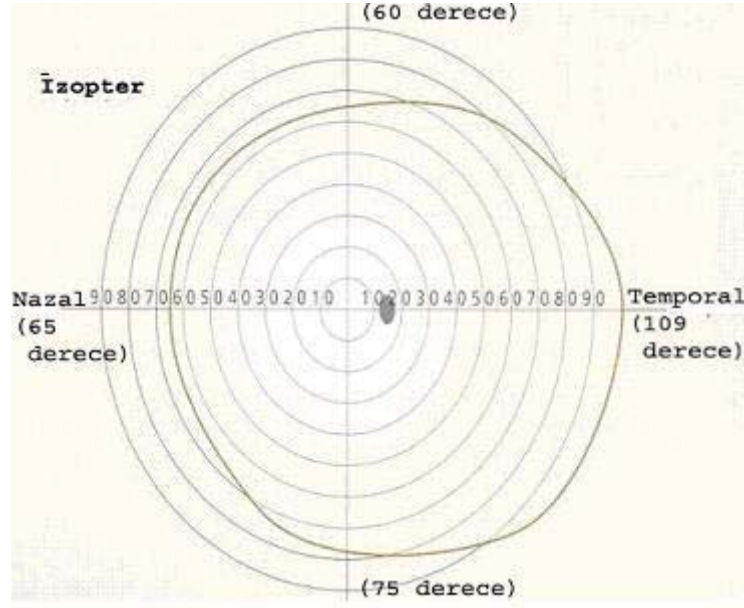
## **2.7. Bilgisayarlı Görme Alanı**

### **2.7.1. GA nın Tarihçesi**

GA kavramı ilk olarak M.Ö. 5. yüzyılda, Hipokrat'ın hemianopik GA kayıplarını tanımlamasıyla ortaya çıkmıştır. Bilinen kayıtlara göre M.Ö. 150 lerde Ptolemy ilk olarak GA yı test etmiştir. XVII. yüzyılda Fransız fizikçi Mariotte fizyolojik kör noktayı tanımlayarak bunun OSB ile ilişkisini açıklamıştır. Kesin ölçümler 1801 yılında Thomas Young ve 1825 yılında Purkinje tarafından yapılmıştır. 1848 yılında Kastenbaum tarafından konfrontasyon testi tanımlanmıştır. Klinikte, kampimetrik tanı yöntemleri, 1850 yılında Von Graefe, perimetrik yöntemler ise Aubept ve Förster tarafından 1857 yılında kullanılmaya başlanmıştır (40,56,57,58). XX. yüzyılın başlarında Bjerrum düz bir zemin üzerinde GA nın test edilmesinden oluşan kampimetrimin en iyi örneği olan tangent screeni ve multipl isopter kinetik kampimetreyi geliştirmiştir (27,56). Her iki cihaz da Rönne, Traquair ve Walker gibi bilim adamları tarafından geliştirilerek, GA muayene yöntemleri olarak kullanılmıştır. Louise Sloan, statik eşik GA nın önemini ilk olarak ortaya koyan bilim adamıdır. Harms ve Aulhorn kinetik teste statik perimetriyi eklemiş ve erken hasarın 30° lik santral alanda parasantral skotom ve nazal step olarak GA da görüldüğünü belirtmişlerdir (27,58,59). 1945 te Goldmann, 1955 yılında Schmidt tarafından yarımküre şeklinde ve kayıt yapabilecek şekilde GA cihazları geliştirilmiştir (57). Bu gelişmeleri takiben 1970 lerde Oculus şirketi, 1980 lerde Humphrey şirketi BGA cihazını kullanıma sunmuştur.

### 2.7.2. GA nın Tanımı

GA, karanlık denizindeki görme adası olarak tanımlanır. Adanın merkezi görme keskinliğinin maksimum olduğu fovea, dipsiz kuyu ise fizyolojik kör nokta olarak adlandırılır. GA nın periferik sınırları üstte 60°, temporalde 109°, altta 75° ve nazalde 65° olmak üzere eliptik yapıdadır (Şekil 5)(40,60).



Şekil 5. GA nın Sınırları

### 2.7.3. GA Testlerinde Kullanılan Terimler ve Tanımlar

**Fiksasyon noktası** : GA da foveanın santralini gösterir (60,61).

**Santral alan** : Fiksasyonun içinde kaldığı 30° lik merkezi alandır (60,61).

**Bjerrum alanı (Arkuat alan)** : Kör noktadan uzanan, makulanın alt ve üstünde ark yaparak, fiksasyon noktasının nazalinde horizontal raphede sonlanan GA bölgesidir. Bu bölge santral 25° içinde kalır ve glokomatöz hasara en duyarlı bölgedir (57,60,61).

**Kinetik GA** : Görme tepesinin sınırlarını iki boyutlu olarak saptar. Testte, uyarının çapı ve şiddeti değiştirilmeden, görüntü dışındaki alandan, hastanın gördüğünü ifade ettiği alana gelecek şekilde uyarın hareket ettirilir (60,61).

**Statik GA** : GA nın sınırlarını saptamak için uyarının yeri sabit iken, şiddetinin değiştirildiği GA testidir. GA adasının yüksekliğinin üç boyutlu olarak tayin edilmesini sağlar (60,61,62).

**İzopter** : GA da uyarının algılandığı noktaların birleştirilmesi ile oluşan kontur çizgisidir (40,60,61).

**Görme eşiği** : Belirli bir noktaya verilen uyarının % 50 sinin görüldüğü ışık şiddetidir. Eşik hassasiyeti foveada en fazla olup, perifere gidildikçe azalır (60,61).

**Apostibl (asb)** : Aydınlanma birimidir. Hedefin ve zeminin aydınlanması asb olarak ölçülür. Humphrey GA da en parlak uyarın şiddeti 10000 asb, zemin aydınlığı 31,5 asb dir. Otomatik GA larda parlaklık birimi asb yerine, ünitesi dB olan logaritmik skala ile ifade edilir (60,61,62).

**Desibel (dB)** : Retina duyarlılığını ifade eder. GA da asb, dB e çevrilerek ışık şiddeti hesaplanır. 1 dB, 10000 asb ışık şiddetine eşittir. 1 dB 1/10 logaritma ünitesine eşittir (61,62).

**Logaritma ünitesi (log ünit)** : Asb cinsinden aydınlanmanın 10 tabanında logaritmasıdır (61).

**Depresyon** : Retinal duyarlılığın beklenen değerlerin altında olmasını ifade eder (60).

**Skotom** : GA da lokalize defektleri tanımlar (43,60,61).

**a-Absolü skotom** : Maksimum uyarın şiddetine rağmen devam eden GA defektidir (43,60,61).

**b-Rölatif skotom** : Uyarının şiddeti ve büyüklüğü arttırılınca kaybolan GA defektidir (43,60,61).

**Flüktuasyon** : GA ölçümlerindeki değişiklikleri ifade eder (59,60,61).

**a-Kısa süreli dalgalanmalar (Short term flüktuasyon)** : Test esnasında GA daki değişiklikleri ifade eder.

**b-Uzun süreli dalgalanmalar (Long term flüktuasyon)** : Aynı gözde farklı zamanlarda yapılan testler arasındaki değişkenlikleri gösterir.

#### **2.7.4. BGA da Kullanılan Teknik ve Yöntemler**

GA; zemin aydınlatmasından daha yüksek şiddette uyarın verilerek test edilir. Kullanılan uyarının şiddeti, büyüklüğü ve lokalizasyonuna göre GA yöntemleri geliştirilmiştir.

Statik BGA da 3 çeşit test kullanılır. Bunlar;

**a-Tam Eşik Testi (Full Threshold Testi)** : Glokom takibinde en sık kullanılan testtir (60,61).



**b-Eşik Bağımlı Test :** Beklenen değerin 4 dB üstü uyaran şiddeti denenir. Hasta görse de görmese de bir diğer test noktasına geçilir. Bu testin dezavantajı sadece eşik üstü değerleri test etmesidir (60,61).

**c-Zon Testi :** 3 zon kullanılır. Birinci zonda, normal değerin 4-5 dB üstü eşik değer olarak kabul edilir. Hasta bu uyarıyı gördüğünde test normal olarak değerlendirilir. Hasta eşik değerdeki uyarıyı göremezse uyarının şiddeti artırılır. Hasta uyarıyı görürse rölatif defekt, görmezse absöü defekt olarak kabul edilir. Cevaplar normal, absöü ve rölatif defekt olarak ifade edilir (60,61).

### **2.7.5. BGA da Cihaz Değişkenleri**

**-Zemin Aydınlatması :** Zemin aydınlatması, GA daki defektlerin saptanmasını etkiler. Zemin aydınlatmasının şiddeti azaldıkça fovea eşiğı düşer. Humphrey GA da zemin aydınlatması 31,5 asb dir (26,63).

**-Uyarının Şiddeti ve Büyüklüğü :** Uyarının parlaklığı arttıkça retinanın hassasiyeti artar. Statik GA da uyarının şiddeti değiştirilirken uyaran büyüklüğü sabittir. Büyük uyarılara retinanın hassasiyeti daha fazladır. Humphrey BGA testlerinde en sık III (0,43°) uyaran büyüklüğü kullanılır (62,63).

**-Uyarının gösterilme süresi :** Uyarının gösterilme süresi arttıkça retina duyarlılığı artarken, süre azaldıkça duyarlılık da azalır. Buna temporal birikme prensibi denir. Bunun için gerekli süre 0,5 sn den daha kısa olup, Humphrey BGA da bu süre 0,2 sn dir (62,63).

### 3. BGA TESTLERİNDE GÜVENİLİRLİĞİ ETKİLEYEN DEĞİŞKENLER

#### 3.1. Hastaya Ait Değişkenler

**-Yaş :** Yaş ile beraber GA da lineer bir duyarlılık azalması izlenir. Kademeli olarak fiksasyon kaybı artar ve periferik GA daralır. 20 yaşından sonra her dekad için duyarlılık 0,5-1 dB azalır (62,63).

**-Öğrenme Etkisi :** Olguların ikinci GA testlerinde retinal duyarlılığın arttığı, teste güvenilirlik parametrelerinin istenilen sınırlarda seyrettiği gözlenmektedir (62,63).

**-Yorgunluk ve Sistemik Hastalıklar :** Testin uzun olması hastada dikkat ve fiksasyon kaybına neden olmaktadır. Gerekirse, hasta dinlendirilerek teste devam edilmelidir. Hastanın sistemik hastalıkları da dikkate alınmalıdır (62,63).

#### 3.2. Göze Ait Değişkenler

Pupilla çapı, kornea opasiteleri, katarakt, vitreus likefaksiyonu, düzeltilmemiş refraksiyon kusurları ve kapak anomalileri test sonuçlarını etkiler. Pupilla çapının 3 mm nin altında olması testte yaygın depresyona neden olurken, pupilla dilatasyonu yakın görmeyi etkiler. Hastanın presbiyopisi yaşa uygun olarak düzeltilmelidir. Kıırma kusurunun her bir diyoptrisi için GA da santral 6° de, 1,26 dB duyarlılık kaybı oluşur. Deneme çerçevesi periferik GA yı daraltmamalı, afakik hastalarda kontakt lens kullanılmalıdır (60,62,63).

## 4. HUMPHREY BGA DA KULLANILAN TEST STRATEJİLERİ

Humphrey BGA statik GA prensibi ile çalışır. Seçilen test stratejisi önceden programlanmış algoritma düzeyinde, uyarının büyüklüğü değiştirilmeden, şiddeti değiştirilerek hastaya sunulur. Perimetristin teste etkisi en az düzeydedir. Uyarın bir projeksiyon, uyarını ileten diod sistemi ve fiberoptik bir kablo ile ortama verilir. İlk defa GA testi uygulanacak hastalara 30-2 eşik testi uygulanmalıdır. Eşik testi 30° lik alan içerisinde birbirinden 6° uzaklıkta yerleşen 76 noktayı sorgular (43,64). Glokom tanısı almış veya şüphelenilen olgularda 30-2 eşik testi, santral alana hakim, yatay ve dikey meridyendeki noktalara sahip bir testtir.

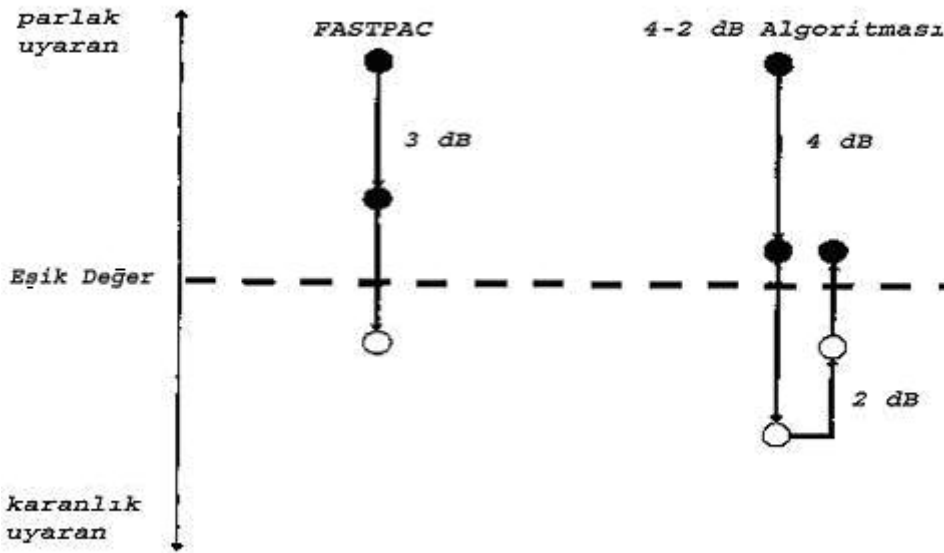
### 4.1. Tam Eşik (Full Threshold; FT) Testi

Glokom tanısı almış veya şüphelenilen olgularda eşik değeri tespiti için sıklıkla bu test kullanılmaktadır. FT testinde GA üzerinde 6° lik mesafeler ile yerleştirilmiş yatay ve dikey eksenlerdeki 76 nokta sorgulanır (43,64,65,66). Bu testte 4-2 dB algoritması kullanılmaktadır. Hastanın beklenen eşik değerinden daha parlak bir uyarın verilir hasta bu uyarını gördüğü zaman uyarının şiddeti 4 dB lik basamaklarla hastanın göremediği uyarın şiddetine kadar düşürülür. Uyarının şiddeti tekrar 2 dB lik basamaklarla artırılarak hastanın görebildiği eşik tespit edilir. Hasta ilk uyarını görmemişse uyarının şiddeti 4 dB lik basamaklarla hastanın görebildiği şiddete kadar artırılır. Bu düzeyden itibaren uyarın şiddeti 2 dB lik basamaklarla azaltılır (3,67,68). Eşik değeri, hastanın görebildiği en düşük uyarın şiddetidir. FT testinde eşik değeri 2 defa test edilerek saptanır. Bir noktada saptanan eşik değeri beklenenden 4 dB farklı ise aynı basamaklarla o nokta için test tekrarlanır ve bu ölçümde saptanan değeri birincinin altında parantez içinde gösterilir (62,69).

### 4.2. FASTPAC (FP) Test Stratejisi

FT testinde 4-2 dB algoritması kullanılırken, FP testinde 3 dB algoritması kullanılır (Şekil 6) (66,68). Bu program başlangıç olarak parasantral bölgede şiddetleri 25 dB olan 4 adet uyarın ile başlar. Bu noktalar hasta tarafından görülemezse, uyarının şiddeti 3 dB lik

adımlarla arttırılır ve ilk görülen uyarının şiddeti eşik değeri olarak kaydedilir. Başlangıç uyarınları görüldüyse ışığın şiddeti 3 dB lik adımlar ile azaltılır ve son görülen uyarının şiddeti eşik değeri olarak kaydedilir. Kaydedilen eşik değeri; ikincil noktalardaki eşik değeri ve diğer noktalardaki eşik değeri tespit etmede kullanılır. Geri kalan noktaların yarısında beklenen eşikten 1 dB daha yüksek diğer yarısında da 2 dB daha düşük uyarın şiddeti gönderilir. Bu noktalardaki uyarınlara hasta tarafından görülürse daha sonraki uyarınlara şiddeti 3 dB lik adımlar şeklinde azaltılır. Son görülen noktadaki değeri eşik şiddeti olarak saptanır. FT testi ile benzer algoritma basamaklarını kullanmasına rağmen test süresi % 40 daha kısadır. FP testinde eşik değeri bir kez test edilir ve basamaklar 4 dB yerine 3 dB lik basamaklar şeklinde atılır. FT testinde eşik değeri 2 defa test edilir ve 4 dB'lik adımlar kullanılır (66,67,68).



**Şekil 6.** BGA da FP ve FT test stratejisi (FP testinde tek basamakta eşik değeri saptanırken, FT testinde iki basamakta eşik değeri saptanır).

### 4.3. Swedish Interactive Thresholding Algorithm (SITA) Test Stratejisi

Bu program olması muhtemel retina eşik değeri değerlerinin sorgulanmasına dayanan, Bayesian istatistik analizi ile oluşturulan bir GA ve bilgisayar programının bütünüdür. Uyarı

şiddetleri SITA standartta 4-2 dB lik aralıklar, SITA fastte 3 dB lik aralıklar şeklindedir (57,67).

#### **4.4. Kısa Dalga Boylu Otomatik Perimetri (Short-Wavelength Automated Perimetry: SWAP; Mavi- Sarı Perimetri)**

SWAP testinde kısa dalga boylu konlar değerlendirilir. Testte 1,8° büyüklüğünde 440 nm dalga boyuna sahip mavi ışık uyaran olarak kullanılır. Orta (yeşil) ve uzun (kırmızı) dalga boyuna hassas konların izole edilmesi için de parlak sarı (530 nm) zemin kullanılır. Uyarı önce mavi kon bipolar hücrelerine, oradan da küçük bistratifeye retina ganglion hücrelerine gider (57,60,70).

## **5. HUMPHREY BGA CİHAZININ TEKNİK ÖZELLİKLERİ**

**Model :** Humphrey Field Analyzer II Model 750 (Şekil 7)

**Yapımcı Firma :** Humphrey Instruments, 3081 Teagarden Street San Leandro, CA, USA.

**GA Yarımküresi Tipi ve Büyüklüğü :** Küre tipi, 33 cm

**Zemin Aydınlığı ve Kontrolü :** 31,5 asb; otomatik

**Test Noktalarının Dağılımı :** Rastgele

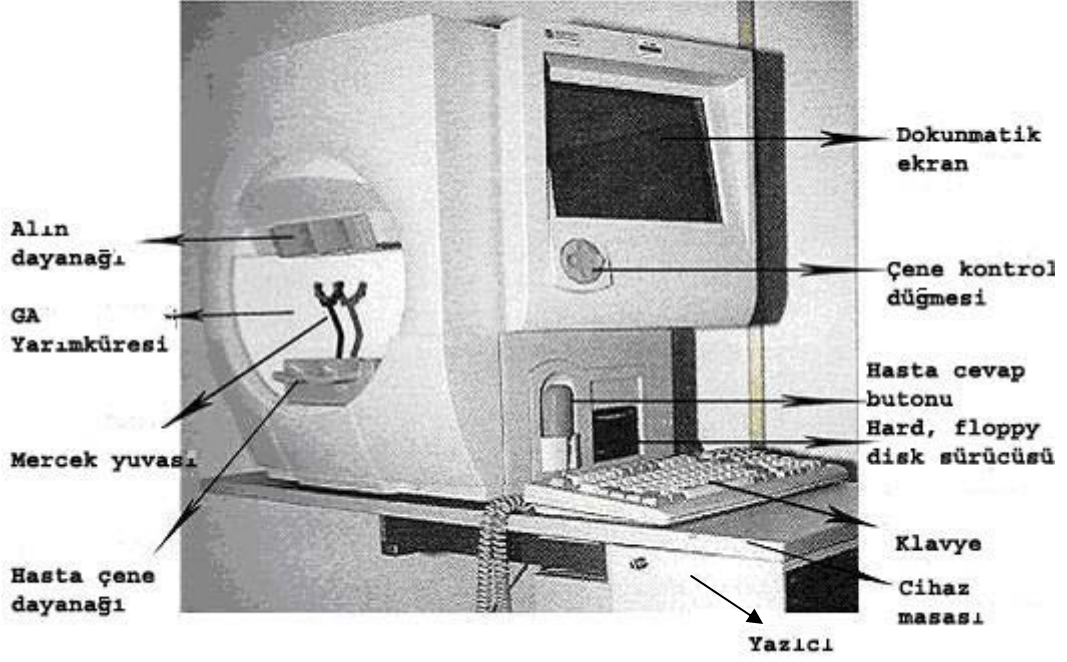
**Uyaranın Tipi :** Projeksiyon

**Uyaran Çapları :** Goldmann uyaran çapları I, II, III, IV ve V

**Uyaranın sayısı, aralığı, süresi ve şiddeti :** Seçilen programa bağlı olarak uyaran sayısı değişir; süresi 0,2 sn ve şiddeti 0,08 ile 10,000 asb arasında değişir.

**Fiksasyon kontrolü:** Video kontrolü, Heijl-Krakau tekniği

**Veri analizi:** İstatistiksel analizde STATPAC II programı kullanılmaktadır.



Şekil 7. HFA II model 750 BGA cihazı ve kısımları

## 6. GA VERİLERİNİN ANALİZİ

BGA ile günümüzde hem tarama hem de eşik muayenesi yapılabilmektedir. Eşik muayenesinde genellikle merkezi  $10^{\circ}$ - $60^{\circ}$  ve nazal basamak bölgesi test edilir (3,70). BGA analizinde STATPAC istatistiksel analiz programı kullanılır (53,71). STATPAC istatistiksel analiz programında;

- 1- Tek alan analizi (Single field analyse)
- 2- Genel bakış (Over View)
- 3- Değişim analizi (Change analyse) programları bulunur (72).

## 6.1. GA Test Çıktısı

Bu programa göre otomatik GA çıktısında hasta bilgileri, güvenilirlik kriterleri, test şartları, test noktalarının duyarlılığı gibi bilgiler yer alır (Şekil 8). Hastanın adı ve soyadı, doğum tarihi, test tarihi, pupilla çapı, test stratejisi, test edilen göz ve yakın tashih bilgileri GA çıktısının en üst bölümünde bulunur. Testin güvenilirliğini sorgulayan fiksasyon kaybı, yalancı negatif ve pozitif hata sayıları, test süresi, fiksasyon hedefi ve şekli çıktının sol üst köşesinde yer alır. Bu değerler güvenilirlik kriterlerindeki tolerans değerleridir. Test noktalarının duyarlılığı ve eşik değerleri sol taraftaki haritada nümerik değerlerle, sağ taraftaki haritada ise gri skala şeklinde gösterilmektedir. Gri skalada her 5 dB'lik eşik değer farklılıkları farklı şiddet sembolleri ile gösterilir. Absolü skotom tamamen siyah sembol olarak retina duyarlılığı arttıkça da semboller gri renk olarak gösterilir (73). Sayfanın alt yarısında total ve pattern deviasyon haritaları bulunur. Üstteki total ve pattern deviasyon haritalarında hastanın sonuçları ile yaşa göre düzeltilmiş eşik değerler arasındaki farklar dB cinsinden nümerik değerler olarak verilir. Altta yer alan total ve pattern deviasyon haritalarında farklar semboller ve hastadan elde edilen test noktalarının retinal hassasiyeti ile toplumdaki normal bireylerden elde edilen veriler kıyaslanarak farklar istatistiksel olarak yüzdelik dilim içinde belirtilir. Retinal duyarlılığın en düşük ( $< \% 0,5$ ) olduğu test noktası haritada siyah (■) sembol olarak gösterilir. Duyarlılık arttıkça renk siyahtan griye doğru değişir. Siyah sembol hastanın o test noktasındaki retinal hassasiyetinin toplumdaki bireylerin  $\% 0,5$  inden daha azında saptanan değer olduğunu ifade eder. Sembollerden (\*\*)  $< \% 1$ , (\*\*)  $< \% 2$ , (\*\*)  $< \% 5$  inden daha azında izlendiğini belirtir. Üstte yer alan pattern deviasyon haritasında GA da genel depresyon yapan etkenlerin (katarakt, korneal opasiteler, küçük pupilla vb.) neden olduğu retinal duyarlılık değişiklikleri düzeltilerek aradaki farklar üstteki haritada nümerik değerler, alttaki haritada ise renk skalası olarak semboller şeklinde ifade edilir (56,71).

SINGLE FIELD ANALYSIS

EYE: RIGHT

A NAME: ID: DOB:

CENTRAL 30-2 THRESHOLD TEST

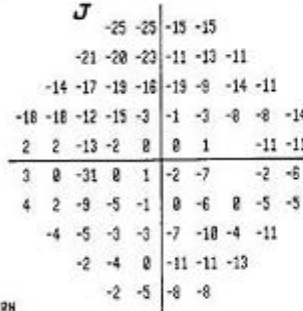
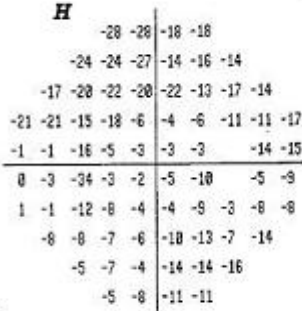
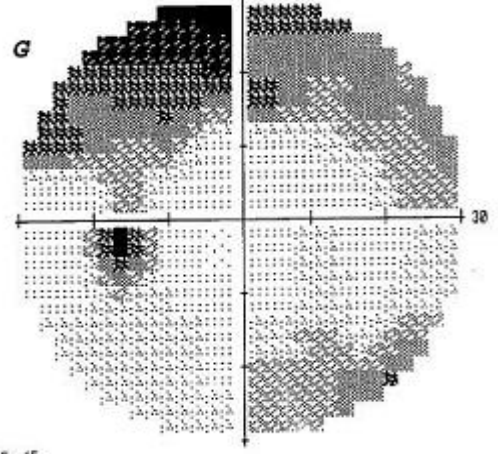
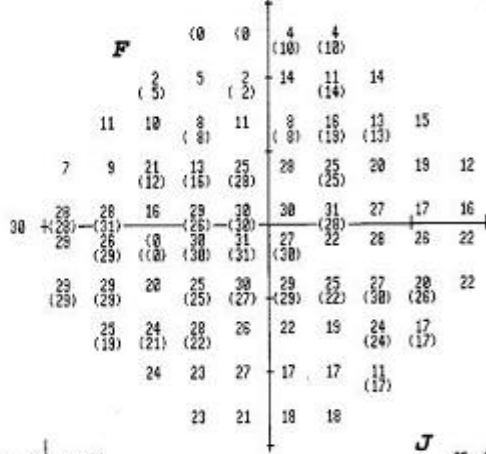
B FIXATION MONITOR: OFF  
 FIXATION TARGET: CENTRAL  
 FIXATION LOSSES: 0/0  
 FALSE POS ERRORS: 0/12  
 FALSE NEG ERRORS: 1/13  
 TEST DURATION: 12:41

C STIMULUS: III, WHITE  
 BACKGROUND: 31.5 ASB  
 STRATEGY: FASTPAC

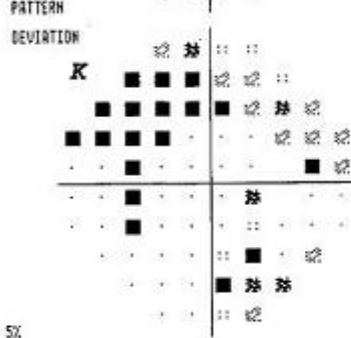
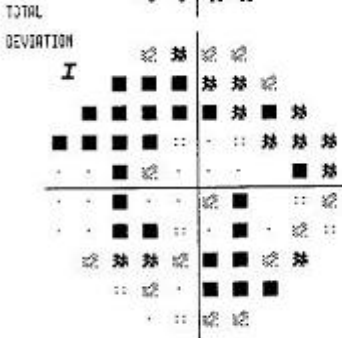
D PUPIL DIAMETER:  
 VISUAL ACUITY:  
 RX: DS DC X

E DATE: 27-08-2007  
 TIME: 09:10  
 AGE:

FA: OFF



L  
 MD -10.27 DB P < 0.5%  
 PSD 9.45 DB P < 0.5%  
 SF 1.51 DB  
 CPSD 8.27 DB P < 0.5%



M  
 ○ < 5%  
 ◌ < 2%  
 ⊗ < 1%  
 ■ < 0.5%

Şekil 8.GA Fastpac Testi Çıktısı

Tek alan analizi programı ile alınan GA çıktısında sayfanın en üstünde hastanın adı-soyadı doğum tarihi (A) yer alır. Hasta adı ve soyadının altında testin güvenilirlik kriterleri ve test süresi (B) bulunur. Aynı sırada uyarının büyüklüğü,



zemin aydınlatması, test türü (C), pupilla çapı (D), testin yapıldığı tarih, saat ve hastanın yaşı (E) bilgileri yer alır. Sayfanın ortasında, ilk haritada test noktalarının hassasiyeti nümerik formatta (F), onun yanındaki haritada ise gri skala formatında (G) sunulur. Sayfanın alt yarısının solunda total deviasyon haritaları (H,I) bulunur. Üstteki haritada (H) hastanın test sonuçlarıyla yaşa göre düzeltilmiş değerler dB cinsinden nümerik formatta verilir. Alttaki haritada (I) gri skala olarak sunulur. Sayfanın sağ alt yarısında pattern deviasyon haritaları (J,K) bulunur. Üstteki haritada (J) GA da genel depresyon yapan (katarakt, küçük pupilla çapı, optik kesafet vb.) nedenler düzeltildikten sonra farklar dB cinsinde nümerik formatta, alttaki haritada (K) ise değerler gri skala olarak gösterilir. Karanlık semboller beklenen eşik değerden belirgin olarak sapma olduğunu belirtir. Sayfanın sağında total ve pattern deviasyon haritalarının yanında global indeks değerleri yer alır (L). Sayfanın en altında, I ve K haritalarında yer alan sembollerin istatistiksel olarak yüzdeleri verilir (M).

Total deviasyon haritasında ■ , ✖ , ⚡ , :: sembollerinin çok sayıda olması GA da jeneralize kaybı, sembollerin az sayıda olması lokalize kaybı düşündürür (57). Total ve pattern deviasyon haritalarının yorumu Tablo 1 de özetlenmiştir.

**Tablo 1.**Total ve pattern deviasyon haritalarının yorumu

| TOTAL DEVIASYON   | PATTERN DEVIASYON | YORUM                             |
|-------------------|-------------------|-----------------------------------|
| Sembol yok        | Sembol yok        | Normal                            |
| Çok sayıda sembol | Sembol yok        | Jeneralize kayıp                  |
| Az sayıda sembol  | Çok sayıda sembol | Lokalize kayıp                    |
| Çok sayıda sembol | Az sayıda sembol  | Lokalize/Jeneralize kayıp beraber |

## 6.2. Global İndeksler

GA çıktısı yorumlanırken hasta güvenilirliği, defektin glokomatöz olup olmadığı, hastanın refraksiyon kusuru, GA muayenesi deneyimi gibi durumlar dikkate alınır (71).

### - Ortalama Sapma (Mean Deviation; MD)

MD değeri hastanın yaşı için normal kabul edilen GA ölçüm değerleri ile hastadan elde edilen ölçümler karşılaştırılarak hesaplanır (3,57). GA hasarının büyüklüğü hakkında bilgi verir ve RSLT deki yaygın hasarlara işaret eden bir parametredir (57,74,75). Hastanın

değerleri toplumda o yaş grubuna ait referans aralığın dışında ise MD değerinin yanında p değeri verilir. Bu değer, % 5 in altında ise normal dışı değer olarak kabul edilir. Örneğin,  $p < \%1$  olması hastanın test değerlerinin toplumda o yaş grubunda bulunan bireylerin % 1 lik diliminde yer aldığını gösterir (57,71).

**- Pattern Standart Sapma (Pattern Standard Deviation; PSD)**

PSD değeri hastanın görme tepesi yüzeyinin düzensizliğini gösterir (3,57). Düşük PSD değeri tepenin düzenli, yüksek PSD değeri ise düzensiz olduğunu gösterir. PSD değeri referans aralıklar dışında ise parantez içinde p değerini verir. p değerinin % 5'in altında olması anormal olarak kabul edilir (57,71). PSD değeri tek başına GA nın lokalize kayıplarını gösterir. MD değeri ile beraber PSD değerinin normal dışı olması jeneralize ve lokalize kaybın beraber olduğunu gösterir (57,75).

**- Düzeltilmiş Pattern Standart Sapma (Corrected Pattern Standard Deviation; CPSD)**

Görme tepesi hastanın yaşı ile orantılı olarak farklılıklar gösterir. Test esnasında görme tepesindeki değişiklikler ölçülerek hastanın yaş grubu ile karşılaştırılır (72,73). İki değer arasındaki fark bize düzeltilmiş görme tepesi değerlerinden ne kadar sapma olduğunu gösterir. Toplumdaki normal bireylerin % 5 inde saptanandan daha düşük bir değerse parantez içinde p değerini verir.  $p < \% 5$  normal dışı değer olarak kabul edilir. CPSD değerinin normal dışı olması GA da lokalize kayıp olduğunu düşündürür (3,81,82). BGA da elde edilen MD ve CPSD değerlerinin yorumu Tablo 2 de özetlenmiştir.

**Tablo 2.**BGA da MD ve CPSD değerlerinin yorumu

| <b>MD</b>           | <b>CPSD</b>            | <b>YORUM</b>              |
|---------------------|------------------------|---------------------------|
| Normal (MD>%5)      | Normal (CPSD >%5)      | Normal                    |
| Normal Dışı (MD<%5) | Normal (CPSD >%5)      | Jeneralize Kayıp          |
| Normal (MD>%5)      | Normal Dışı (CPSD <%5) | Lokalize Kayıp            |
| Normal Dışı (MD<%5) | Normal Dışı (CPSD <%5) | Jeneralize+Lokalize Kayıp |

#### **- p Değeri**

Global indeksler, normal değerlerin dışında ise bu değerlerin yanında p değeri verilir. p değeri normal popülasyondaki bireylerin yüzde kaçının testte elde edilen değerlere sahip olduğunu ifade eder (57).

#### **6.3. Glokom Yarı Alan Testi (Glaucoma Hemifield Test; GHT)**

GHT, GA test çıktısında sayfanın sağ üst yarısında yer alan test noktalarının retinal duyarlılık değerlerini gri skala olarak belirten haritanın altında, global indeks parametrelerinin üstünde yer alır. Alt ve üst GA yarılarında elde edilen eşik değerler karşılaştırılarak 6 adet sonuç şeklinde yorumcuya bildirir (3,57).

- Normal limitler arasında : Alt ve üst GA yarıları arasında belirgin fark olmadığını, verilerin % 99,5 referans aralığında (normal sınırlar içinde) yer aldığını ifade eder.

- Normal limitlerin dışında : Üst ve alt GA yarılarında elde edilen değerlerin normal nüfusun % 99 unda beklenen değerlerin dışında olduğunu ifade eder.

- Sınırdaki değerler : Eşik değeri farklılıkları normal popülasyonun % 97 sinde beklenen değerlerden daha büyük saptanmıştır.

- Duyarlılıkta yaygın azalma : Retinal duyarlılığın en az izlendiği GA bölgesinde eşik değerler normal sınırların % 99,5 inden daha az olarak izlenmektedir. Ancak alt ve üst GA yarılarında belirgin bir fark yoktur.

- Anormal yüksek duyarlılık : Test noktalarında retinal duyarlılık, normal popülasyonun % 99,5 referans aralığının üstünde değerler olarak izlenmektedir. Genellikle yalancı pozitif cevaplar ve testteki artefaktları ifade eder.

- Sınırdaki-duyarlılıkta yaygın azalma : Retinal duyarlılıkta anlamlı azalma, üst ve alt yarı GA lar arasında orta düzeyde farklılıklar izlendiğini ifade eder (57).

Tekrarlanan GHT de anormal sonuçlar elde ediliyorsa GA daki defektin glokomatöz olması olasılığı yüksektir.

#### **6.4. GA Testinde Güvenilirlik Kriterleri**

GA yı yorumlarken testin güvenilir olmasına dikkat edilir. GA çıktısında yer alan fiksasyon kayıpları, kısa süreli dalgalanma, yanlış pozitif ve negatif cevaplar güvenilirlik parametreleridir (57,71).

- **Fiksasyon Kaybı (Fixation Loss; FL) :** Hastanın fiksasyon noktasından ne sıklıkta bakışlarını ayırdığını gösterir. Bu değeri Heijl Krakau yöntemi ile hesaplanır (64,71,74). Bu yöntemde testin başlangıcında saptanmış olan kör noktaya cihaz zaman zaman uyarılar göndererek alınan cevapları kaydeder. Göz fiksasyonunu kaybetmişse uyaran retinaya düşeceğinden hasta bu uyarılara cevap verir. Bu ölçümler genellikle testin başlangıcında yoğunlaşır. Böylece fazla zaman kaybı olmadan testin tekrarlanması sağlanır. FL %20 nin üzerinde ise GA çıktısında FL değerinin yanına “XX” sembolü ile cihaz perimetristi uyarır (74,76). FL değerinin yüksek olması durumunda, küçük defektler gözden kaçabilir. Çünkü hasta bütün uyarıları hassas retina bölgeleri ile algılar. Yalancı FL de hastanın baş pozisyonunu değiştirmesi nedeni ile kör noktanın yeri yanlış saptanmıştır (71).

- **Yalancı Pozitif (False Positive) Cevaplar** : Uyarın verilmediği halde hastanın GA cihazının sesine cevap vermesidir. Bu değer % 33 ün üzerinde ise GA çıktısında cihaz “XX” sembolü ile perimetristi uyarır (69,71).

- **Yalancı Negatif (False Negative) Cevaplar** : Hastanın daha önce gördüğü uyarana cevap vermemesidir. Daha önce eşik değeri saptanan bir noktaya eşik değerin 9 dB üzerinde uyarın verildiği halde hastanın bu uyarana cevap vermemesi yalancı negatif cevap olarak kabul edilir (69,71). Bu değer % 33 ün üzerinde ise diğer güvenilirlik kriterlerinde olduğu gibi cihaz “XX” sembolleri ile perimetristi uyarır (69,75).

- **Kısa Süreli Dalgalanmalar (Short Term Fluctuation; SF)** : Test içi sapmaları gösterir. Önceden belirlenen 10 nokta ikinci kez test edilerek test içi sapmalar değerlendirilir ve hastanın test içi tutarlılığı sorgulanır (69,75). Birinci ve ikinci kez alınan değerler arasındaki fark nümerik skalada parantez içinde belirtilir. Normal bir gözde ışık hassasiyet değerinin 1-2 dB sapması olağan kabul edilirken, sapma 2,5-3 dB i aştığında testi yorumlarken bu dikkate alınmalıdır (60,71,75)(Tablo 3). GA da hasar arttıkça SF değeri de artacaktır. SF değeri diğer güvenilirlik kriterleri ile beraber değerlendirilmelidir. Çünkü SF değeri yaş ve fiksasyon kaybından etkilenir. FL normal sınırlarda ise yüksek SF değeri lokalize defektleri işaret eder (71,75).

**Tablo 3.** GA da SF değerlerinin yorumlanması

| SF Değeri         | Yorum      |
|-------------------|------------|
| SF < 1,5 dB       | Mükemmel   |
| 1,5 < SF < 2 dB   | Çok İyi    |
| 2 < SF < 3 dB     | İyi        |
| 3 < SF < 3,5 dB   | Orta       |
| 3,5 < SF < 4,5 dB | Kötü       |
| SF > 4,5 dB       | Güvenilmez |

## 7. FP TESTİNDE GLOKOMATÖZ GA DEĞİŞİKLİKLERİ

### 7.1. GA Kayıplarının Sınıflandırılması

GA daki değişiklikler anatomik olarak sinir lifleri demetlerinin izlediği yollarla bağlantılıdır. GA da en erken kayıp % 40-% 50 ye yakın RSL kaybı oluştuktan sonra saptanır (17,55). Glokomatöz GA defektleri diffüz ve lokalize kayıplar olarak sınıflandırılır (71).

- **Diffüz Kayıplar** : Aksonların yaygın kaybına bağlıdır. FP testinde kör nokta genişlemesi ve hastanın gece görmesinin bozulması GA kayıplarının erken bulgu ve semptomlarıdır. Fakat bu bulgular glokomatöz hasara spesifik değildirler (71).

- **Lokalize Kayıplar** : Bu tür defektler bitişik bir grup aksonun hasar görmesine bağlıdır ve skotom olarak adlandırılır. Lokalize kayıplar, yaygın kayıplardan daha kolay tanınırlar (71).

**7.1.1. Diffüz Depresyon** : Glokomun erken fakat spesifik olmayan bulgularındandır. Yaşlanma, miyozis ve katarakt gibi görme netliğini etkileyecek durumların hepsinde bu bulguya rastlanır (27,60,71). Tek taraflı yüksek C/D oranı ve GİB yüksekliği olan olgularda tanıya yardımcıdır. GA da diffüz kayıp ile MD değeri arasında doğru orantı saptanmıştır (57,60,71).

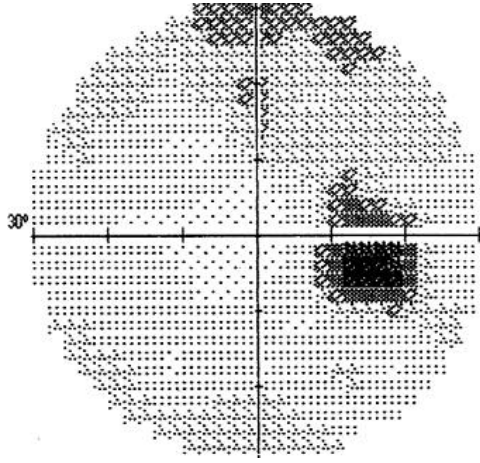
**7.1.2. Düzensiz GA** : GA da görülmesi beklenen o yaş grubuna ait tek düzelik bozularak birbirine yakın noktalarda saptanan eşik değerlerde farklılıklar gözlenir. FP GA testinde bu farklılıklar PSD değerinde artış olarak görülür (27,60,71).

**7.1.3. Nazal Basamak ve Depresyon** : Bu bölge nazal tarafta, horizontal raphenin üst ve altında 25° içinde yer alır. Glokomun erken döneminde etkilenir ve son devreye kadar devam eder (57). FP GA testi çıktısında kör noktanın nazalinde, horizontal raphenin altında veya üstünde yan yana en az 2 defekt nazal basamak ve depresyon olarak adlandırılır (27,71).

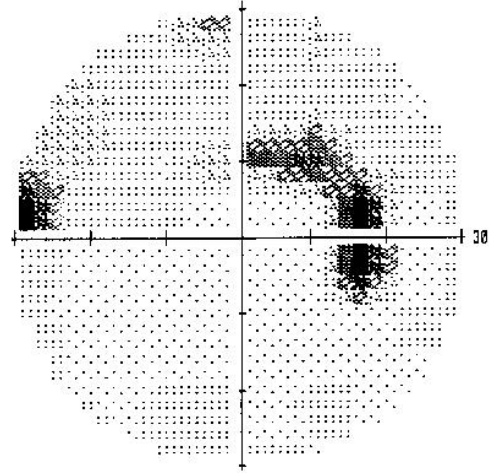
**7.1.4. Temporal Basamak ve Depresyon** : Bu bulgu genellikle glokomun ilerlemiş dönemlerinde izlenir. FP GA testi çıktısında kör noktanın temporalinde horizontal raphenin

altında veya üstünde yan yana en az 6 defekt temporal basamak ve depresyon olarak adlandırılır (60,71).

**7.1.5. Kör Nokta Genişlemesi :** Başlangıçta bu bulgu glokoma spesifik değildir. FP GA test çıktısında genişleme arkuat tarzında, kör noktaya komşu, 2-5 defekt Seidel skotom olarak adlandırılır (18,27,71) (Şekil 9,10).



**Şekil 9.**Kör nokta genişlemesi



**Şekil 10.**Seidel skotomu

**7.1.6. İzole Parasentral Skotom :** FP test çıktısında kör nokta ile birleşmeyen arkuat veya Bjerrum alanındaki skotomlardır. Glokomun erken bulgularındandır. Hastalık ilerledikçe skotomlar genişleyerek ve derinleşerek arkuat skotoma dönüşür (27,76).

**7.1.7. Arkuat veya Bjerrum Skotomu :** Bjerrum alanı fiksasyon noktasının 10-20° temporalı, 2-25° nazalinde, fiksasyon noktasının etrafından ark şeklinde dolanarak horizontal raphede sonlanan alandır. FP GA testi çıktısında arkuat veya bjerrum skotom horizontal raphenin altından veya üstünden başlayarak kör nokta ile birleştiği izlenir (26,57)

**7.1.8. Santral ve Temporal GA Adacığ**ı : Glokom ilerledikçe alt ve üst kutuplardaki aksonlar hasarlanır, makülopapiller demet ve nazal lifler sağlam kalır. Son dönem glokomda GA da sadece santral adacık ve ay şeklinde temporal adacık kalır. FP GA testinde bu bulgu makülopapiller demet ve kör noktanın nazalinde birkaç nokta dışında GA nın diğer bölgelerinde absölu skotom olarak izlenir (26,27,71).

## 8. OSB MUAYENE YÖNTEMLERİ

Optik sinirin görüntülenmesini sağlayan yelpazenin bir ucunu en basit yöntem olan oftalmoskopik muayene, diğer ucunu da bilgisayarlı analiz yöntemleri oluşturur. Bütün bunların amacı glokomatöz optik diski normal optik diskten ayırt etmek ve glokomdaki değişiklikleri erken saptayarak, hastalığın progresyonunu gözlemektir.

### 8.1. OSB Bilgisayarlı Analizi

#### a- OSB Analizörleri

Topcon Imagenet, Humphrey Retinal Analizör, Rodenstock Optik Sinir Başu Analizörü, Glaucoma Scope bu amaçla geliştirilmiştir (77).

#### b- Optik Koherens Tomografi (OCT)

850 nm dalga boylu diyod laser ışığı kullanarak, dokuyu kesitsel olarak tarar ve dokunun tabakaları arasındaki optik yansımaları saptayarak, referans verileri ile karşılaştıran yüksek çözünürlüklü bir sistemdir (1,78).

#### c- Retina Kalınlık Analizörü (RTA)

Analiz yapılacak dokuya yarıklı lamba prensibi ile dar bir slit şeklinde 543 nm (He-Ne) laser ışığı düşürülerek retina kalınlığı ölçülür. Bu ölçüm için pupilla dilate olmalıdır (77,78).

#### d- Konfokal Tarayıcı Laser Oftalmoskop Sistemleri

Günümüzde bu prensip ile çalışan iki sistem mevcuttur. Bunlar;

- **Topografik Tarayıcı Sistem (Top SS):** 780 nm dalga boylu laser ışını kullanarak OSB nin 3 boyutlu görüntüsü elde edilir (78).

- **Heidelberg Retina Tomografisi (HRT) :** 670 nm diyod laser kullanarak OSB ve peripapiller retinanın topografik görüntü ve ölçümleri elde edilir (1,78,79).

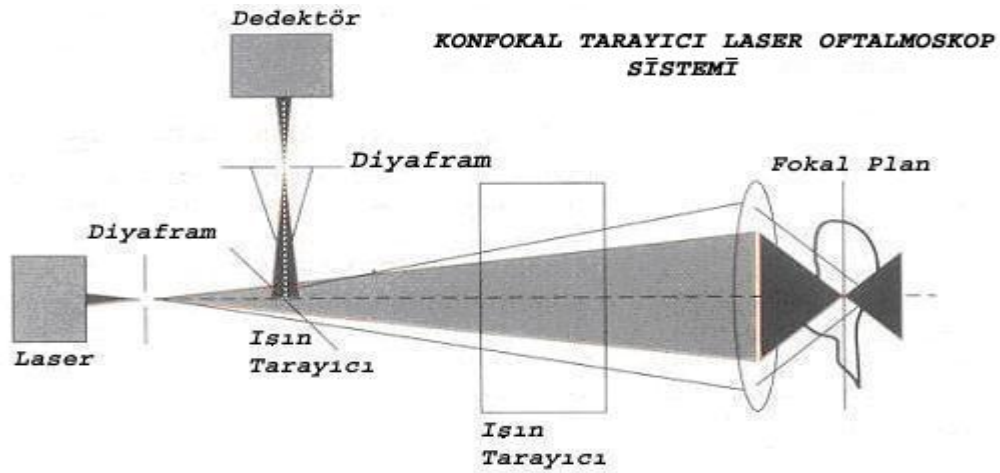


## 9. HEIDELBERG RETİNA TOMOGRAFİSİ (HRT)

İlk olarak 1984 yılında konfokal görüntüleme sistemi optik disk görüntülemesinde kullanıldı. Konfokal tarayıcı laser oftalmoskop optik disk topografik görüntülemesinde ilk olarak ABD’de California ve Almanya Heidelberg’de denendi. 1980 lerin sonlarında konfokal tarayıcı laser oftalmoskop ticari olarak üretilmeye başlandı ve 1991 yılında Heidelberg Retina Tomography (HRT) olarak kliniklerde kullanılmaya başlandı. Kısa zaman içinde bunu HRT II ve HRT III takip etti (80).

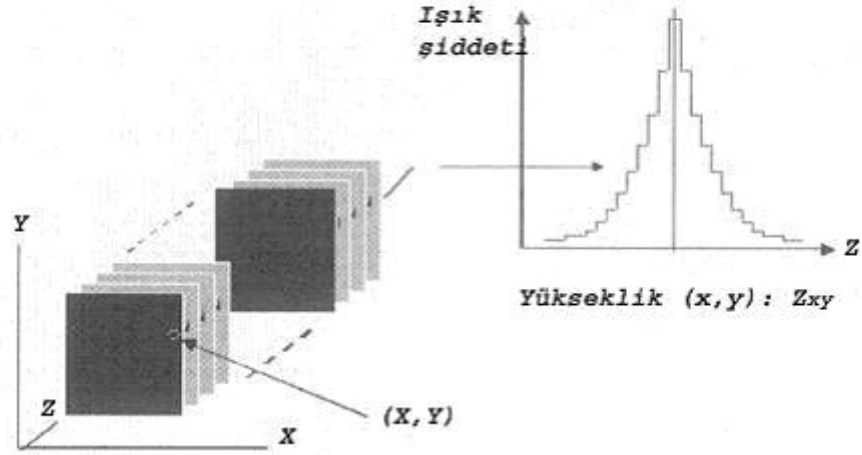
### 9.1. HRT nin Çalışma Prensibi

Optik disk ve retina yüzeyine gönderilen laser ışınının bu dokulardan cihaza geri yansıyan miktarının ölçümüne dayanır. Bu sistemde kullanılan 670 nm dalga boylu diyod laser ışınları hızlı salınımlı ayna yardımıyla diyaframa gönderilir. Diyaframda toplanan ışınlar; ışın tarayıcı tarafından optik disk ve peripapiller retina üzerine yönlendirilir. Dokudan yansıyan ışınlar X-Y tarayıcı sistemi ile Z ekseninde hareket ettirilen ışın tarayıcı tarafından diyaframa yönlendirilir. Diyaframda ışınlar bir odakta toplanarak dedektöre gönderilir. Böylece dağınık olarak yansıyan ışınlar engellenerek görüntü kalitesi artırılır (Şekil 11). Bu sistem ile arka kutbun 2 boyutlu 32 ardışık topografik görüntüsü elde edilir. Bu görüntüler bilgisayar ortamında birbiri üzerine bindirilerek 3 boyutlu görüntü elde edilir (Şekil 12). Böylece dokunun derinlik ve yükseklik ölçümleri yapılır (5,81,82).



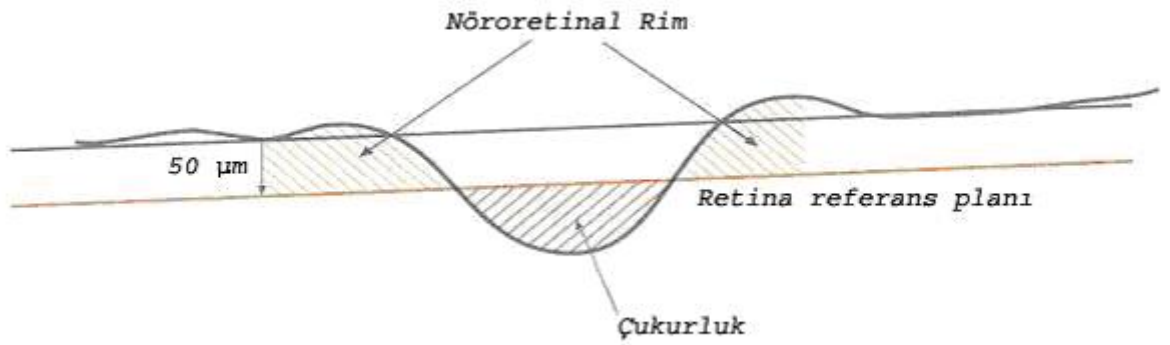
Şekil 11. Konfokal tarayıcı laser oftalmoskopun çalışma prensibi.

## ÜÇ BOYUTLU GÖRÜNTÜ ELDESİ

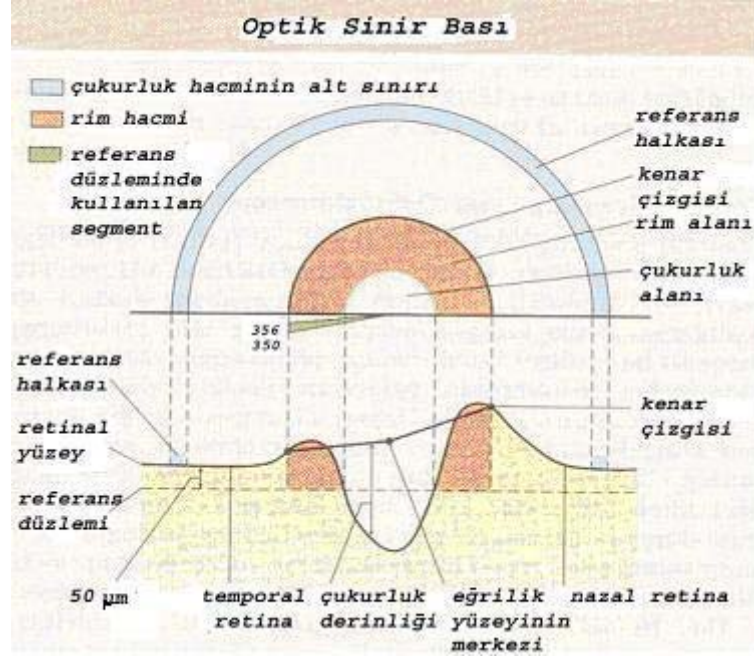


Şekil 12. Konfokal Tarayıcı Laser Oftalmoskop ile 3 boyutlu görüntü elde edilmesi.

OSB ve peripapiller retinanın  $10^\circ$ ,  $15^\circ$  ve  $20^\circ$  lik santral alanı tarar. HRT de çözünürlük  $256 \times 256$  pikseldir. HRT II ve III de çözünürlük kalitesi artırılarak  $384 \times 384$  piksel olarak geliştirilmiştir (5,81). Uzunlamasına ortalama tarama alanı 1 ile 4 mm dir. Doku taraması 1 mm derinliğinde yapıldığı zaman 16 görüntü, 4 mm derinliğinde tarandığında 64 görüntü elde edilir. Her bir noktanın 2 boyutlu görüntüsü 0,025 sn de elde edilmektedir (5). Dokunun 3 boyutlu görüntüsü 7 sn nin altında kısa bir zaman diliminde elde edilir. Topografik görüntülerde derin alanlar aydınlık, yüksek alanlar ise karanlık olarak izlenmektedir (1,5). Görüntülerin elde edilmesinde referans planı kullanılmaktadır (Şekil 13). Referans planı olarak OSB nin alt temporal bölgesine uyan 350 ve 356 dereceler arasındaki retinanın  $50 \mu\text{m}$  derinliğinden geçen hayali bir çizgi kabul edilir (Şekil 13,14)(1,5,15,83).



Şekil 13. HRT retina referans planı (standart referans planı retinal yüzeyin  $50 \mu\text{m}$  altından geçer).



**Şekil 14.**Konfokal Tarayıcı Laser Oftalmoskop ile OSB nin topografik enine kesiti.

HRT III ile HRT II arasında çalışma prensibi olarak fark yoktur. HRT III de hastaların verileri değerlendirilirken kullanılan referans aralıkları 3 ırka ait (Kafkas, Asya ve Afrika) normal bireyler dikkate alınarak saptanmıştır. Testin başında hastaya ait veriler dökümanite edilirken hastanın hangi ırka ait olduğu belirtilir (Şekil 15). Böylece hastanın verileri değerlendirilirken ait olduğu ırkın referans aralıkları ile karşılaştırılır. Bölgemizde Kafkas ırkına ait referans aralıkları kullanılmıştır. Olgular Kafkas ırkına ait olacak şekilde belirtilmiştir. Ayrıca topografik değişim analizi ve stereometrik parametre analizi menüleri eklenmiştir (84).

Patient Data

Patient - DB - ID: 10

Last: Musteman

First: Peter

Title:

Date of birth: 01.01.1941

Sex:  Female  Male

Patient-ID: Import

Ancestry: Caucasian  
Caucasian  
African origin  
Indian

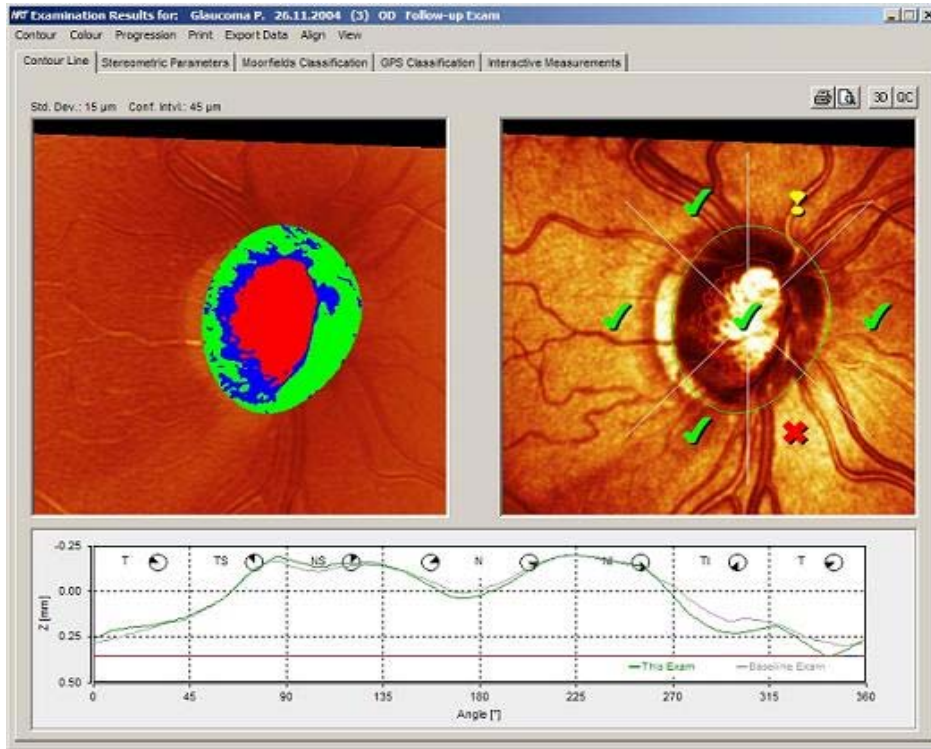
OK Cancel Apply

Şekil 15.HRT de hastaya ait verilerin girilmesi.

## 9.2. HRT de Görüntülerin Elde Edilmesi

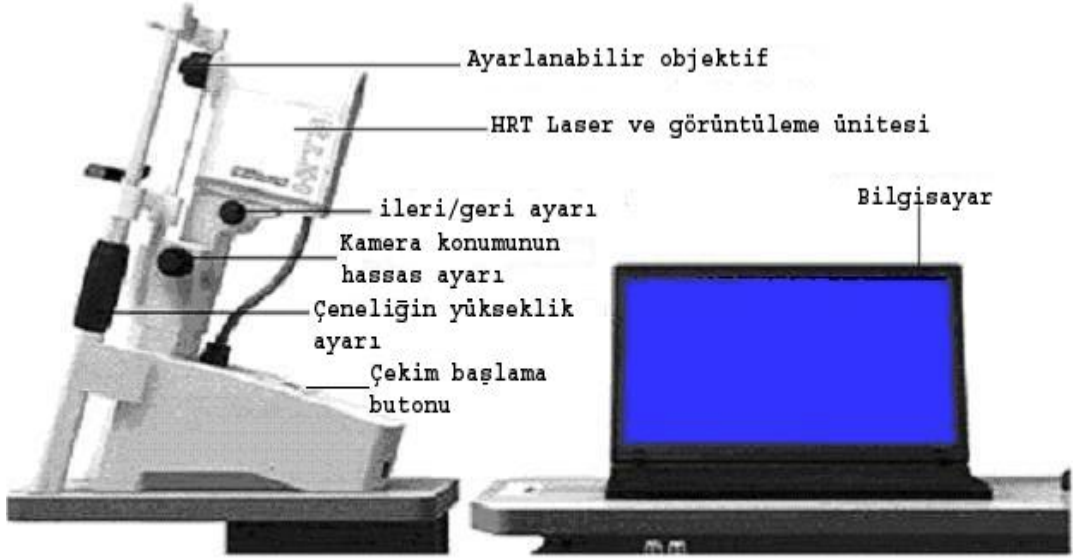
Yüksek kalitede görüntülerin elde edilmesi için hastanın fiksasyonu, pupilla çapı ve ortamın şeffaflığı önemlidir. Pupilla çapının 3-4 mm olması kaliteli bir görüntü için yeterlidir. Lens opasitelerinde pupilla dilatasyonu görüntülerin kalitesini artırır. Aynı zamanda hastalardaki kornea bulanıklığı, katarakt ve göz yaşı tabakasının yetersizliği görüntünün kalitesini bozar. Çekim esnasında kamera kirpiklere temas etmemeli ve 10 mm uzakta olmalıdır (85,86). Çekim yapılırken hasta gözünü kapatmamalı ve fiksasyonunu kaybetmemelidir. Elde edilen görüntüler önce bilgisayar tarafından standart deviasyon göz önüne alınarak değerlendirilir. Standart deviasyon 20  $\mu$ m altında ise görüntü kalitesi yüksek, 20 ile 30  $\mu$ m arasında görüntü kalitesi iyi, 30 ile 40  $\mu$ m arasında ise görüntü kalitesi kabul edilebilir olarak değerlendirilir. Standart deviasyon 40  $\mu$ m üstünde ise görüntü kalitesinin düşük olduğu hususunda cihaz kullanıcıyı uyarır. Optik diskin Moorfields analizi ve stereometrik ölçümlerinin yapılabilmesi için disk sınırı kullanıcı tarafından 4 veya 6 nokta ile işaretlenmelidir (85). Disk sınırları belirlenirken disk 6 kadrana ayrılır. Kadranlar ekranda

grafinin altında görüntülenir. Bu kadrantlar sırasıyla temporal, üst temporal, üst nazal, nazal, alt nazal ve alt temporal dir. Normal NRR görüntüsü çift hörgüç şeklindedir. Çift hörgüç yapısı üst temporal, üst nazal, alt nazal ve alt temporal kadrantlarında NRR nin daha kalın olmasından kaynaklanır. Grafikte referans çizgisi kırmızı, ölçümlerimizle elde ettiğimiz çizgi ise yeşil renk ile kodlanır (Şekil 16) (1,85).



Şekil 16.HRT de NRR kadrantları ve çift hörgüç yapısı.

## 10. HRT III CİHAZININ TEKNİK ÖZELLİKLERİ



Şekil 17. HRT III cihazı

Işık Kaynağı : Diyod laser, 670 nm dalga boyu, 200  $\mu$ w azami çıkış gücü,

Laser Sınıfı : Sınıf 1

Görüş Açısı : Horizontal  $15^\circ \times 15^\circ$  ; vertikal 1-4 mm.

Odak Ayarı : (-12)/(+12) diyoptri arasında.

Dijital Görüntü Çözünürlüğü : 2 boyutlu görüntü : 384 x 384 piksel

3 boyutlu görüntü : - En Düşük 384 x 384 x 16 Piksel

- En Yüksek 384 x 384 x 64 Piksel

Optik Çözünürlük : Enine 10  $\mu$ m, boyuna 300  $\mu$ m.

Dijital Çözünürlük : Enine 10  $\mu$ m/piksel, boyuna 62  $\mu$ m/piksel.

Görüntü Kayıt Süresi : 2 boyutlu görüntü için 0,024 sn, 3 boyutlu görüntü için (2 mm derinliğinde) 1 sn.

## 10.1. HRT Verilerinin Analizi ve GA ile ilişkilendirilmesi

Glokomda yapısal ve fonksiyonel hasarın lokalizasyonu birbiriyle bağlantılıdır. Yapısal hasar fonksiyonel hasardan önce oluşur. Optik diskin alt yarısında NRR deki kayıplar üst yarı; üst yarısında NRR deki kayıplar ise alt yarıdaki GA ile bağlantılıdır. Nazal GA hasarlarına orta hattı geçmeyen, horizontal meridyene kadar olan GA kayıpları eşlik eder. Üst temporal bölgedeki rim incelmeleri vertikal meridyenin alt kısmını temsil eder. Santral ve parasantral alandaki rim incelmeleri orta hattın temporal bölgesini ilgilendirir. Periferik alan defektleri ise daha çok alt ve üst nazal bölgedeki rim incelmesinin işaretidir (30,87,88). Topografik görüntüler HRT çıktısında grafikler, şekiller ve sembollerle sunulur. Görüntüler stereometrik analiz, MRA ve sıralı segment dağılım eğrileri ile değerlendirilir (85).

### 10.1.1. Stereometrik Analiz Verileri

Bu analiz yöntemi ile optik diskin büyüklük, alan ve hacim ölçümleri yapılır. Stereometrik analiz ile disk alanı (DA), çukurluk alanı (CA), rim alanı (RA), çukurluk hacmi (CV), rim hacmi (RV), çukurluk/disk alan oranı (CDAR), çukurluk/disk oranı (LCDR), ortalama çukurluk derinliği (MACD), maksimum çukurluk derinliği (MCD), çukurluk biçim ölçümü (CSM), kontür hattının yükseklik değişkenliği (HVC), ortalama retina sinir lifi tabakası kalınlığı (MRNFLT), retina sinir lifi tabakası kesit alanı (RNFLCSA), referans yüksekliği ve standart deviasyon değerleri tablo olarak sunulur (Tablo 4). Bu ölçümler arasında glokomatöz hasarın saptanmasında CSM, RA, RV, MRNFLT, HVC parametreleri daha önemlidir ve HRT çıktısında bu parametreler siyah renkte belirtilir. DA bireyler arasında anatomik varyasyonlar gösterir. DA'nın normalden geniş olması görüntüleri yorumlayan oftalmologa RA, RV, CA ve CV parametrelerinin de normalden daha üst değerlerde olacağı hakkında ipucu verir. CA ve CV'nin geniş olması GA da erken parasantral skotom olarak izlenir. CDAR ve LCDR parametreleri NRR ve CV hakkında bilgi verir. Bu değerlerin normalden daha yüksek olması akson kaybının olduğunu, NRR'nin incelendiğini, optik diskte çanaklaşmanın arttığını ifade eder. Glokomda RGH ve aksonlardaki dejenerasyon ile birlikte optik diskte çukurluk yüzey alanında artış izlendiği gibi çukurluk derinliğinde artış gözlenir. Çukurluğun derinliği hakkında bilgi veren MACD ve MCD değerlerinin artması RGH ve aksonlarında dejenerasyonun olduğunu ifade eder. MACD ve MCD parametrelerinin artması GA da dejenerasyona uyan kadranda arkuat skotom olarak izlenir. MRNFLT ve RNFLCSA parametrelerinde azalma RGH ve aksonlarda atrofi geliştiğini düşündürür.

Azalma hangi retinal kadranda geliştirse GA da o bölgeye uyan anatomik alanda arkuat skotom olarak izlenir. Stereometrik analiz verilerinin en altında görüntülerin kalitesi hakkında bilgi veren standart deviasyon değeri bulunur. Standart deviasyon 10  $\mu\text{m}$  altında ise görüntü mükemmel, 11-20 arasında ise çok iyi, 21-30 arası ise iyi, 31-40 kabul edilebilir düzeyde, 41-50 arasında ise görüntü kalitesi düşük, 50 nin üstünde ise çok düşük olduğunu belirtir (83,85,89).

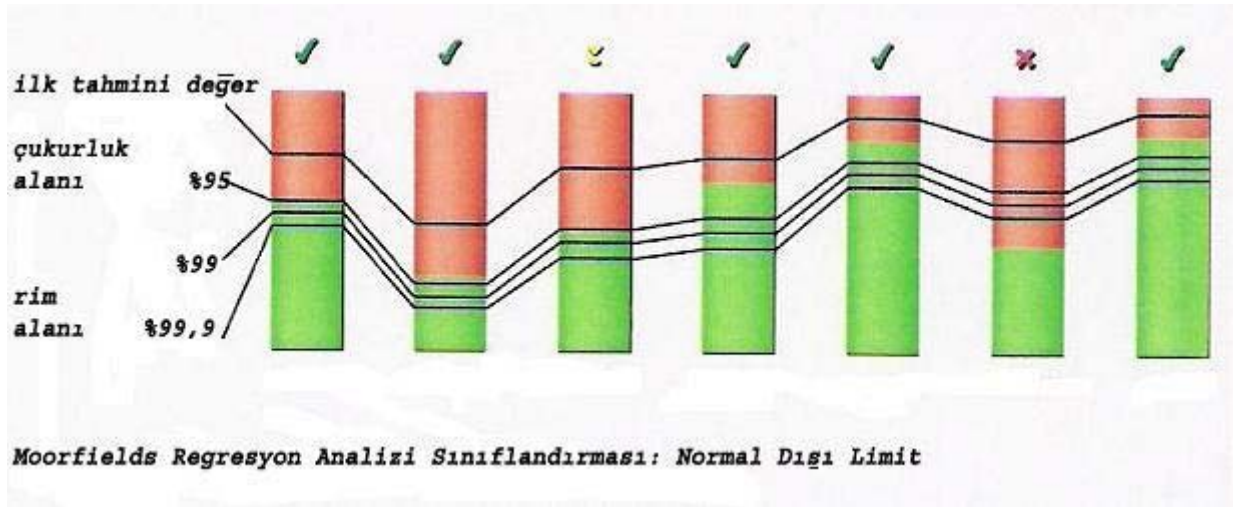
**Tablo 4.**HRT de stereometrik analiz verileri

| <b>Stereometrik Analiz Verileri</b>          | <b>Normal Sınırlar</b>    |
|--|---------------------------|
| Disk Alanı (DA)                              | 1,63-2,43 mm <sup>2</sup> |
| Çukurluk Alanı (CA)                          | 0,11-0,68 mm <sup>2</sup> |
| Rim Alanı (RA)                               | 1,31-1,96 mm <sup>2</sup> |
| Çukurluk Hacmi (CV)                          | 0,00-0,18 mm <sup>2</sup> |
| Rim Hacmi (RV)                               | 0,30-0,61 mm <sup>2</sup> |
| Çukurluk/Disk Alanı Oranı (CDAR)             | 0,07-0,30 mm <sup>2</sup> |
| Çukurluk/Disk Oranı (LCDR)                   | 0,27-0,55 mm <sup>2</sup> |
| Ortalama Çukurluk Derinliği (MCD)            | 0,10-0,27 mm <sup>2</sup> |
| Maksimum Çukurluk Derinliği (MACD)           | 0,32-0,76 mm <sup>2</sup> |
| Çukurluk Şekli (CSM)                         | -0,28- -0,15              |
| Kontür Hattının Yükseklik Değişkenliği (HVC) | 0,31-0,49 mm <sup>2</sup> |
| Ortalama RSLT Kalınlığı (MRNFLT)             | 0,20-0,32 mm <sup>2</sup> |
| RSLT Kesitsel Alanı (RNFLCSA)                | 0,99-1,66 mm <sup>2</sup> |
| Referans Yüksekliği                          |                           |
| Topografik Standart Deviasyon                |                           |



### 10.1.2. Moorfields Regresyon Analizi (MRA) Verileri

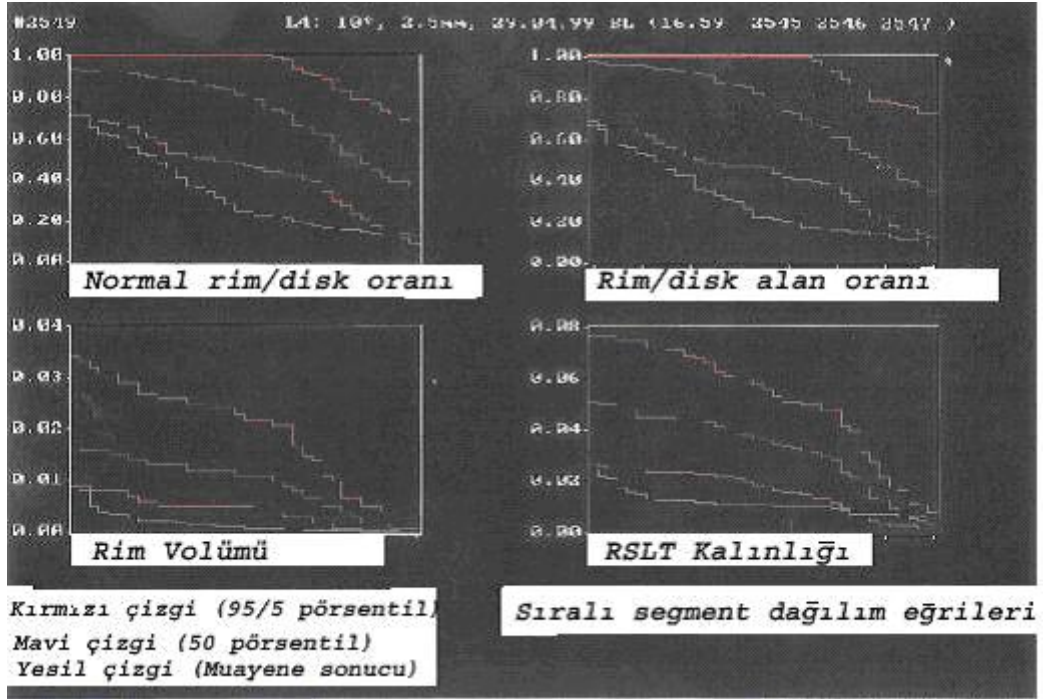
MRA da hastadan elde edilen veriler 112 normal ve 77 erken glokomlu göz ile yapılmış çalışma verileri ile karşılaştırılarak sunulmaktadır. Değerler tablo halinde ve sembollerle normal, sınırda ve glokomlu ayrımı yapılarak sunulur. HRT III de ise referans alınan veriler beyaz ırka ait 733, siyah ırka ait 215 gözden elde edilen veriler ile normal sınırlar belirlenmiştir. Hasta verileri cihaza yüklenirken hastanın ait olduğu ırk belirtilir (90). Tabloda kırmızı alan çukurluğu, yeşil alan ise NRR yi temsil eder. Optik disk 6 segmente ayrılır. Tabloda 7 segment bulunur. Soldan sağa doğru; ilk segment diskin bütünü değerlendirir. Sırasıyla diğer segmentler temporal, üst temporal, alt temporal, nazal, üst nazal ve alt nazal bölgeleri temsil eder. İlk horizontal çizgi normal bireylerin % 99,9 unda, 2. çizgi % 99 unda, 3. çizgi % 95 inde saptanan değerdir. Dördüncü çizgi normal bireylerin % 50 sinde saptanan ve glokomda ilk tahmini değer olarak kabul edilen seviyeyi gösterir (78,91) (Şekil 18). Referans aralıklarını belirleyen normal verilerin az olması (beyaz ırka ait 733 göz, siyah ırka ait 215 göz), disk konturuna bağlı değişikliklerin ve referans aralıklarının hastanın yaşının dikkate alınmadan belirlenmesi gibi dezavantajları vardır.



Şekil 18. Moorfields Regresyon Analizi verileri

### 10.1.3. Sıralı Segment Dağılım Eğrileri

Optik disk ve santral 10° lik peripapiller alan 36 eşit segmente ayrılır ve her segmentteki stereometrik parametreler büyükten küçüğe doğru sıralanır. İki kırmızı çizgi normal referans aralıkları olarak kabul edilen % 5 ve % 95 sınır aralıklarını gösterir. Mavi çizgi normal referans aralıkları içinde yer alan % 50 değeri ve yeşil çizgi yapılan muayeneye ait değerleri tablo şeklinde sunar (Şekil 19)(77).



Şekil 19.Sıralı Segment Dağılım Eğrileri (İki kırmızı çizgi %5-%95 referans aralığını, mavi çizgi % 50 referans aralığını, yeşil çizgi ise muayene sonucunda elde edilen değerleri gösterir.)

## 11. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmaya Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı'nda PAAG tanısı ile takip edilen 93 olgu ve sağlıklı 17 olgu dahil edildi. Çalışmaya dahil olan olguların bir gözleri çalışma kapsamına alındı.

PAAG li olguların yaş ve cinsiyet dağılımları Tablo 5 de gösterilmiştir.

**Tablo 5.**PAAG Grubu yaş ve cinsiyet dağılımı

| <b>Cinsiyet</b> | <b>Hasta Sayısı</b> | <b>Ortalama Yaş</b> | <b>Oran (%)</b> |
|-----------------|---------------------|---------------------|-----------------|
| <b>Kadın</b>    | 50                  | 51,50 ± 7,04        | 53,80           |
| <b>Erkek</b>    | 43                  | 53,00 ± 7,75        | 46,20           |
| <b>Toplam</b>   | 93                  | 52,00 ± 7,34        | 100             |

PAAG li olguların yaşları 40 ile 67 arasında, kontrol grubu olgularının (Grup 0) yaşları 44 ile 64 arasında değişmekteydi. Kontrol grubu olguların yaş ve cinsiyet dağılımları Tablo 6 da gösterilmiştir. Grupların yaşları arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark saptanmadı ( $p < 0,05$ ).

**Tablo 6.**Kontrol Grubu yaş ve cinsiyet dağılımı

| <b>Cinsiyet</b> | <b>Hasta Sayısı</b> | <b>Ortalama Yaş</b> | <b>Oran (%)</b> |
|-----------------|---------------------|---------------------|-----------------|
| <b>Kadın</b>    | 8                   | 54,50 ± 2,72        | 47,10           |
| <b>Erkek</b>    | 9                   | 52,22 ± 6,13        | 52,90           |
| <b>Toplam</b>   | 17                  | 53,29 ± 4,84        | 100             |

**PAAG çalışma grubuna dahil olma kriterleri;**

- Düzeltilmiş görme keskinliğinin 5/10 veya üstü olması.
- Refraksiyon kusurlarında sferik değer - 6 ile + 3 dioptri arasında olması, silindirik değer 3 dioptri veya altında olması, afaki, ambliyopi olmaması.
- GA y1 ve HRT III görüntülerini etkileyecek optik ortam kesafetinin olmaması (ileri katarakt, kornea opasitesi, vitreus opasitesi vb.).
- Olguların HRT III ölçümlerini etkileyecek glokom dışı optik sinir patolojisine sahip olmaması.
- Hastanın öyküsünde, orbital travma ve oküler cerrahi (katarakt, refraktif cerrahi vb.) geçirmemiş olması.
- Olguda GA da duyarlılık kaybı oluşturabilecek diabetik ve ileri hipertansif retinopati, miyopik dejenerasyon, yaşa bağlı makula dejenerasyonu vb. olmaması.
- Tanı konmuş nörolojik veya psikiyatrik hastalığının olmaması.
- Ptozis, dermatoşalazis gibi GA y1 daraltacak patolojilerin olmaması.
- Pupiller dilatasyonu ve akomodasyonu engelleyecek ilaç (atropin, pilokarpin, siklopentolat

vb.) kullanmaması.

- Düzenli kontrol muayenelerine gelen ve en az iki GA deneyimine sahip hastalar olmasına dikkat edildi.

**Kontrol grubuna dahil olma kriterleri;**

- GİB in 21 mmHg nin altında olması ve GA nın normal olmalısı.
- Refraksiyon kusurlarında sferik değerin – 6 ile + 3 dioptri arasında olması, silendirik değerin 3 dioptri veya altında olması, afaki, ambliyopi olmaması.
- GA yı ve HRT III görüntülerini etkileyecek optik ortam kesafetinin (ileri katarakt, kornea opasitesi, vitreus opasitesi vb.) olmaması.
- Olguların HRT III ölçümlerini etkileyecek optik sinir patolojisine sahip olmaması.
- Olguların öyküsünde, orbital travma ve oküler cerrahi (katarakt, refraktif cerrahi vb.) geçirmemiş olması.
- Olguda GA da duyarlılık kaybı oluşturabilecek diyabetik ve ileri hipertansif retinopati, miyopik dejenerasyon, yaşa bağlı makula dejenerasyonu vb. olmaması.
- Tanı konmuş nörolojik veya psikiyatrik hastalığının olmaması.
- Ptozis, dermatoşalazis gibi GA yı daraltacak patolojilerin olmaması.
- Pupiller dilatasyonu ve akomodasyonu engelleyecek ilaç (atropin, pilokarpin, siklopentolat vb.) kullanmaması.

Bu kurallar eşliğinde çalışmaya dahil edilen olguların rutin oftalmolojik muayeneleri yapıldı.

- Olguların Snellen eşeli ile görme keskinlikleri saptandı. Refraksiyon kusurları (yakın görme için yaşa uygun ilaveler yapıldı) düzeltildi.
- Biyomikroskop ile ön segment değerlendirildi.

- Olguların funduskopik muayeneleri 90 D asferik lens ve gonyoskopik muayeneleri Goldmann'ın 3 aynalı lensi kullanılarak yapıldı.
- Olguların GİB ölçümleri aynı hekim tarafından Goldmannın applanasyon tonometresi (Inami Inc.) ve pnömatik non kontakt tonometre (Canon Inc.) ile yapıldı.
- Olguların FP GA testi HFA II (model 750) cihazı ile 30-2 eşik testinin FP test stratejisi ile yapıldı.
- OSB analizi konfokal tarayıcı laser oftalmoskop (Heidelberg Retina Tomografisi; HRT, Software III, GmbH 2006) cihazı ile yapıldı.

PAAG olguları HAP (Hodapp, Anderson, Parrish) kriterlerine göre GA parametreleri dikkate alınarak 3 alt gruba ayrıldı (Tablo 7). HAP sınıflamasında, MD değeri ile pattern deviasyon haritasındaki olasılık sembolleri ve fiksasyon noktasına yakınlığı bakımından GA kaybının şiddeti tanımlanmaktadır (18,92,93).

**Tablo 7.HAP (Hodapp; Anderson; Parrish) Kriterlerine göre alt grupların oluşumu**

| <b>Grup I; Hafif GA kaybı olan olgular</b>   |
|--|
| 1) Ortalama sapma (MD) – 6 dB in altındadır.<br>2) Pattern deviasyon haritasında % 25 den az noktada retinal duyarlılık %5 in altında ve %15 den az noktada retinal duyarlılık %1 in altındadır.<br>3) Santral 5° lik alanda hiçbir test noktasında retinal duyarlılık 15 dB in altında değildir.  |
| <b>Grup II; Orta düzeyde GA kaybı olan olgular</b>   |
| 1) MD; -6 dB ile -12 dB arasındadır.<br>2) Pattern deviasyon haritasında % 50 den az noktada retinal duyarlılık %5 ve altında, % 25 den az noktada retinal duyarlılık %1 in altındadır.<br>3) Santral 5° lik alanda hiçbir test noktasında retinal duyarlılık 0 dB veya altında değildir.<br>4) Santral 5° lik alan içinde sadece bir yarım alanda 1 test noktasında retinal duyarlılık 15 dB in altında olabilir. |
| <b>Grup III; Ağır GA kaybı olan olgular</b>  |
| 1) MD; -12 dB in altındadır,<br>2) Pattern deviasyon haritasında % 50 den fazla noktada retinal duyarlılık %5 ve altında, % 25 den fazla noktada retinal duyarlılık %1 in altındadır.<br>3) Santral 5° lik alanda herhangi bir test noktasında retinal duyarlılık 0 dB dir.<br>4) Santral 5° lik alan içinde her iki yarım alanda da retinal duyarlılık 15 dB in altındadır.                                       |

PAAG çalışma grubunda hafif GA kaybı olan Grup I; 37 gözden, orta düzeyde GA kaybı olan Grup II; 43 gözden, ağır GA kaybı olan Grup III; 13 gözden oluştu. Grup I yaşları 41 ile 67 arasında değişen 21 kadın, 16 erkek olgudan; Grup II yaşları 40-67 arasında değişen

25 kadın, 18 erkek; Grup III yaşları 40 ile 67 arasında değişen 4 kadın, 9 erkek olgudan oluştu (Tablo 8). Kontrol grubu (Grup 0) yaşları 44 ile 64 arasında değişen 8 kadın, 9 erkek olgudan oluştu.

**Tablo 8.**PAAG olgularının HAP kriterlerine göre alt gruplara dağılımı

| <b>PAAG Alt Grupları</b> | <b>Olgu Sayısı</b> | <b>(%)</b> | <b>Kadın</b> | <b>(%)</b> | <b>Erkek</b> | <b>(%)</b> |
|--------------------------|--------------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|
| <b>Grup I</b>            | 37                 | 39,80      | 21           | 56,80      | 16           | 43,20      |
| <b>Grup II</b>           | 43                 | 46,20      | 25           | 58,10      | 18           | 41,90      |
| <b>Grup III</b>          | 13                 | 14,00      | 4            | 30,80      | 9            | 69,20      |
| <b>TOPLAM</b>            | 93                 | 100,0      | 50           | 53,80      | 43           | 46,20      |

Olgulara, HFA II Model 750 BGA cihazı ile FP testi, beyaz zemin üzerinde 31,5 asb aydınlatma ile III büyüklüğünde beyaz uyarın kullanılarak yapıldı. BGA’da hesaplamalar STATPAC analiz programının A9 versiyonu ile elde edildi. Hastalar test hakkında bilgilendirildi. Refraktif kusuru olan hastaların, en iyi görme düzeyini sağlayan mercekler cihazın mercek tutucusuna yerleştirilmek suretiyle düzeltildi. Gerekliyse yaşa uygun yakın ilaveler yapıldı. Kontrol muayenelerinde aplanasyon tonometresi ile GİB ölçümü ve fundus muayenesi GA testinden sonra yapıldı. Testin güvenilirlik kriterleri olan FK nın % 20 den büyük olması, yalancı pozitif ve negatif değerlerin % 33 ten büyük olması durumunda test başka bir tarihte tekrarlandı. Olguların HRT III cihazı ile OSB topografik ölçümleri FP testinden sonra alındı. Kamera objektifinin hastanın gözüne 10 mm den daha fazla yaklaşmamasına ve pupilla çapının 3 mm den daha küçük olmamasına dikkat edildi. Görüntülerin kaliteli alınması için hastanın refraktif kusurları dikkate alınarak görüntüler elde edildi. Silendirik değeri yüksek olan olgularda, cihaza uygun olarak üretilmiş olan mercekler objektife eklenerek görüntüler alındı. Görüntülerin kalitesi için görüntü kesitlerinin alındığı doku derinliğinin standart sapmanın 40 ın altında olmasına dikkat edildi.



93 PAAG li ve 17 sağlıklı olgunun rastgele seçilen bir gözlerinden elde edilen GA global indeksleri ile HRT III stereometrik parametreleri arasındaki muhtemel korelasyon tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirildi. İstatistiksel olarak anlamlı bulunan parametrelerde grupların ikili karşılaştırılması çoklu karşılaştırma testlerinden Tukey testi ile yapıldı. GA global indeksleri ile HRT III stereometrik parametreleri arasındaki muhtemel korelasyon, Pearson korelasyon testi ile değerlendirildi. Data analizinde SPSS 11.5 versiyonu kullanıldı. Toplam 110 gözün HRT ve GA sonuçları istatistiksel olarak  $p < 0,05$  anlamlı kabul edilerek değerlendirildi.

## 12. BULGULAR

Çalışmamızda PAAG tanısı ile takip ettiğimiz 93 olgu ile sağlıklı 17 olguda Humphrey BGA 30-2 eşik testinin FP test stratejisiyle elde edilen GA global indeks verileri ile Heidelberg Retina Tomografisi III ile elde edilen OSB topografik analiz verileri arasındaki muhtemel ilişki araştırılmıştır.

GA global indeksleri ile HRT stereometrik parametreleri arasındaki muhtemel ilişkinin istatistiksel anlamlılığı tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yöntemi ile değerlendirildi. GA MD, PSD, SF ve CPSD indeksleri ile HRT III CA, RA, CV, RV, CDAR, LCDR ve CSM parametrelerinde istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişki saptandı (Tablo 9).

**Tablo 9.**GA global indeksleri ile HRT stereometrik parametrelerinin ANOVA istatistiksel analiz sonuçları

| GA İndeksleri-HRT Parametreleri | p         |
|---------------------------------|-----------|
| MD                              | 0,000**** |
| PSD                             | 0,000**** |
| SF                              | 0,000**** |
| CPSD                            | 0,000**** |
| DA                              | 0,065*    |
| CA                              | 0,006***  |
| RA                              | 0,004***  |
| CV                              | 0,007***  |
| RV                              | 0,030**   |
| CDAR                            | 0,002**** |
| LCDR                            | 0,011**   |
| MCD                             | 0,053*    |
| MACD                            | 0,766*    |
| CSM                             | 0,000**** |
| HVC                             | 0,307*    |
| MRNFLT                          | 0,127*    |
| RNFLCSA                         | 0,106*    |

\* p > 0,05    \*\* p < 0,05    \*\*\* p < 0,01    \*\*\*\* p < 0,001

Tek yönlü varyans analizi ile istatistiksel olarak güçlü anlamlılık bulunan parametrelerde grupları birbiriyle karşılaştırmak için çoklu karşılaştırma testlerinden ANOVA-Tukey testi kullanılmıştır. Bu test ile gruplar arasında GA; MD indeksi açısından alt gruplar karşılaştırıldığında Grup 0 ile Grup I, II ve III arasında, Grup I ile II ve III arasında, Grup II ile III arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklar saptandı. GA MD indeksi GA kaybının yaygınlığı hakkında bilgi verir. MD indeksi açısından kontrol grubu ve diğer gruplar arasında anlamlı farklar saptanması bu indeksin glokomlu olguların alt gruplara ayrılmasında kullanılabilir olduğunu düşündürmektedir (Tablo 10).

**Tablo 10.**GA; MD indeksine ait ANOVA-Tukey istatistiksel analiz sonuçları

|           | <b>Gruplar</b>   | <b>p</b> |
|-----------|------------------|----------|
| <b>MD</b> | Grup 0-Grup I    | 0,050*   |
|           | Grup 0-Grup II   | 0,000**  |
|           | Grup 0-Grup III  | 0,000**  |
|           | Grup I-Grup II   | 0,000**  |
|           | Grup I-Grup III  | 0,000**  |
|           | Grup II-Grup III | 0,000**  |

\* p = 0,05    \*\* p< 0,001

GA PSD indeksi açısından alt gruplar karşılaştırıldığında Grup 0 ile Grup I, II ve III arasında, Grup I ile Grup II ve III arasında, Grup II ile III arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklar saptanmıştır (Tablo 11). PSD indeksi görme tepesinin düzenliliği ile ilgili bilgi verir. PSD indeksinin düşük olması görme tepesinin düzenli olduğunu, yüksek olması görme tepesinin düzensiz olduğunu ifade eder. Bu indeksin kontrol grubu ve diğer 3 PAAG alt grubunda istatistiksel olarak anlamlı farklar göstermesi GA PSD indeksinin glokomun tanısında ve progresyonunda önemli bir indeks olduğunu göstermektedir.

**Tablo 11.**GA; PSD indeksine ait ANOVA-Tukey istatistiksel analiz sonuçları

|            | <b>Gruplar</b>   | <b>p</b> |
|------------|------------------|----------|
| <b>PSD</b> | Grup 0-Grup I    | 0,003*   |
|            | Grup 0-Grup II   | 0,000**  |
|            | Grup 0-Grup III  | 0,000**  |
|            | Grup I-Grup II   | 0,000**  |
|            | Grup I-Grup III  | 0,000**  |
|            | Grup II-Grup III | 0,000**  |

\* p < 0,01    \*\* p < 0,001

GA CPSD indeksi açısından alt gruplar karşılaştırıldığında Grup 0 ile Grup I, II ve III arasında, Grup I ile Grup II ve III arasında, Grup II ile III arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklar saptanmıştır (Tablo 12). CPSD; olgudan elde edilen değerler ile o yaş grubuna ait referans değerler arasındaki farkı yansıtır. CPSD indeksinin referans aralıklarının dışında olması GA da lokalize kayıplar olduğunu düşündürür.

**Tablo 12.** GA; CPSD indeksine ait ANOVA-Tukey istatistiksel analiz sonuçları

|             | <b>Gruplar</b>   | <b>p değeri</b> |
|-------------|------------------|-----------------|
| <b>CPSD</b> | Grup 0-Grup I    | 0,003*          |
|             | Grup 0-Grup II   | 0,000**         |
|             | Grup 0-Grup III  | 0,000**         |
|             | Grup I-Grup II   | 0,000**         |
|             | Grup I-Grup III  | 0,000**         |
|             | Grup II-Grup III | 0,000**         |

\* p < 0,01    \* p < 0,001

GA SF indeksi açısından alt gruplar karşılaştırıldığında Grup 0 ile Grup III arasında, Grup I ile II ve III arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklar saptanmıştır (Tablo 13). SF test içi sapmaları belirtir. GA da hasar arttıkça SF değeri yükselecektir. SF yaş ve fiksasyon kayıplarından etkilenir. SF indeksi açısından kontrol grubu ile ağır GA kaybı olan Grup III arasında ve hafif GA kaybı olan Grup I ile orta ve ağır GA kaybı olan Grup II ve III arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklar olması GA kaybının yaygınlığı ve glokomun takibinde önemli bir parametre olduğunu göstermektedir.

**Tablo 13.** GA; SF indeksi ANOVA-Tukey istatistiksel analiz sonuçları

|           | <b>Gruplar</b>   | <b>p değeri</b> |
|-----------|------------------|-----------------|
| <b>SF</b> | Grup 0-Grup I    | 0,998*          |
|           | Grup 0-Grup II   | 0,072*          |
|           | Grup 0-Grup III  | 0,001***        |
|           | Grup I-Grup II   | 0,023**         |
|           | Grup I-Grup III  | 0,000****       |
|           | Grup II-Grup III | 0,067*          |

\* p değeri > 0,05    \*\* p < 0,05    \*\*\* p ≤ 0,01    \*\*\*\* p < 0,001

HRT CA parametresi açısından alt gruplar karşılaştırıldığında Grup 0 ile Grup I ve III arasında, HRT RA parametresi açısından Grup 0 ile Grup II ve III arasında, HRT CV parametresi açısından Grup 0 ile Grup I ve III arasında, HRT RV parametresi açısından Grup 0 ile Grup III arasında, HRT CDAR parametresi açısından Grup 0 ile Grup I ve III arasında, HRT LCDR parametresi açısından Grup 0 ile Grup I ve III arasında, HRT CSM parametresi açısından Grup 0 ile Grup I, II ve III arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklar saptanmıştır (Tablo 14).

**Tablo 14.** HRT stereometrik parametreleri açısından alt grup karşılaştırılmalarına ait ANOVA-Tukey istatistiksel analiz sonuçları

| İndeks/Parametre | Grup 0-Grup I | Grup 0-Grup II | Grup 0-Grup III | Grup I-Grup II | Grup I-Grup III | Grup II-Grup III |
|------------------|---------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|------------------|
| DA               | 0,420*        | 0,976*         | 0,984*          | 0,060*         | 0,276*          | 1,000*           |
| CA               | 0,011**       | 0,170*         | 0,013**         | 0,451*         | 0,911*          | 0,315*           |
| RA               | 0,408*        | 0,048**        | 0,004***        | 0,553*         | 0,053*          | 0,327*           |
| CV               | 0,036**       | 0,518*         | 0,015**         | 0,270*         | 0,748*          | 0,102*           |
| RV               | 0,408*        | 0,139*         | 0,021**         | 0,881*         | 0,217*          | 0,469*           |
| CDAR             | 0,038**       | 0,080*         | 0,001****       | 0,968*         | 0,190*          | 0,088*           |
| LCDR             | 0,037**       | 0,068*         | 0,009***        | 0,979*         | 0,634*          | 0,448*           |
| MCD              | 0,105*        | 0,330*         | 0,054*          | 0,838*         | 0,824*          | 0,459*           |
| MACD             | 0,715*        | 0,919*         | 0,956*          | 0,942*         | 0,981*          | 1,000*           |
| CSM              | 0,014**       | 0,019**        | 0,000****       | 0,996*         | 0,085*          | 0,052*           |
| HVC              | 0,997*        | 0,930*         | 0,677*          | 0,724*         | 0,694*          | 0,254*           |
| MRNFLT           | 0,953*        | 0,855*         | 0,114*          | 0,987*         | 0,157*          | 0,230*           |
| RNFLCSA          | 0,998*        | 0,822*         | 0,139*          | 0,812*         | 0,100*          | 0,310*           |

\* p > 0,05      \*\* p < 0,05      \*\*\* p < 0,01      \*\*\*\* p ≤ 0,001

Analiz sonuçlarına göre optik çukurluk ölçütleri kontrol grubu ile hafif GA kaybı olan ve ağır GA kaybı olan gruplar arasında anlamlı olarak farklı idi. NRR parametrelerinde kontrol grubu ile orta ve ağır GA kaybı olan gruplar arasında da anlamlı farklar izlendi. Buradaki sonuçlar ışığında optik çukurluğun alanı, hacmi, C/D oranının erken ve ağır GA hasarı saptanan olguların ayırımında önemli olduğunu, NRR alan ve hacim ölçülerinin ise orta ve ağır GA hasarlı olguların ayırımında önemli olduğunu düşündürmektedir. HRT CSM parametresinin kontrol grubu ile erken, orta ve ağır GA kaybı olan olgularda anlamlı farklar göstermesi bu parametrenin glokomun tanı ve progresyonunda önemli olduğunu düşündürmektedir.

GA global indeksleri ile HRT stereometrik parametreleri arasındaki muhtemel korelasyon Pearson istatistiksel analiz yöntemi ile değerlendirildi. GA MD indeksi ile HRT RA, CV, RV, CDAR, LCDR, MCD, CSM, MRNFLT ve RNFLCSA parametreleri arasında, GA PSD indeksi ile HRT RA, RV, CDAR, CSM, MRNFLT ve RNFLCSA parametreleri arasında, GA CPSD indeksi ile HRT RA, RV, CDAR, LCDR, CSM, MRNFLT ve RNFLCSA parametreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon izlendi (Tablo 15). GA SF indeksi ile HRT stereometrik parametreleri arasında aynı korelasyon izlenemedi. SF indeksi ile HRT stereometrik parametreleri arasında korelasyon izlenememesi fonksiyonel ve yapısal glokomatöz hasar arasında bu parametrenin iyi bir korelasyon sergilemediğini düşündürmektedir. Glokomda BGA global indeksleri glokom hastasının GA da fonksiyonel kaybın miktarını gösterir. HRT stereometrik parametreleri glokom hastalarında OSB de meydana gelen morfolojik değişimler hakkında bilgi verir. GA; MD indeksi GA hasarının yaygınlığı hakkında bilgi verir. Bu indeks ile HRT nin optik çukurluk alanı, hacmi, derinliği, şekli, NRR alanı ve RSLT kalınlığını ifade eden parametreleri ile korelasyon göstermesi glokomda fonksiyonel hasar ile birlikte morfolojik değişimlerin beraber seyrettiğini göstermektedir. GA PSD ve CPSD indeksleri hastanın görme tepesinin düzenliliğini gösterir. Bu indeksler ile HRT nin NRR alan ve hacim ölçümleri, C/D alan oranları, RSLT kalınlığı, optik çukurluğun şekil ölçümleri arasında korelasyon olması glokom hastasının görme tepesinin düzenliliği ile OSB nin morfolojik değişimlerinin örtüştüğünü ifade etmektedir. GA global indeksleri ile HRT stereometrik parametreleri arasındaki korelasyon Tablo 15 de gösterilmiştir.



**Tablo 15.** HRT stereometrik parametreleri ile GA global indekslerine ait Pearson istatistiksel analiz sonuçları

| GA Global İndeksleri | HRT Stereometrik Parametreleri | Korelasyon Katsayısı | P Değeri  |
|----------------------|--------------------------------|----------------------|-----------|
| <b>MD</b>            | DA                             | 0,140                | 0,144*    |
|                      | CA                             | -0,171               | 0,073*    |
|                      | RA                             | 0,327                | 0,000**** |
|                      | CV                             | -0,196               | 0,040**   |
|                      | RV                             | 0,267                | 0,005***  |
|                      | CDAR                           | -0,286               | 0,002***  |
|                      | LCDR                           | -0,235               | 0,013**   |
|                      | MCD                            | -0,188               | 0,049**   |
|                      | MACD                           | -0,011               | 0,913*    |
|                      | CSM                            | -0,345               | 0,000**** |
|                      | HVC                            | 0,115                | 0,231*    |
|                      | MRNFLT                         | 0,247                | 0,009***  |
|                      | RNFLCSA                        | 0,264                | 0,005***  |
| <b>PSD</b>           | DA                             | -0,123               | 0,202*    |
|                      | CA                             | 0,159                | 0,098*    |
|                      | RA                             | -0,266               | 0,005***  |
|                      | CV                             | 0,176                | 0,066*    |
|                      | RV                             | -0,240               | 0,012**   |
|                      | CDAR                           | 0,242                | 0,011**   |
|                      | LCDR                           | 0,179                | 0,061*    |
|                      | MCD                            | 0,144                | 0,132*    |
|                      | MACD                           | -0,011               | 0,907*    |
|                      | CSM                            | 0,321                | 0,001**** |
|                      | HVC                            | 0,093                | 0,335*    |
|                      | MRNFLT                         | -0,193               | 0,043**   |
|                      | RNFLCSA                        | -0,193               | 0,043**   |

|             |         |        |           |
|-------------|---------|--------|-----------|
| <b>SF</b>   | DA      | 0,030  | 0,755*    |
|             | CA      | 0,140  | 0,144*    |
|             | RA      | 0,090  | 0,352*    |
|             | CV      | 0,142  | 0,138*    |
|             | RV      | -0,112 | 0,242*    |
|             | CDAR    | 0,162  | 0,091*    |
|             | LCDR    | 0,136  | 0,156*    |
|             | MCD     | 0,125  | 0,192*    |
|             | MACD    | 0,085  | 0,377*    |
|             | CSM     | 0,142  | 0,140*    |
|             | HVC     | -0,057 | 0,554*    |
|             | MRNFLT  | -0,113 | 0,238*    |
|             | RNFLCSA | -0,099 | 0,305*    |
| <b>CPSD</b> | DA      | -0,140 | 0,146*    |
|             | CA      | 0,162  | 0,091*    |
|             | RA      | -0,294 | 0,002***  |
|             | CV      | 0,172  | 0,072*    |
|             | RV      | -0,258 | 0,007***  |
|             | CDAR    | 0,251  | 0,008***  |
|             | LCDR    | 0,193  | 0,044**   |
|             | MCD     | 0,143  | 0,135*    |
|             | MACD    | -0,019 | 0,847*    |
|             | CSM     | 0,326  | 0,001**** |
|             | HVC     | -0,082 | 0,394*    |
|             | MRNFLT  | -0,195 | 0,041**   |
|             | RNFLCSA | -0,199 | 0,037**   |

\*  $p > 0,05$     \*\*  $p < 0,05$     \*\*\*  $p < 0,01$     \*\*\*\*  $p \leq 0,001$

### 13. TARTIŞMA

Glokom, RGH aksonlarında kayıp ve karakteristik GA kayıpları ile seyreden kronik, progresif ve multifaktöriyel bir ön optik nöropatidir (1,2). PAAG, en sık görülen glokom alt tipi olup erişkin yaşta izlenmektedir. PAAG yüksek GİB, açık ön kamera açısı ve GA kayıpları ile seyretmektedir (16,18).

Glokom olgularının sayısı ortalama yaşam beklentisi ile birlikte gün geçtikçe artmaktadır. Geniş bir hasta popülasyonuna sahip olması, tanı konduğu anda çok sayıda olguda absölu görme kaybı izlenmesi ve yapmış olduğu hasarın geri dönüşümsüz olması glokomun erken tanı ve progresyon takibinin önemini artırmaktadır. Hastada fonksiyonel kayıp gelişmeden önce, OSB de meydana gelen yapısal değişikliklerin saptanması ve erken tanı için birçok yöntem ve cihaz geliştirilmiştir. Konfokal tarayıcı laser oftalmoskop, OSB ve RSLT nin üç boyutlu topografik görüntülemesinde en son geliştirilen cihazlardandır (5,78,79).

Çalışmamızda GA FP test algoritması ile elde edilen global indeksler kullanılmıştır. FP test algoritmasının tercih edilmesinin nedenlerinden biri halen eşik değer tahmininde en çok kullanılan ve güvenilir kabul edilen FT testi ile benzer merdiven basamağı yönteminin kullanılmasıdır. Aynı zamanda hastada görsel yorgunluğa bağlı olarak retina duyarlılığını ve test güvenilirliğini etkileyen test süresinin FT testinden daha kısa olması önemli bir etkidir. FT ile FP testi arasında ortalama retina duyarlılığında 0,50-0,75 dB gibi küçük bir fark olması ve global indeks parametrelerinin güvenilirlik kriterleri incelendiğinde FT ile FP testi arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmaması FP testinin seçiminde rol oynamıştır. Diğer BGA testlerinden SITA testinde eşik değer tespitinin yapılmaması ve o yaş grubu için muhtemel olabilecek retina eşik değerlerin sorgulanması nedeniyle FP test stratejisi tercih edilmiştir (66,67,68).

93 PAAG ve sağlıklı 17 olgu ile yapmış olduğumuz çalışmada GA global indeksleri ile HRT stereometrik parametreleri arasındaki muhtemel ilişki tek yönlü varyans analizi ile

değerlendirildiğinde GA MD, PSD, SF ve CPSD indeksleri ile HRT CA, RA, CV, RV, CDAR, LCDR ve CSM parametreleri arasında anlamlı korelasyonlar saptandı. GA MD parametresi GA hasarının yaygınlığını, PSD parametresi görme tepesinin düzenliliğini, SF parametresi test içi standart sapmaları, CPSD parametresi ise yaşa göre düzeltilmiş görme tepesinin düzenliliğini ifade eder (57,60). HRT DA parametresi OSB nin büyüklüğünü, HRT CA ve CV parametreleri optik çukurluğun alan ve hacmini, HRT RA ve RV parametreleri NRR alan ve hacmini, HRT CDAR ve LCDR parametreleri optik çukurluk ve disk alanı arasındaki oranı, HRT MCD parametresi ortalama optik çukurluk derinliğini, HRT MACD parametresi maksimum çukurluk derinliğini, HRT CSM parametresi optik çukurluğun şeklini, HRT MRNFLT parametresi RSLT nin ortalama kalınlığını, HRT RNFLCSA parametresi RSLT kesitsel alanını ifade eder (88).GA da MD parametresi % 5 in altında ise normal dışı değer olarak kabul edilir ve RGH deki yaygın kaybı belirtir. RGH deki yaygın kayıp HRT parametrelerinde RA ve RV de azalma, CA ve CV de artış, CDAR ve LCDR de artış, MCD ve MACD parametrelerinde artış, CSM parametresinde artış HVC parametresinde azalma, MRNFLT ve RNFLCSA parametrelerinde azalma olarak izlenir (94,95). GA PSD ve CPSD parametrelerinin normal dışı olması GA da lokalize kayıp olduğunu düşündürür. RGH aksonlarındaki lokalize kayıp GA ya uyan bölge de arkuat skotom olarak izlenir (57,60). Lokalize kayıp HRT MRA da arkuat skotoma uyan OSB bölgesinde glokomda ilk tahmini değer olan % 50 nin altında izlenir. HRT sıralı segment dağılım eğrilerinde glokomatöz kaybın olduğu sektörde normal kabul edilen % 5 ile % 95 sınırlarının dışında değerler saptanır (77). HRT stereometrik parametreleri, RGH deki lokalize kayıplardan daha çok yaygın kayıplardan etkilenir. RGH kayıplarında HRT RA, RV, HVC, MRNFLT ve RNFLCSA parametrelerinde azalma; CA, CV, CDAR, LCDR, MCD, MACD ve CSM parametrelerinde artış izlenir (87).

Danesh-Meyer ve arkadaşlarının normal, glokom şüpheli ve glokomlu olgular üzerinde yapmış oldukları çalışmada HRT stereometrik parametreleri ile GA MD indeksi arasındaki ilişki araştırılmıştır. MD ile HRT RA, RV, MRNFLT, LCDR, CDAR, RNFLCSA ve RDAR parametreleri arasında korelasyon bildirmişlerdir (52). Çalışmamızda bu parametrelere ek olarak NRR alanı ve hacmi hakkında bilgi veren HRT RA ve RV parametreleri ile GA MD indeksi arasında da korelasyon izlendi. GA da hasarın yaygınlığı hakkında bilgi veren MD parametresi ile OSB deki yapısal hasarı ifade eden HRT

stereometrik parametreleri arasında korelasyon izlenmesi yapısal hasar ile fonksiyonel hasarın paralel seyrettiğini düşündürmektedir.

Uchida ve arkadaşlarının 43 normal ve 53 erken PAAG olgusu üzerinde yapmış oldukları çalışmada glokomun tanısında GA MD ve CPSD indeksleri ile HRT stereometrik parametrelerinden hangilerinin korelasyon gösterdiğini araştırmışlardır. Çalışmada GA MD ve CPSD indeksleri ile HRT CA, CDAR, RA, CV ve CSM parametreleri arasında korelasyon saptanmıştır. HRT stereometrik parametrelerinden CSM nin glokomun tek başına tanımlanmasında sensitivitesinin % 83, spesifitesinin % 86, tanısal değerinin % 84 olduğunu bildirmişlerdir (11). Çalışmamızda HRT CSM parametresi ile Grup 0, I, II, ve III arasında korelasyon izlendi. RGH aksonlarındaki kayıp sonucunda glokomatöz fonksiyonel hasar izlenmesi ile beraber optik çukurluk alan, hacim ve şekil ölçüm parametreleri arasında korelasyon saptanması glokomda yapısal hasarın öncelikle optik çukurluk ölçülerinde değişim izlendiğini düşündürmektedir.

Iester ve arkadaşları 48 PAAG ve 60 sağlıklı olguya GA ve HRT uygulayarak GA global indeksleri ile HRT stereometrik parametrelerinden DA, RV, CSM ve MRNFLT yi karşılaştırmışlardır. Çalışmada GA MD, PSD, SF ve CPSD indeksleri ile HRT RV ve CSM parametreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar saptadıklarını bildirmişlerdir. Çalışmalarında OSB yi bölgelere ayırarak, her bölgeye ait HRT MRNFLT değerleri ile GA global indekslerini karşılaştırmışlar ve MRNFLT ile MD, PSD ve CPSD arasında güçlü korelasyon bildirmişlerdir (96). Çalışmamızda GA MD, PSD ve CPSD indeksleri ile HRT MRNFLT parametresi arasında korelasyon gözlemlendi. Bu sonuçlar RSLT kalınlığı ile GA global indeksleri arasında korelasyon olduğunu, glokomda hasarın artması ile RSLT de kayıp olacağını ifade etmektedir. Iester ve arkadaşları 55 glokomlu ve 50 sağlıklı olgu ile yapmış oldukları başka bir çalışmada benzer sonuçlar elde etmişlerdir. GA global indekslerinden MD, PSD ve CPSD nin OSB şekil ölçümleri arasında anlamlı korelasyon olduğunu, özellikle GA MD indeksinin OSB nin alt bölgesinden elde edilen RA, CSM, HVC değerleri ile anlamlı korelasyon gösterdiğini, bunu üst, nazal ve temporal bölgelerin takip ettiğini bildirmişlerdir (97).

Iester ve arkadaşlarının yapmış oldukları başka bir çalışmada GA MD ve CPSD indeksleri ile HRT stereometrik parametreleri arasındaki ilişki araştırılmıştır. MD ile CA, RA, RV, MCD ve CSM arasında, CPSD ile RA, RV, CSM ve RNFLCSA parametreleri arasında

korelasyon olduğunu bildirmişler. GA indeksleri ile özellikle RA ve CSM arasında güçlü korelasyon olduğuna dikkat çekmişlerdir (98). Çalışmamızda Iester ve arkadaşlarının sonuçlarına benzer sonuçlar elde edildi. GA MD, PSD ve CPSD indeksleri ile HRT RA ve CSM parametreleri arasında anlamlı korelasyon olduğu gözlemlendi.

Iester ve arkadaşları bir diğer çalışmada olguları DA değerlerine göre 3 alt grup olarak tasnif etmişlerdir. DA 2 mm<sup>2</sup> nin altında olan olgularda MD ve CPSD ile CA, CDAR, CV, RV, MCD, CSM, MRNFLT ve RNFLCSA parametreleri arasında, DA 2-3 mm<sup>2</sup> arasında olan olgularda MD ve CPSD ile CA, CDAR, RA, CV, MCD, CSM, MRNFLT ve RNFLCSA parametreleri arasında, DA 3 mm<sup>2</sup> nin üstünde olan olgularda MD ve CPSD ile CA, CDAR, RA, RV ve RNFLCSA parametreleri arasında anlamlı korelasyon bildirmişlerdir (99). OSB DA nı 2,1-2,8 mm<sup>2</sup> referans aralıklarında normal kabul edilmektedir (28). Çalışmamızda GA MD, PSD, SF ve CPSD indeksleri ile HRT RA, RV, CA, CV, CDAR, LCDR ve CSM parametreleri arasında anlamlı korelasyon izlendi. HRT MRNFLT ve RNFLCSA parametreleri ile GA MD, PSD ve CPSD indeksleri arasında güçlü korelasyon gözlemledik. Bireyler arasında ciddi farklılıklar sergileyen DA nın büyüklüğünde sapmalar izlense bile HRT RV ve CSM parametrelerinin glokomun tanı ve takibinde önemli olduğunu düşündürmektedir (100). Çalışmamızda kontrol grubu ve PAAG grubu arasında HRT RV ve CSM parametrelerinde anlamlı farklar gözlemlendi.

Teesalu ve arkadaşları 77 PAAG, OHT ve sağlıklı olguya Blue-on Yellow GA, White-on-White GA ve HRT uygulamışlardır. Çalışmalarında GA MD indeksi ile HRT RA, RV, CA, CV, MCD, CDAR, CSM, MRNFLT ve RNFLCSA parametreleri arasında korelasyon bildirmişlerdir. HRT CSM parametresinin bütün gruplar arasında güçlü korelasyon gösterdiğine özellikle dikkat çekmişlerdir (101). Çalışmamızda GA MD indeksi ile HRT RA, RV, CV, CDAR, LCDR, MCD, CSM, MRNFLT ve RNFLCSA parametreleri arasında korelasyon izlendi. Kontrol grubu ve PAAG li 3 alt grup arasında da HRT CSM parametresinde anlamlı farklar izlendi. Bu sonuçlar ile glokomda fonksiyonel hasarı ifade eden GA global indeksleri ile hafif, orta ve ağır GA kaybı olan 3 grupta da optik çukurluğun derinliği ve şekli hakkında bilgi veren HRT CSM parametresinin anlamlı sonuçlar ortaya koyması glokomun tanı ve takibinde bu parametrenin önemli olduğunu düşündürmektedir.

Miglior ve arkadaşları GA global indekslerinden MD ve CPSD ile HRT stereometrik parametrelerinden DA, CA, CDAR, RA, CV, RV, MCD, CSM, HVC, MRNFLT ve

RNFLCSA parametreleri arasında anlamlı ilişki gözlemiştir (102). Çalışmamızda ek olarak GA PSD indeksi ile HRT RA, CV, RV, CDAR, MRNFLT ve RNFLCSA parametreleri arasında da anlamlı ilişki gözlenmiştir. Glokomda yapısal hasar ile fonksiyonel hasarın korelasyon gösterdiğini HRT ile BGA'nın birbirlerini tamamladıklarını düşündürmektedir.

Weinreb ve arkadaşları 53 PAAG'li olguya HRT, GDx ve GA uygulayarak GA MD ve CPSD indeksleri ile HRT RNFLCSA parametresi arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Alt retinal yarı alanda saptanan GA MD değerleri ile üst retinal yarı alanda saptanan HRT RNFLCSA değerleri arasında güçlü korelasyon izlediklerini fakat aynı korelasyonu üst retinal yarı alanda saptanan GA MD değerleri ile alt retinal yarı alanda izlenen HRT RNFLCSA değerleri arasında izlemediklerini bildirmişlerdir (83). Çalışmamızda ek olarak GA MD parametresi ile beraber, PSD ve CPSD indeksleri ile HRT RNFLCSA parametresi arasında korelasyon izlendi.

Eid ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada GA ve HRT sonuçları karşılaştırılmıştır. GA MD indeksi ile HRT CA, CV, CDAR, RA, RV, MRNFLT ve RNFLCSA parametreleri arasında anlamlı korelasyon olduğunu bildirmişlerdir. Sağlıklı grup ile glokomatöz grup arasındaki RSLT yüksekliğinin çok farklı ölçüldüğünü ve glokomatöz gözlerdeki GA değişiklikleri ile OSB topografik ölçümlerinden RNFLCSA ve CDAR parametrelerinin güçlü korelasyon gösterdiğini belirtmişlerdir (103). Çalışmamızda benzer olarak GA MD indeksi ile HRT RA, RV, CV, CDAR, LCDR, MCD, CSM, MRNFLT ve RNFLCSA parametreleri arasında anlamlı korelasyon izlendi. Bu sonuçlar glokomda RGH ve akson kayıplarını GA da MD parametresi ile HRT de NRR, optik çukurluk ve RSLT kalınlığını ifade eden parametrelerin yansıttığını düşündürmektedir.

Lan ve arkadaşları 62 PAAG'li olguya GA, HRT ve GDx uygulayarak sonuçlarını karşılaştırmışlardır. GA MD indeksi ile HRT DA, RA parametreleri arasında, GA CPSD indeksi ile HRT RA parametresi arasında korelasyon bildirmişlerdir. OSB'nin yapısal olarak bireysel farklılığından dolayı glokomda fonksiyonel kayıp ile yapısal farklılığın çok iyi örtüşmediğini bildirmişlerdir. Glokomatöz hasarın erken tanısında klinik muayene ile beraber yapısal ve fonksiyonel ölçümlerin yol gösterici olduğunu belirtmişlerdir (6). Çalışmamızda bu sonuçların tersi olarak GA global indeksleri ile OSB'deki NRR, optik çukurluk ve RSLT'nin yapısal ölçümlerini ifade eden HRT parametreleri arasında korelasyon olduğunu, GON'da yapısal değişim ile fonksiyonel kaybın beraber seyrettiğini gözledik.

Brigatti ve arkadaşları hafif ve orta düzeyde GA kaybı olan olgularda GA ve HRT sonuçlarını değerlendirdikleri çalışmalarında GA MD ve CPSD indeksleri ile HRT CA, CV, CDAR ve MCD parametreleri arasında güçlü korelasyon izlemişlerdir. Çalışmalarında glokomda yapısal ve fonksiyonel hasarın korelasyon gösterdiğini, özellikle fonksiyonel hasar ile birlikte geleneksel yapısal parametreler (CA, CV, CDAR ve MACD) arasında anlamlı ilişki olduğunu bildirmişlerdir (12). Çalışmamızda bu sonuçlara ek olarak GA MD ve CPSD ile HRT RA, RV, LCDR, CSM, MRNFLT ve RNFLCSA parametreleri arasında da korelasyon gözlemlendi.

Bayer ve arkadaşları sağlıklı ve hafif, orta düzeyde GA kaybı olan glokomlu olguları karşılaştırmışlardır. Çalışmalarında glokomlu olgular ile sağlıklı olguları ayırt etmede HRT CV, RV, CSM ve HVC parametrelerinin önemli olduğunu ve bu 4 parametrenin glokom tanısında duyarlılık (%74,3) ve seçiciliğinin (%80) en üst düzeyde olduğunu gözlemişlerdir (104). Çalışmamızda sağlıklı olgulardan oluşan Grup 0 ile hafif, orta ve ağır GA hasarı olan grupları karşılaştırdığımızda sağlıklı olgular ile PAAG li olguları ayırt etmede özellikle HRT RA, RV, CA, CV, CDAR, LCDR ve CSM parametrelerinde anlamlı ilişki gözlemlendi. Özellikle CSM parametresinin sağlıklı olgular ile glokomlu olguları ayırt etmede önemli olduğu izlendi.

Hatch ve arkadaşları 57 glokomlu olguyu 3 alt gruba ayırarak ( Grup I yüksek GİB, normal OSB ve GA ya sahip 10 olgudan, Grup II GON u olan fakat normal GA ya sahip 30 olgudan, Grup III GON ve glokomatöz GA ya sahip 17 olgudan oluşmuştur.) HRT stereometrik parametrelerini değerlendirmişlerdir. 3 grup arasında HRT RV ve CSM parametrelerinde anlamlı farklar olduğunu, HVC parametresinde bu sonucu gözlemediklerini belirtmişlerdir. HRT RV, CSM ve MRNFLT parametrelerinin alt grupları ayırt etmede önemli olduğunu belirtmişlerdir (105). Çalışmamızda HRT RV ve CSM parametrelerine ek olarak RA, CA, CV, CDAR, LCDR parametreleri arasında anlamlı farklar gözlemlendi, HRT HVC parametresinin alt gruplar arasında anlamlı farklar sergilemediği izlendi. Bu sonuçlar HRT nin klinikte en büyük yararının zaman içinde OSB de meydana gelen değişikliklerin dökümantasyonuna olanak sağlaması olduğunu düşündürmektedir.

Lopez-Pena ve arkadaşları glokomlu ve sağlıklı olgulara GA, HRT, OCT ve GDx uygulayarak sonuçlarını karşılaştırmışlardır. GA MD indeksi ile HRT CA, RA, CV, RV, CDAR, LCDR, CSM, MRNFLT ve RNFLCSA parametreleri arasında korelasyon



izlediklerini bildirmişlerdir. Çalışmalarında GA bulguları ile OSB görüntüleme bulguları arasında orta düzeyde korelasyon saptadıklarını belirtmişlerdir (106). Çalışmamızda GA MD indeksi ile HRT RA, RV, CDAR, CSM, MRNFLT ve RNFLCSA parametreleri arasında güçlü, CV, LCDR ve MCD parametreleri arasında orta düzeyde korelasyon gözlemlendi. Lopez-Pena ve arkadaşlarının çalışmalarında belirttikleri gibi OSB nin bireysel anatomik farklılıklarından dolayı yapısal ve fonksiyonel ölçümler arasındaki ilişkinin zayıf olduğunu ve bu testlerin birbirlerini tamamladıklarını düşündürmektedir.

Turaçlı ve arkadaşları 26 sağlıklı, 21 PAAG, 10 NTG ve 11 OHT olgusuna BGA, HRT ve GDx uygulayarak sonuçlarını değerlendirmişlerdir. Çalışmalarında PAAG li grupta HRT RNFLCSA değerlerinin kontrol grubundan daha düşük, MCD değerlerinin de daha yüksek olduğunu, GA MD ve CPSD indekslerinin de kontrol grubundan anlamlı olarak daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. GA indeksleri ile HRT parametreleri arasında korelasyon saptayamadıklarını bu sonucun glokomlu olgularda GA defektlerinin ileri düzeyde olmamasından kaynaklanabileceğini, glokom tanısı ve takibinde BGA, HRT ve GDx testlerinin birlikte kullanılması gerektiğini ve OSB deki anatomik farklılıkların sonuçları etkileyebileceğini belirtmişlerdir (107). Çalışmamızda kontrol grubu ile PAAG li gruplar arasında HRT CA, CV, RA, RV, CDAR, LCDR ve CSM parametrelerinde anlamlı farklar izlendi. Bu sonuçlar glokomda ilk yapısal farklılıkların optik çukurluğun ve NRR nin alan, hacim, disk ve çukurluk oranları ile çukurluk şekil ölçüsünde izlendiğini düşündürmektedir.

Caprioli sağlıklı ve glokomlu olgulara GA ve HRT uygulayarak sonuçlarını karşılaştırmıştır. GA MD, CPSD ve SF indeksleri ile HRT CDAR, CV, RA ve MRNFLT parametreleri arasından anlamlı farklar olduğunu bildirmiştir. HRT MRNFLT ve GA MD indekslerinin glokomatöz hasarı tanımlamada özellikle önemli olduğunu bunları HRT nin RA ve RV parametrelerinin takip ettiğini belirtmiştir. Glokomda yapısal değişimi ifade eden HRT parametreleri ile GA indekslerinin erken glokomatöz defektini yansıtmada başarılı olduğunu bildirmiştir (108). Çalışmamızda hafif glokomatöz hasarı olan grup ile sağlıklı grup arasında özellikle HRT CA, CV, CDAR, LCDR ve CSM parametreleri arasında anlamlı farklar izlendi. Erken glokomatöz hasarlı olgularda yapısal parametrelerden özellikle CA, CV, CDAR, LCDR ve CSM parametrelerinin önemli olduğu gözlemlendi.

Bathija ve arkadaşları 49 sağlıklı ve hafif GA kaybı olan 50 olgu ile yapmış oldukları çalışmada HRT stereometrik parametrelerinin 2 grup arasındaki farklılıklarını

değerlendirmişlerdir. Kontrol grubu ile glokom grubu arasında HRT CA, CDAR, RA, CV, RV, CSM, MRNFLT ve RNFLCSA parametrelerinin anlamlı farklar sergilediğini belirtmişlerdir. Özellikle RA, CSM, HVC ve RNFLCSA parametrelerinin glokom tanısında duyarlılık (%78) ve seçiciliğinin (%88) en üst düzeyde olduğunu bildirmişlerdir (109). Sonuçlar söz konusu parametrelerin glokomun tanı ve takibinde yön gösterici olduğunu düşündürmektedir. Çalışmamızda da kontrol grubu ile PAAG olgularından oluşan 3 alt grup arasında da benzer sonuçlar elde ettik. Kontrol grubu ile PAAG li grup arasında HRT RA, CA, RV, CV, CDAR, LCDR ve CSM parametrelerinin anlamlı farklar izlendi. Bu sonuçlar sağlıklı olgular ile hafif GA hasarlı olgular arasında NRR, optik çukurluk ve RSLT kalınlığını ifade eden HRT parametrelerinin glokomun tanı ve takibinde önemli olduğunu düşündürmektedir.

Wollstein ve arkadaşları 80 sağlıklı olgudan oluşan kontrol grubu ile 51 olgudan oluşan hafif ve orta GA hasarlı glokomlu olgudan elde edilen GA MD indeksi ile HRT stereometrik parametrelerini karşılaştırmışlardır. İki grup arasında GA MD indeksi ile HRT CV, RV, CA, RA, CDAR, CSM, HVC, MRNFLT ve RNFLCSA parametreleri arasında anlamlı korelasyon bildirmişlerdir. Çalışmalarında erken glokomatöz hasarlı olgulardaki değişiklikleri tanımlamada topografik ölçümlerin yararlı olduğunu belirtmişlerdir (110). Çalışmamızda MD indeksi ile beraber PSD ve CPSD indeksleri ile HRT parametreleri arasında korelasyon gözlemlendi. Bu sonuçlar glokomda yapısal ve fonksiyonel hasarın paralellik gösterdiğini ve bu testlerin glokomun tanı ve takibinde tamamlayıcı olduğunu düşündürmektedir.

Lee ve arkadaşları 44 PAAG li olgunun 81 gözü üzerinde yapmış oldukları çalışmada GA MD ve CPSD indeksleri ile HRT RA, RV ve MRNFLT parametreleri arasında korelasyon bildirmişlerdir. Çalışmalarında PAAG de fonksiyonel optik sinir hasarı ile OD nin yapısal topografik ölçümlerini veren HRT arasında anlamlı korelasyon izlediklerini belirtmişlerdir (111). Çalışmamızda bu parametrelere ek olarak GA MD ve CPSD parametreleri ile HRT CDAR, LCDR, CSM ve RNFLCSA parametreleri arasında da korelasyon izlendi.

## 14. SONUÇ

Glokomda fonksiyonel hasarın dökümantasyonu ve progresyonunun izlenmesi açısından, sağlıklı olgular ile glokomlu olgular arasındaki farkları saptamak, glokomun tanısında ve takibinde hangi parametrelerin istatistiksel açıdan önemli ve anlamlı olduğunu izlemek için Humphrey BGA ile elde edilen GA FP testi global indeksleri (MD, PSD, SF ve CPSD) ile OSB ve RSLT deki yapısal değişimlerin izlendiği HRT III cihazı topografik görüntülerinden elde edilen stereometrik parametreler arasındaki muhtemel korelasyon araştırıldı. GA MD, PSD, SF ve CPSD indeksleri ile HRT CA, CV, RA, RV, CDAR, LCDR ve CSM parametreleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişki saptandı. GA global indeksleri hasarın yaygınlığı hakkında olgunun retina eşik değerlerini referans aralıkları ile karşılaştırarak bilgi verir. GA global indeksleri ile RGH aksonlarının sayı ve hacmini ifade eden HRT RA ve RV parametreleri, akson kaybıyla beraber genişliği ve derinliğinde artış izlenen optik çukurluğun alan ve hacmini değerlendiren CA ve CV parametreleri, bu değerlerin oranlarını belirten CDAR ve LCDR parametreleri arasında ve optik çukurluğun şekil, derinlik ve hacim ölçülerini belirten CSM parametresi arasındaki anlamlı istatistiksel ilişki HRT parametrelerinin fonksiyonel hasar ile paralellik gösterdiğini düşündürmektedir.

Çalışmamızda kontrol grubu ile hafif, orta ve ağır GA hasarlı 3 alt grupta GA ve HRT sonuçları değerlendirildiğinde glokomlu olgularda optik çukurluğun alan ve hacim ölçüleri, NRR alan ve hacim ölçüleri, disk çukurluk oranları ve çukurluk şekil ölçümü arasında anlamlı farklılık izlenmiştir. Bu sonuçlar normal ve glokomlu olguların ayrımı ve glokomun progresyonunun dökümente edilmesinde HRT parametrelerinin değerli sonuçlar ortaya koyduğunu düşündürmektedir.

Sonuç olarak glokom tanı ve takibinde BGA ile HRT III cihazı birlikte kullanılmalı ve OD deki yapısal farklılıkların sonuçları etkileyebileceği unutulmamalıdır.

## 15. KAYNAKLAR

1. Greenfield DS. Ophthalmic Imaging. Atlas of Ophthalmology. Parrish II RK, ed. Current Medicine. Philadelphia. 1999; (6): 38-44.
2. Yıldırım E. Optik sinir başı muayene yöntemleri. Glokom. Turaçlı ME, Önel M, Yalvaç IS, eds. 1. Baskı. SFN Yayıncılık. Ankara. 2003; 19-24.
3. Emerick GT, Gede SJ. Visual field testing. Atlas of Ophthalmology. Parrish II RK, ed. Current Medicine. Philadelphia. 1999; (2): 14-18.
4. Turaçlı ME. Açık açılı glokomların epidemiyolojisi ve risk faktörleri. T Klin Oftalmoloji. 2004; 13: 1-5.
5. Girkin CA. Principles of confocal scanning laser ophthalmoscopy for the clinician. The Essential HRT Primer. Jocoto Advertising, Inc. San Ramon, California. 2005; 1-9.
6. Lan YW, Henson DB, Kwartz AJ. The correlation between optic nerve head topographic measurements, peripapillary nerve fiber layer thickness and visual field indices in glaucoma. Br J Ophthalmol. 2003; 87; 1135-1141.
7. Janknecht P, Funk J. Optic nerve head analyser and Heidelberg retina tomograph: accuracy and reproducibility of topographic measurements in a model eye and in volunteers. Br J Ophthalmol. 1994; 78: 760-768.
8. Chauhan BC, McCormick TA, Nicoleta MT. Optic disc and visual field changes in a prospective longitudinal study of patients with glaucoma. Arch Ophthalmol. 2001; 119: 1492-1499.
9. Zangwill L, Shakiba S, Caprioli J. Agreement between clinicians and a confocal scanning laser ophthalmoscope in estimating cup/disk ratios. Am J Ophthalmol. 1994; 119: 415-421.
10. Yücel HY, Gupta N, Kalichman M. Relation of optic disc topography to optic nerve fiber number in glaucoma. Arch Ophthalmol. 1998; 116:493-497.
11. Uchida H, Brigatti L, Caprioli J. Detection of structural damage from glaucoma with confocal laser image analysis. Invest Ophthalmol Vis. Sci. 1996; 37 (12): 2393-2399.
12. Brigatti L, Caprioli J. Correlation of visual field with scanning confocal laser optic disc measurements in glaucoma. Arch Ophthalmol. 1995; 113: 1191-1194.
13. Stamper RL, Liberman MF, Drake MV. Primary open-angle glaucoma. Becker & Shaffer's. Diagnosis and Therapy of the Glaucomas. Seventh Ed. Mosby. St Louis-Missouri. 1999; 286-316.
14. Gedde SJ, Budenz DL, Anderson DR. Primary open angle glaucoma and normal tension glaucoma. Atlas of Ophthalmol. Richard K Parrish II, ed. Current Medicine. Philadelphia. 1999; 187-188.
15. Harasymowycz P, Fansi AK, Papamatheakis D. Screening for primary open-angle glaucoma in the developed World: Are we there yet? Can J Ophthalmol. 2005; 40: 477-486.
16. Stamper RL, Liberman MF, Drake MV. Introduction and classification of the glaucomas. Becker & Shaffer's Diagnosis and Therapy of the Glaucomas. Seventh Ed. Mosby. St Louis-Missouri. 1999; 2- 9.

17. Ertürk H. Primer açık açılı glokom. Glokom. Turaçlı ME, Önal M, Yalvaç IS. eds. 1. Baskı. SFN Yayıncılık. Ankara. 2003; 69–76.
18. Yalvaç I. Primer açık açılı glokom tanısı. T Klin Oftalmoloji. 2004; 13: 16-28.
19. Smith MF, Doyle JW. Clinical examination of glaucoma. Ophthalmology. Second Edition. Yanoff M, Duker JS, eds. Mosby. St Louis. 2004; 1431-1440.
20. Orhan M. Hümör aköz dinamiği. Glokom. Turaçlı ME, Önal M, Yalvaç IS. eds. 1.Baskı. SFN Yayıncılık. Ankara. 2003; 4-10.
21. Zimmerman R, Sakiyalak D, Krupin T. Primary open-angle glaucoma. Ophthalmology. Second Edition. Yanoff M, Duker JS, eds. Mosby. St Louis. 2004; 1482-1487.
22. Fraser S, Wormald R. Epidemiology of glaucoma. Ophthalmology. Second Ed. Yanoff M, Duker JS, eds. Mosby. St Louis. 2004; 1413-1417.
23. Radius RL. Anatomy and pathophysiology of the retina and optic nerve. The Glaucomas. Vol. I. Rich R, Shields MB, Krupin T, eds Mosby. St Louis, Missouri. 1989; 89-125.
24. Radius RL. Anatomy and embryology of the optic nerve. Glaucoma. Section I. Vol. 7. Textbook of Ophthalmology. Podos SM, Yanoff M. eds. Mosby. London, 1994; 2.6-2.19.
25. Hernandez MR. Extracellular matrix of the human optic nerve head in glaucoma. Section II. Glaucoma. Vol. 7. Textbook of Ophthalmology. Podos SM, Yanoff M, eds. Mosby. London. 1994; 6.4-6.7.
26. Kanski JJ. Glaucoma. Clinical Ophthalmology. Sixth Edition. London. 2007; 371-390.
27. Heijl A. Visual field loss and perimetry in glaucoma. Glaucoma. Section II. Vol.7, Textbook of Ophthalmology. Podos SM, Yanoff M, eds. Mosby. London. 1994; 7.6-7.12.
28. Jonas JB, Budde WM, Panda-Jonas S. Ophthalmoscopic evaluation of the optic nerve head. Surv of Ophthalmol. 1999. 43:(4); 293-320.
29. Hoffmann EM, Zangwill LM, Crowston JG. Optic disk size and glaucoma. Surv of Ophthalmol. 2007; 52:(1). 1-34.
30. Anton A, Yamagashi N, Zangwill L. Mapping structural to functional damage in glaucoma with standart automated perimetry and confocal scanning laser ophthalmoscopy. Am. J Ophthalmol. 1998; 125: 436-446.
31. Choplin NT. Retinal nerve fiber layer analysis. Ophthalmology. Second Edition. Yanoff M, Duker JS, eds. Mosby. St Louis. 2004; 1465-1469.
32. Stamper RL, Liberman MF, Drake MV. Clinical evaluation of the optic nerve head. Becker & Shaffer's. Diagnosis and Therapy of the Glaucomas. Seventh Ed. Mosby. St Louis-Missouri. 1999; 190-215.
33. Tuulonen A, Airaksinen PJ. Funduscopy and photography of the retinal nerve fiber layer. Glaucoma. Section III. Vol. 7, Textbook of Ophthalmology. Podos SM, Yanoff M, eds. Mosby. London, 1994; 4.12-4.19.
34. Apaydın C. Anatomi. Temel Göz Hastalıkları. 1. Baskı. Aydın P, Akova YA, eds. Ankara. Güneş Kitabevi. 2001; 3-25.
35. Schubert HD. Structure and function of the neural retina. Ophthalmology. Second edition. Yanoff M, Duker JS, eds. Mosby. St Louis. 2004; 771-774.
36. Akar S. Retina embriyogenezi. Temel Göz Hastalıkları. 1. Baskı. Aydın P, Akova YA, eds. Ankara. Güneş Kitabevi. 2001; 289-296.
37. Kamburoğlu E, Dürük K, Özyol E. Görmenin biyokimyası. T Klin Oftalmoloji. 2005; 14: 180-187.
38. Marmor MF. Retinal pigment epithelium. Ophthalmology. Second Ed. Yanoff M, Duker JS, eds. Mosby. St Louis. 2004; 775-778.

39. Alimgil L. Görme alanı fizyolojisi. Görme Alanı El Kitabı. Aydın P, ed. Aksu Yayıncılık. Ankara. 2005: 16-19.
40. Lynn JR, Feliman RL, Starita RJ. Exploring the normal visual field. The Glaucomas. Vol. I. Rich R, Shields MB, Krupin T, eds. Mosby. St Louis-Missouri. 1989: 361-368.
41. Orhan M. Primer açık açılı glokom etiyooloji ve fizyopatoloji. T Klin Oftalmolji. 2004; 13: 6-12.
42. Fantes FE, Anderson DR. Optic nerve in glaucoma. Atlas of Ophthalmol. Richard K. Parrish II, ed. Current Medicine. Philadelphia. 1999; 177- 180.
43. Yalvaç I. Glokom. Temel Göz Hastalıkları. 1. Baskı. Aydın P, Akova YA, eds. Güneş Kitabevi. Ankara. 2001; 261-273.
44. Conforti L, Adalbert R, Coleman MP. Neuronal death: where does the end begin? Trends in Neurosciences. 2007; 30 (4): 159-166.
45. Palmberg PF, Wigs JL. Mechanisms of glaucoma. Ophthalmology. Second Ed. Yanoff M, Duker JS, eds. Mosby. St Louis. 2004; 1423-1430.
46. Weinreb RN, Vasile C. What damages the optic nerve in glaucoma? Glaucoma In The 21 st Century. Weinreb NR, Kitazawa Y, Krieglstein KG, eds. Mosby. Barcelona 2000; 103-106.
47. Stamper RL, Liberman MF, Drake MV. Optic nerve anatomy and pathophysiology. Becker & Shaffer's. Diagnosis and Therapy of the Glaucomas.. Seventh Ed. St Louis-Missouri. Mosby. 1999; 177-190.
48. Weber AJ, Harman CD. Structure-function relations of parasol cells in the normal glaucomatous primate retina. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2005; 46 (9): 3197-3207.
49. Mays AJ. Psychophysical tests for glaucoma. Ophthalmology. 2nd Edition. Yanoff M, Duker JS, eds. Mosby. St Louis. 2004; 1453-1457.
50. Higginbotham EJ. Ophthalmoscopic and photographic characteristics of the optic nerve head in glaucoma. Section III. Glaucoma. Vol. 7. Textbook of Ophthalmology. Podos SM, Yanoff M, eds. Mosby. London. 1994; 6.8-6.11.
51. Airaksinen PJ, Tuulonen A, Werner EB. Clinical evaluation of the optic disc and retinal nerve fiber layer. The Glaucomas. Vol. I. Rich R, Shields MB, Krupin T, eds. Mosby. St Louis- Missouri. 1989; 467-494.
52. Danesh-Meyer HV, Ku JYF, Papchenko TL. Regional correlation of structure and function in glaucoma, using the disc damage likelihood scale, Heidelberg retina tomograph, and visual fields. Am Acad Ophthalmol. 2006; 113: 603-611.
53. Humphrey Field Analyzer Rev. A 7/94 29900-1:2-19.
54. Jonas BJ. The glaucomatous optic disc. Glaucoma In The 21 st Century. Weinreb NR, Kitazawa Y, Krieglstein KG, eds. Mosby. Barcelona. 2000; 9-14.
55. Tuulonen A, Airaksinen PJ. Fundusoscopic and photographic characteristics of the retinal nerve fiber layer in glaucoma. Glaucoma. Section III. Vol. 7, Textbook of Ophthalmology. Podos SM, Yanoff M, eds. Mosby. London, 1994; 6.12-6.21.
56. Heijl A. Visual function, perimetry. Section I. Glaucoma. Vol. 7. Textbook of Ophthalmology. Podos SM, Yanoff M, eds. Mosby. London. 1994; 5.1-5.7.
57. Werner EB. Visual field perimetry in glaucoma. Ophthalmology. Second Edition. Yanoff M, Duker JS, eds. Mosby. St Louis. 2004; 1441-1452.
58. Drance SM. Glaucomatous visual field defects. The Glaucomas. Vol. I. Rich R, Shields MB, Krupin T, eds. Mosby. St Louis-Missouri. 1989; 393- 402.
59. Breton ME, Drum BA. Functional testing in glaucoma. The Glaucomas. Vol, I. Rich R, Shields MB, Krupin T, eds. Mosby. St Louis-Missouri. 1989; 179-198.

60. Tamçelik N. Görme fonksiyonu. Glokom. Turaçlı ME, Önel M, Yalvaç IS, eds. SFN Yayıncılık. 1. Baskı. Ankara. 2003; 41-55.
61. Stamper RL, Liberman MF, Drake MV. Visual field theory and methods. Becker & Shaffer's. Diagnosis and Therapy of the Glaucomas. Seventh Ed. Mosby. St Louis-Missouri. 1999; 120-129.
62. Lynn JR, Feliman RL, Starita RJ. Exploring the normal visual field. The Glaucomas. Vol. I. Rich R, Shields MB, Krupin T, eds. Mosby. St Louis-Missouri. 1989; 368-391.
63. Stamper RL, Liberman MF, Drake MV. Techniques and variables in visual field testing. Becker & Shaffer's. Diagnosis and Therapy of the Glaucomas. Seventh Ed. St Louis-Missouri. Mosby. 1999, 130-143.
64. Cyrilin MN. Automated perimetry. The Glaucomas. Vol. I. Rich R, Shields MB, Krupin T, eds Mosby. St Louis-Missouri. 1989; 403-450.
65. Budenz DL. Introduction to automated perimetry. Budenz DL, ed Atlas of Visual Fields. Lippincott-Raven. Philadelphia. 1997; 1-4.
66. Schaumberger M, Schafer B, Lachenmayr B. Glaucomatous visual fields. Invest Ophthalmol Vis Sci. 1995; 36 (7): 1390-1397.
67. Wild J, Pacey IE, Hancock S. Between-algorithm, between-individual differences in normal perimetric sensitivity: Full threshold, fastpac and sita. Invest Ophthalmol Vis Sci. 1999, 40 (6): 1152-1161.
68. Glass E, Schaumberger M, Lachenmayr BJ. Simulations for fastpac and the standard 4-2 dB full-threshold strategy of the Humphrey field analyzer. Invest Ophthalmol Vis Sci. 1995, 36 (9): 1847-1854.
69. Humphrey Field Analyzer Rev. A 7/94 29900-1. 4,1-4,5.
70. Sample AP, Bosworth CF, Weinreb RN, Perimetric tests for specific visual functions in eyes with glaucoma. Glaucoma In The 21 st Century. Weinreb NR, Kitazawa Y, Krieglstein KG, eds. Mosby. Barcelona. 2000; 49-56.
71. Stamper RL, Liberman MF, Drake MV. Visual field interpretation. Becker & Shaffer's Diagnosis and Therapy of the Glaucomas. 7 th Ed. St Louis-Missouri. Mosby. 1999; 144-171.
72. Cyrilin MN. Automated perimetry. The Glaucomas. Vol. I. Rich R, Shields MB, Krupin T, eds Mosby. St Louis-Missouri. 1989; 451-466.
73. Özdemir N. Glokomda perimetrik veri analizi. Aydın P, ed. Görme Alanı El Kitabı. Aksu Yayıncılık. 2005; 127-131.
74. Heijl A. Visual field loss and perimetry in glaucoma. Glaucoma. Section II. Vol.7, Textbook of Ophthalmology. Podos SM, Yanoff M, eds. Mosby. London. 1994; 7.12-7.27.
75. Budenz DL. Introduction to automated perimetry. Budenz DL, ed. Atlas of Visual Fields. Lippincott-Raven. Philadelphia. 1997; 17-45.
76. Heijl A. The glaucomatous visual field. Glaucoma In The 21 st Century. Weinreb NR, Kitazawa Y, Krieglstein KG, eds. Mosby. Barcelona. 2000; 35-42.
77. Ocakoğlu Ö. Optik sinir başı muayene yöntemleri. Glokom. Turaçlı ME, Önel M, Yalvaç IS, eds. SFN Yayıncılık. 1. Baskı. Ankara. 2003; 25-33.
78. Üstündağ C. Primer Açık Açılı Glokomda Görüntüleme Yöntemleri. T Klin Oftalmolji. 2004;13: 38-45.
79. Vihanninjoki K, Burk ROW, Teesalu A. Optic disc biomorphometry with the Heidelberg retina tomograph at different reference levels. Acta Ophthalmol Scand. 2002; 80: 47-53.
80. Anton A. Clinical interpretation of the Heidelberg retina tomograph II (HRT II). The Essential HRT Primer. Jocoto Advertising Inc. San Ramon. California. 2005; 1-5.

81. Williams ZY, Kloizman TP, Schuman JS. Disc analysis. *Ophthalmology*. Second Edition. Yanoff M, Duker JS, eds. Mosby. St Louis. 2004; 1458-1464.
82. Weinreb RN, Caprioli J. Image analysis of the optic nerve head and retinal nerve fiber layer. Section IV. Glaucoma. Vol. 7. *Textbook of Ophthalmology*. Podos SM, Yanoff M, eds. Mosby. London. 1994; 4.20-4.27.
83. Weinreb RN, Shakıba S, Sample PA et al. Association between quantitative nerve fiber layer measurement and visual field loss in glaucoma. *Am J Ophthalmol*. 1995; 120: 732-738.
84. Heidelberg Retina Tomography (HRT II–HRT III) Version 3.1-01E User’s Guide. 2006. 11215-E; 1-2.3.
85. Fingeret M. Using the Heidelberg retina tomograph II (HRT II): Image acquisition and accessing the data. *The Essential HRT Primer*. Jocoto Advertising Inc San Ramon. California. 2005; 11-30.
86. Zangwill L, Irak I, Berry C. Effect of cataract and pupil size on image quality with confocal scanning laser ophthalmoscopy. *Arch Ophthalmol*. 1997; 115: 983-990.
87. Anton A. Clinical interpretation of the Heidelberg retina tomograph II (HRT II). *The Essential HRT Primer*. Jocoto Advertising Inc. San Ramon, California. 2005;41-52.
88. Alfonso A. The glaucomatous visual field. *Glaucoma In The 21 st Century*. Weinreb NR, Kitazawa Y, Krieglstein KG, eds. Mosby. Barcelona. 2000; 57-65.
89. Miglior S, Casula M, Guareschi M. Clinical ability of Heidelberg retinal tomograph examination to detect glaucomatous visual field changes. *Ophthalmology*. 2001; 108: 1621-1627.
90. Zelefsky JR, Harizman N, Mora R. Assessment of a race-specific normative HRT-III database to differentiate glaucomatous from normal eyes. *J Glaucoma*. 2006; 15; 548-551.
91. Garway-Heath DF. Moorfields regression analysis. *The Essential HRT Primer*. Jocoto Advertising Inc. San Ramon. California. 2005; 31-39.
92. Budenz DL. Visual field in glaucoma. *Atlas of Ophthalmology*. Parrish II RK, ed. Current Medicine. Philadelphia. 1999; 181-186.
93. Budenz DL. Glaucomatous visual field loss. Budenz DL, ed *Atlas of Visual Fields*. Lippincott-Raven. Philadelphia. 1997; 143-162.
94. Cioffi GA, Johnson CA. Structural/functional relationships in glaucoma. Image acquisition and accessing the data. *The Essential HRT Primer*. Jocoto Advertising Inc San Ramon. California. 2005; 67-75.
95. Zangwill L, Bowd C, Weinreb RN. What is optic disc and retinal nerve fiber layer progression? *Glaucoma In The 21 st Century*. Weinreb NR, Kitazawa Y, Krieglstein KG, eds. Mosby. Barcelona. 2000; 27-34.
96. Iester M, Courtright P, Mikelberg FS, et al. Retinal nerve fiber layer height in high-tension glaucoma and healthy eyes. *J Glaucoma*. 1998; 7: 1-7.
97. Iester M, Swindale NV, Mikelberg FS. Sector-based analysis of optic nerve shape parameters and visual field indices in healthy and glaucomatous eyes. *J Glaucoma*. 1997; 6: 371-376.
98. Iester M, Frederick SM, Courtright P, et al. Correlation between the visual field indices and Heidelberg retina tomograph parameters. *J Glaucoma*. 1997; 6: 78-82.
99. Iester M, Broadway DC, Mikelberg FS. A comparison of healthy, ocular hypertensive and glaucomatous optic disc topographic parameters. *J Glaucoma*. 1997; 6: 363-370.
100. Iester M, Mikelberg FS, Drance SM. The effect of optic disc size on diagnostic precision with the Heidelberg Retina Tomograph. *Ophthalmology*. 1997; 104: 545-548.



101. Teesalu P, Vihanninjoki K, Airaksinen PJ. Correlation of Blue-on-Yellow visual fields with scanning confocal laser optic disc measurements. *Invest Ophthalmol Vis Sci.*1997; 38 (12): 2452-2459.
102. Miglior M, Guareschi M, Romanazzi F. The impact of definition of primary open-angle glaucoma on the cross-sectional assessment of diagnostic validity of Heidelberg retinal tomography. *Am J Ophthalmol.* 2005; 139(5): 878-887.
103. Eid TM, Spaeth GL, Katz LJ. Quantitative estimation of retinal nerve fiber layer height in glaucoma and the relationship with optic nerve head topography and visual field. *J Glaucoma.* 1997; 6: 221-230.
104. Bayer A, Erdurman C, Uysal Y. Glokomlu olgularla normal olguları ayırt etmede konfokal tarayıcı lazer tomografi. *MN Oftalmoloji.* 2003; 10 (3): 241-244.
105. Hatch WV, Flanagan JG, EtcHELLS EE. Laser scanning tomography of the optic nerve head in ocular hypertension and glaucoma. *Br J Ophthalmol.* 1997; 81: 871-876.
106. Lopez-Pena MJ, Ferreras A, Polo V. Relationship between standard automated perimetry and HRT, OCT and GDx in normal, ocular hypertensive and glaucomatous subjects. *Arch Soc Esp Oftalmol.* 2007; 82: 197-208.
107. Turaçlı ME, Tekeli O, Deniz H. Heidelberg retina tomografi, tarayıcı lazer polarimetri ve bilgisayarlı görme alanı parametrelerinin karşılaştırılması. *T Oft Gaz.* 2002; 32: 346-353.
108. Caprioli J. Discrimination between normal and glaucomatous eyes. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1992; 33: 153-159.
109. Bathja R, Zangwill L, Berry C. Detection of early glaucomatous structural damage with confocal scanning laser tomography. *J Glaucoma.* 1998; 7: 121-127.
110. Wollstein G, Garway-Heath DF. Identification of early glaucoma cases with the scanning laser ophthalmoscope. *Ophthalmology.* 1998; 105: 1557-1563.
111. Lee KH, Park KH, Kim DM. Relationship between optic nerve head parameters of Heidelberg retina tomograph and visual field defects in primary open-angle glaucoma. *Korean J Ophthalmol.* 1996; 10: 24-28.