

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

**PRİMER AÇIK AÇILI GLOKOMDA KISA
DALGA BOYLU PERİMETRİ (SWAP) VE
HEIDELBERG RETİNA TOMOGRAFİSİ (HRT III)
GLOKOM MODÜLÜ SONUÇLARININ
KARŞILAŞTIRILMASI**

UZMANLIK TEZİ

Abdulgafur BATA

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Halit OĞUZ

ŞANLIURFA 2012

TEŞEKKÜR

Harran Üniversitesi Tıp Fakóltesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı'nda sürdürdüğüm uzmanlık eğitimim süresince beni teşvik edip yönlendiren ve çalışmalarımnda her zaman destek, ilgi ve anlayışını gördüğüm, yetişmemde büyük katkıları olan hocalarım Sayın Prof. Dr. Halit OĞUZ, Prof. Dr. Ahmet SATICI, Prof. Dr. Mustafa GÜZEY, Prof. Dr. Sevim SÖKER ÇAKMAK, Yrd. Doç.Dr. Ali AKAL ve Yrd. Doç.Dr. Tuğba GÖNCÜ' ye sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Tezimin oluşumu ve yönlendirilmesinde büyük katkı, zaman ve emeğini esirgemeyen tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Halit OĞUZ'a, tezimin istatistiksel analizinde bana yol gösteren ve yardımlarını esirgemeyen Sayın Dr. Hakim ÇELİK'e ve Sayın Doç. Dr. Alpay ÇAKMAK'a, tüm mesai arkadaşlarıma, sonsuz teşekkür ederim.

Abdulgafur BATA

İÇİNDEKİLER

1.GİRİŞ	1
2.GENEL BİLGİLER	2
2.1. Glokom	2
2.2. Primer Açık Açılı Glokom	2
2.2.1. Tanım	2
2.2.2. Risk Faktörleri	2
2.2.3. Epidemiyoloji	3
2.2.4. Fiziopatoloji	3
2.2.5. Klinik Belirti ve Bulgular	3
2.3. Optik Sinir Başı Anatomisi	4
2.3.1. Retrolaminer Bölge	5
2.3.2. Lamina Skleralis (Lamina Cribrosa)	5
2.3.3. Prelaminer Bölge (Lamina Choroidalis)	5
2.3.4. Yüzeysel Sinir Lifleri Tabakası (Lamina Retinalis)	6
2.4. Optik Sinir Başının Vasküler Yapısı	7
2.5. Aksonal Transport	7
2.6. Optik Sinir Başı ve Retina Sinir Lifi Tabakasında Glokomatöz Değişiklikler	7
2.6.1. Optik Sinir Başı Çapı	8
2.6.2. Optik Sinir Başı Şekli	8
2.6.3. Nöroretinal Rim Büyüklüğü ve Şekli	8
2.6.4. Optik Çukurluğun Optik Sinir Başı Alanına Göre Yapısı	8
2.6.5. Çukurluk/Disk Alan Oranı	9
2.6.6. Optik Disk Hemorajileri	9
2.6.7. Parapapiller Koryoretinal Atrofi	9
2.6.8. Retinal Damar Çapları	10
2.6.9. Retina Sinir Lifleri Tabakası	10
2.7. Glokomda Optik Sinir Hasarının Patogenezi	10
2.8. Optik Sinir Başı Muayene Yöntemleri	11
2.9. Konfokal Tarayıcı Laser Oftalmoskopi	12
2.10. Heidelberg Retina Tomografisi	14
2.10.1. Heidelberg Retina Tomografisi III Cihazının Teknik Özellikleri	14
2.10.2. Heidelberg Retina Tomografisinde Görüntülerin Elde Edilmesi	16

2.10.3. Heidelberg Retina Tomografisi III de Stereometrik Analiz Verileri	17
2.10.4. Topografik Değişikliklerin Saptanması	20
2.10.5. Moorfields Regresyon Analizi (MRA) Verileri	21
2.10.6. Sıralı Segment Eğrileri	22
2.11. Heidelberg Retina Tomografisi Verilerinin Analizi ve Görme Alanı Verileri İle İlişkilendirilmesi	23
2.12. Bilgisayarlı Görme Alanı (BGA)	23
2.12.1. Görme Alanı Testlerinde Kullanılan Terimler ve Tanımlar	24
2.12.2. Görme Alanı Teknikleri	25
2.12.3. Bilgisayarlı Görme Alanı Testlerinde Güvenilirliği Etkileyen Değişkenler	26
2.13. Otomatik Görme Alanının Temel Prensipleri	26
2.14. Görme Alanı Global İndeksleri	30
2.15. Humphrey Bilgisayarlı Görme Alanında Kullanılan Test stratejileri	32
2.15.1. Humphrey Bilgisayarlı Görme Alanı Cihazının Teknik Özellikleri	33
2.16. Glokoma Bağlı Görme Alanı Defektleri	34
2.16.1. Diffüz (Generalize) Görme Alanı Defektleri	34
2.16.2. Lokalize Görme Alanı Defektleri	34
3. GEREÇ VE YÖNTEM	35
4. BULGULAR	38
5. TARTIŞMA	46
6. SONUÇ	53
7. KAYNAKLAR	54

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 1. Total ve pattern deviasyon haritalarının yorumu	30
Tablo 2. HAP (Hodapp; Anderson; Parrish) Kriterlerine göre alt gruplar	37
Tablo 3. PAAG Grubu ve Kontrol Grubu cinsiyet dağılımı	39
Tablo 4. PAAG Grubu ve Kontrol Grubu yaş dağılımı	39
Tablo 5. PAAG olgularının HAP kriterlerine göre alt gruplara dağılımı	40
Tablo 6. GA global indeksleri ile HRT stereometrik parametrelerinin ANOVA istatistiksel analiz sonuçları	41
Tablo 7. GA; MD indeksine ait ANOVA-Tukey istatistiksel analiz sonuçları	42
Tablo 8. GA; PSD indeksine ait ANOVA-Tukey istatistiksel analiz sonuçları	42
Tablo 9. HRT stereometrik parametreleri açısından alt grup karşılaştırılmalarına ait ANOVA-Tukey istatistiksel analiz sonuçları	43
Tablo 10. HRT stereometrik parametreleri ile GA MD indeksine ait Pearson istatistiksel analiz sonuçları	44
Tablo 11. HRT stereometrik parametreleri ile GA PSD indeksine ait Pearson istatistiksel analiz sonuçları	45

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. OSB' nin enine kesitinde anatomik tabakaları	5
Şekil 2. Retina sinir liflerinin OSB' deki dağılımları	6
Şekil 3. Parapapiller bölgede periferik alfa ve beta zonu	10
Şekil 4. CSLO' nun çalışma prensibi	12
Şekil 5. CSLO ile 3 boyutlu görüntü elde edilmesi	13
Şekil 6. CSLO' da retina referans planı	14
Şekil 7. HRT III cihazı	15
Şekil 8. HRT' de nöroretinal rim kadranları ve çift hörgüç yapısı	17
Şekil 9. HRT III glokom modülünde stereometrik analiz ve Moorfields sınıflaması	19
Şekil 10. HRT III' ün renk kodlu haritası	21
Şekil 11. MRA verileri	22
Şekil 12. Sıralı segment dağılım eğrileri	23
Şekil 13. GA' nın sınırları	24
Şekil 14. GA SWAP (Mavi - Sarı) Santral 30-2 test çıktısı.	29
Şekil 15. HFA II, Model 750 BGA cihazı ve kısımları	34

KISALTMALAR

Asb	: Apostibl
BGA	: Bilgisayarlı Görme Alanı
CA (Cup Area)	: Çukurluk Alanı
CDAR (Cup/Disc Area Ratio)	: Çukurluk/Disk Alan Oranı
C/D (Cup/Disc Ratio)	: Çukurluk/Disk Oranı
CPSD (Corrected Pattern Standard Deviation)	: Düzeltilmiş Pattern Standart Sapma
CSM (Cup Shape Measure)	: Çukurluk Sekil Ölçümü
CV (Cup Volume)	: Çukurluk Hacmi
DA (Disc Area)	: Disk Alanı
dB	: Desibel
FP	: Fastpac test Stratejisi
FT (Full Threshold Testi)	: Tam Eşik Testi
GA	: Görme Alanı
GDx (Scanning LaserPolarimetry)	: Tarayıcı Laser Polarimetri Cihazı
GİB	: Göz İçi Basıncı
GHT (Glaucoma Hemifield Test)	: Glokom Yarı Alan Testi
HFA (Humphrey Field Analyzer)	: Humphrey Görme Alanı Cihazı
HRT (Heidelberg Retina Tomography)	: Heidelberg Retina Tomografisi
HVC (Height Variation Contour)	: Kontur Hattının Yükseklik Değişkenliği
LCDR (Lineer Cup/Disc Ratio)	: Lineer Çukurluk/ Disk Oranı
MACD (Maximum Cup Depth)	: Maksimum Çukurluk Derinliği
MCD (Mean Cup Depth)	: Ortalama Çukurluk Derinliği
MD (Mean Deviation)	: Ortalama Sapma
MRA	: Moorfields Regresyon Analizi
MRNFLT (Mean Retinal Nerve Fiber Layer Thickness)	: Ortalama Retina Sinir Lifi Tabakası Kalınlığı
NTG	: Normotansif Glokom
OCT	: Optik koherens tomografi
OHT	: Oküler Hipertansiyon
OSB	: Optik Sinir Başı

PAAG	: Primer Açık Açılı Glokom
PSD (Pattern Standard Deviation)	: Pattern Standart Sapma
RA	: Rim Alanı
RGH	: Retina Ganglion Hücreleri
RNFL (Retina Nerve Fiber Layer)	: Retina Sinir Lifi Tabakası
RNFLCSA (Retinal Nerve Fiber Layer Cross-sectional Area)	:Retina Sinir Lifi Tabakası Kesitsel Alanı
RV (Rim Volume)	: Rim Hacmi
SF (Short Term Fluctuation)	: Kısa Süreli Dalgalanmalar
SITA	: Swedish Interactive Thresholding Algorythm test stratejisi
SWAP (Short-Wavelength Automated Perimetry)	: Kısa Dalga Boylu Otomatik Perimetri

ÖZET

Primer Açık Açılı Glokomda Kısa Dalga Boylu Perimetri (SWAP) Ve Heidelberg Retina Tomografi (HRT III) Glokom Modülü Sonuçlarının Karşılaştırılması

Dr. Abdulgafur BATA

Göz Hastalıkları Anabilim Dalı Uzmanlık Tezi

Çalışmamızın amacı, primer açık açılı glokom olguları ile sağlıklı olguları ayırt etmede ve glokomlu olguların progresyon takibinde istatistiksel olarak anlamlı Heidelberg Retina Tomografisi III glokom modülü stereometrik parametrelerini ve bu parametrelerle bilgisayarlı görme alanı Kısa Dalga Boylu Perimetri (SWAP) test indeksleri arasındaki ilişkiyi araştırmaktır.

Çalışmaya Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı'nda primer açık açılı glokom tanısı ile takip edilmekte olan olgular ile rutin oftalmolojik muayeneleri sırasında optik sinir başı görünümü, göz içi basıncı yüksekliği nedeniyle primer açık açılı glokom şüpheli kabul edilen 90 olgu ve kontrol grubunu oluşturan sağlıklı 52 olgu dahil edildi. Olguların birer gözleri çalışma kapsamına alındı. PAAG' li olgular HAP (Hodapp, Anderson, Parrish) kriterlerine göre GA (Görme Alanı) parametreleri dikkate alınarak Grup I; Hafif GA kaybı olan olgular, Grup II; Orta düzeyde GA kaybı olan olgular, Grup III; Ağır GA kaybı olan olgular olmak üzere 3 alt gruba ayrıldı. Grup 0; Kontrol grubu (Sağlıklı olgular) olarak belirlendi. Her gruba ait ortalama sapma ve pattern standart sapma değerleri ile, aynı olguların optik sinir başı değişiklikleri Heidelberg Retina Tomografisi III glokom modülü ile değerlendirilerek karşılaştırıldı. Heidelberg Retina Tomografisi III' de olgulara ait; çukurluk alanı, rim alanı, çukurluk hacmi, rim hacmi, çukurluk/disk alan oranı, lineer çukurluk/disk alan oranı ve çukurluk şekil ölçümü parametreleri incelendi.

Çalışma sonucunda, primer açık açılı glokom olgularında optik sinir başı değişikliklerinin statik bilgisayarlı perimetrideki görme alanı defektlerinden daha önce oluştuğunu gözlemledik. Grup 0 ile grup 1 arasında; Heidelberg Retina Tomografisi III stereometrik parametrelerinden; rim alanı ($p > 0.05$), rim hacmi ($p > 0.05$) ve çukurluk/disk alan oranı ($p > 0.05$) hariç ve grup 2 ile grup 3 arasında rim hacmi ($p > 0.05$) hariç diğer tüm gruplar arasında bütün stereometrik parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı farklar saptandı. Bilgisayarlı görme alanı ortalama sapma ve pattern standart sapma indeksleri yönünden, tüm gruplar

arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar saptandı ($p < 0.05$). Bilgisayarlı görme alanı ortalama sapma indeksiyle en anlamlı korelasyon gösteren Heidelberg Retina Tomografisi parametrelerini; çukurluk/disk alan oranı, çukurluk hacmi ve çukurluk şekil ölçümü olarak saptadık. Bilgisayarlı görme alanı pattern standart sapma indeksiyle en anlamlı korelasyon gösteren Heidelberg Retina Tomografisi III parametrelerini; rim alanı, çukurluk hacmi ve çukurluk şekil ölçümü olarak saptadık. Heidelberg Retina Tomografisi III stereometrik parametrelerinden rim hacmi ile bilgisayarlı görme alanı, ortalama sapma ve pattern standart sapma indekslerinin her ikisi arasında da istatistiksel olarak anlamlı fark gözlemedik. Bilgisayarlı görme alanı, ortalama sapma ve pattern standart sapma indeksleriyle pek çok Heidelberg Retina Tomografisi parametresinin yüksek korelasyon göstermesi; bu parametrelerin fonksiyonel hasar ile paralellik gösterdiğini düşündürmektedir.

Tüm bu bulgular, Bilgisayarlı Görme alanı ve Heidelberg Retina Tomografisi III verilerinin birlikte değerlendirilmesinin primer açık açılı glokomun erken tanı ve takibindeki önemini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Açık açılı glokom, Heidelberg Retina Tomografisi, Optik sinir başı, Humphrey bilgisayarlı görme alanı, SWAP test stratejisi.

ABSTRACT

Comparison Of Data Of Short -Wavelength Automated Perimetry (SWAP) And Heidelberg Retina Tomography (HRT III) Glaucoma Module In Primary Open Angel Glaucoma

Abdulgafur BATA MD.

Specialization Thesis, Department of Ophthalmology

The aim of our study is to search the relation between the statistically significant Heidelberg Retina Tomography III Glaucoma Module stereometric parameters and computerized automated perimetry Short-Wavelength Automated Perimetry (SWAP) test indexes that discriminates Primary Open Angel Glaucoma cases from healthy cases and follow-up of cases with glaucoma progression .

To the study at the Harran University School of Medicine Ophthalmology Department 90 cases with the glaucoma diagnosis and suspicious glaucoma diagnosis according to encounter suspicious optic nerve head view with the intraocular pressure increase at the time of routine ophthalmologic examination and 52 healthy cases (that are control group) were included. A eye of each patient was included in the Study. According to the criteria of the HAP (Hodapp, Anderson, Parrish) cases of PAAG were separated (Group I: Patients with mild loss of VF (Visual Field), Group II: Patients with moderate loss of VF and Group III: Patients with severe loss of VF) 3 subgroup. Group 0: Were determined as the Control Group (Healthy cases). Mean deviation and pattern standart deviation values of each group and optic nerve head changes of all cases were compared by using the Heidelberg Retina Tomography III Glaucoma Module. At the Heidelberg Retina Tomography III Glaucoma Module; Cup area, rim area, cup volume, rim volume, cup/disc area ratio, lineer cup/disc area ratio and cup shape measure parameters were examined. The optik nerve head changes were appeared before perimetry defects that observed in this study.

We observed statistically significant differences in all parameters between Group 0 and Group I except for rim area ($p > 0.05$), rim volume ($p > 0.05$) and cup/disc area ratio ($p > 0.05$) parameters. Between Group II and Group III we observed statistically significant differences in all parameters except for rim volume ($p > 0.05$). We observed statistically significant differences in all parameters between the other groups. We determinated

statistically significant differences in mean deviation and pattern standard deviation indexes of the perimetry between all group ($p < 0.05$).

We determined the Heidelberg Retina Tomography III glaucoma module parameters which were the most correlated with the perimetry mean deviation indexes as cup/disc area ratio, cup volume and cup shape measurement. We determined the Heidelberg Retina Tomography III glaucoma module parameters which were the most correlated with the perimetry pattern standard deviation indexes, as rim area, cup volume and cup shape measurement. We were not determined statistically significant difference between the rim volume stereometric parameter of Heidelberg Retina Tomography III glaucoma module and mean deviation, pattern standard deviation perimetry indexes. There is high correlation between perimetry, mean deviation, pattern standard deviation indexes and a lot of Heidelberg Retina Tomography III glaucoma module parameters. So this result is making us thinking that there is a correlation between this parameters and functional damage.

All this results shows that the assessment of the Computerized Visual Field and the Heidelberg Retina Tomography III datas are very important in early diagnosis and follow-up of Primary Open Angle Glaucoma.

Key Words: Open angle glaucoma, Heidelberg Retina Tomography, optic nerve head, Humphrey computerized perimetry, SWAP test strategy.

1- GİRİŞ

Glokom, görme alanı (GA) defektlerinin eşlik ettiği, geri dönüşümsüz retinal sinir lifi harabiyetiyle giden, sinsi bir optik nöropatidir. Glokomda, optik sinir başında (OSB), optik disk çukurluğun derinliğinde ve genişliğinde artış, nöroretinal rimde incelleme ve çentiklenme, disk hemorajisi, parapapiller bölgede koryoretinal atrofi ve retina sinir lifi tabakasında (retina nerve fiber layer, RNFL) lokalize veya yaygın kayıp gibi morfolojik değişiklikler ve bulgular görülebilir. Çukurluğun, disk alanına oranı (cup/disc area, CDAR) uzun yıllar glokom tanısı ve takibinde kullanılmıştır (1).

Konfokal tarayıcı laser oftalmoskopların (confocal scanning laser ophthalmoscopy, CSLO) son 20 yılda klinik kullanıma girmesiyle, optik sinir 3 boyutlu olarak analiz edilebilmektedir. Tekrarlanabilirliklerin mikrometre düzeyinde olması bu cihazlarla yapılan hasta takiplerinde optik çukur morfolojisindeki çok küçük değişikliklerin objektif ve kantitatif olarak belirlenebilmesine olanak sağlamaktadır. OSB'nin topografik inceleme yöntemi olan Heidelberg Retinal Tomografi (HRT) ve bunun en yeni versiyonu olan HRT III, bir CSLO'dur (1).

OSB ve RNFL'deki glokomatöz yapısal hasarın, perimetri ile gösterilebilen GA kayıplarından yıllar önce oluştuğunun gösterilmesi, OSB'nin doğru ve objektif değerlendirilmesini çok daha önemli hale getirmiştir (1, 2).

Glokomatöz optik nöropatiyi ortadan kaldıracak veya oluşan GA kayıplarını geri döndürebilecek bir tedavi ajanına günümüz şartlarında sahip olamadığımızdan dolayı glokomun erken dönemde saptanması, düzenli takip ve tedavisi GA kaybını durdurmak veya yavaşlatmak açısından önemlidir (2).

HRT III stereometrik parametrelerini değerlendirirken, primer açık açılı glokomlu (PAAG) olgularla normal olguları ayırt etmede hangi parametrelere bakılması gerektiği ve sınıflamada kullanılan parametrelerin hangileri olması gerektiği konusunda farklı çalışmalar vardır (1). Bu çalışmada HRT III'ün bazı stereometrik parametrelerinin ve GA global indekslerinin, PAAG'li olgularla normal olguları ayırt etme ve PAAG'li olguların progresyonunun tespit ve takibindeki etkinliğini test etmeyi amaçladık.

2- GENEL BİLGİLER

2. 1. Glokom

Glokom, OSB' de çukurlaşmaya yol açan, retina ganglion hücrelerinin (RGH) dejenerasyonu ile karakterize, spesifik GA kayıpları oluşturan, optik atrofiye neden olarak görme kaybına yol açabilen multifaktöryel, ilerleyici özel bir optik nöropatidir. Glokomun herhangi bir belirti vermeden yavaş bir seyirle görme kaybına yol açması hastalığın erken tanı, tedavi ve takibinin önemini göstermektedir (3).

Glokom, halen dünyada körlük nedenleri arasında katarakt ve yaşa bağlı makula dejenerasyonundan sonra 3. sırada yer almaktadır (3). 2000' li yılların başlarında tüm dünyada 70 milyonu aşkın glokom olgusu olduğu ve yaklaşık 7 milyon hastanın glokom nedeniyle kör olduğu bildirilmektedir. Bunların yaklaşık % 53' ü PAAG, % 36' sı primer kapalı açılı glokom ve % 11' i sekonder glokomdur. Her yıl 2 milyon hasta PAAG tanısı almaktadır. Glokom yüzünden görmeyenlerin yarısından fazlası PAAG olup, bunların da büyük kısmı bilateraldir (4).

Glokomun etyopatogenezi henüz tam olarak bilinmemektedir. Genetik heterojenite ve multifaktöryel bir kalıtım paterni gösterdiği bildirilmektedir (4). Glokomda, GA kaybı ve çukurlaşma ortaya çıkmadan önce akson hasarının önemli ölçüde gelişmiş olabileceği gösterilmiştir. Fonksiyonel kayıp ortaya çıkıncaya kadar sinir liflerinin yaklaşık yarısının geriye dönüşümsüz hasara uğramış olabileceği bildirilmiştir (5-7).

2. 2. Primer Açık Açılı Glokom

2.2.1. Tanım

Kronik basit glokom olarak da bilinen PAAG genellikle bilateral erişkinlerde başlayan ve aşağıdaki özelliklerle karakterize bir hastalıktır:

Glokomatöz optik sinir hasarı.

Herhangi bir dönemde GİB > 21 mmHg olması.

Ön kamara açısının açık olması.

Hasar ilerlerken karakteristik görme alanı kaybı olması.

Glokom dışı optik nöropati bulgularının ve ikincil glokom bulgularının olmaması (8).

2.2.2. Risk faktörleri

Demografik risk faktörleri: Irk, yaş, aile ve öyküsü.

Oküler risk faktörleri: Göz içi basıncı (GİB), retina sinir lifi tabakası, (RNFL) kalınlığı, miyopi ve peripapiller atrofi.

Sistemik risk faktörleri: Perfüzyon basıncı, diyabet, hipertansiyon, sigara ve alkol kullanımı (9).

GİB, glokomatöz optik nöropatinin nedenleri arasındaki en önemli ve tedavi edilebilir tek risk faktörüdür (4).

2.2.3. Epidemiyoloji

PAAG; kronik seyirli, optik sinir başı değişiklikleri ve sinir lifleri harabiyeti ile seyreden tedavi edilmediği takdirde körlükle sonuçlanan kronik iskemik bir optik nöropatidir (10). Progresif anterior optik nöropati olarak da bilinen PAAG, en sık görülen glokom tipidir (11). Epidemiyolojik çalışmalarda PAAG prevalansı siyahılarda (% 4.2-8.8) beyazlardan (% 1-2) 4 kez daha yüksek bulunmuştur. Afrika kökenli Amerikalılarda ise % 5.2 dir. Tüm bu çalışmaların ortak noktası ise yaş arttıkça PAAG prevalansının da hızla arttığıdır (4). Avrupalılarda PAAG Afrikalılara oranla daha az sıklıkta ve daha ileri yaşta görülmektedir. 60 yaş üstünde PAAG riski 7 kat daha fazladır (4). Türklerde PAAG prevalansı Avrupalılara benzerdir (4). Melbourne çalışmasında 5 yılda kesin PAAG insidansı 40-49 yaş arasında % 0.5, 80 yaş ve üstünde % 11 olarak saptamıştır (4).

Ülkemizde yapılan çok merkezli çalışmalarda glokomlu olgular arasında PAAG oranı % 46.61 olarak saptanmıştır (4).

2.2.4. Fiziopatoloji

PAAG' de, GİB yükselmesinin temel nedeninin aköz dışı akımındaki azalmaya bağlı olduğu düşünülmektedir. Aköz dışı akım; Konvansiyonel yol ve uveaskleral yol olmak üzere iki ayrı yolla olur. Konvansiyonel yol trabeküler ağ-schlemm kanalı yolu ile olan dışı akımdır ve en yüksek oranda dışı akımı sağlar, uveaskleral yol ise gençlerde % 36, 60 yaş üstünde ise % 4-14 oranında dışı akım sağlamaktadır (12).

Progressif optik nöropatiye mekanik nedenlerin mi, yoksa iskeminin mi sebep olduğu tartışması günümüzde de devam etmektedir. PAAG, iskemi, nörotrofik faktörlerin eksikliği, genetik hassasiyet, mekanik güçler veya nörotoksisitenin etkili olduğu çok faktörlü bir hastalık olarak kabul görmektedir (12).

2.2.5. Klinik Belirti ve Bulgular

PAAG, bilateral olup genellikle asimetric başlangıçlıdır. Olguların çoğunluğu GA bozuklukları aşık olana veya belirleninceye kadar ya da görmede azalma olana kadar asemptomatiktir. Periferik GA' nın kaybına bağlı olarak hastalar çeşitli sorunlardan bahsedebilir. Makula, glokomun en son safhasında etkilendiğinden, görme keskinliğinde

azalmanın çok geç bir bulgu olduğu unutulmamalıdır. PAAG' li olgularda GİB 21 mmHg' nin üstündedir. Ön kamara açısı geniş ve açıktır (12).

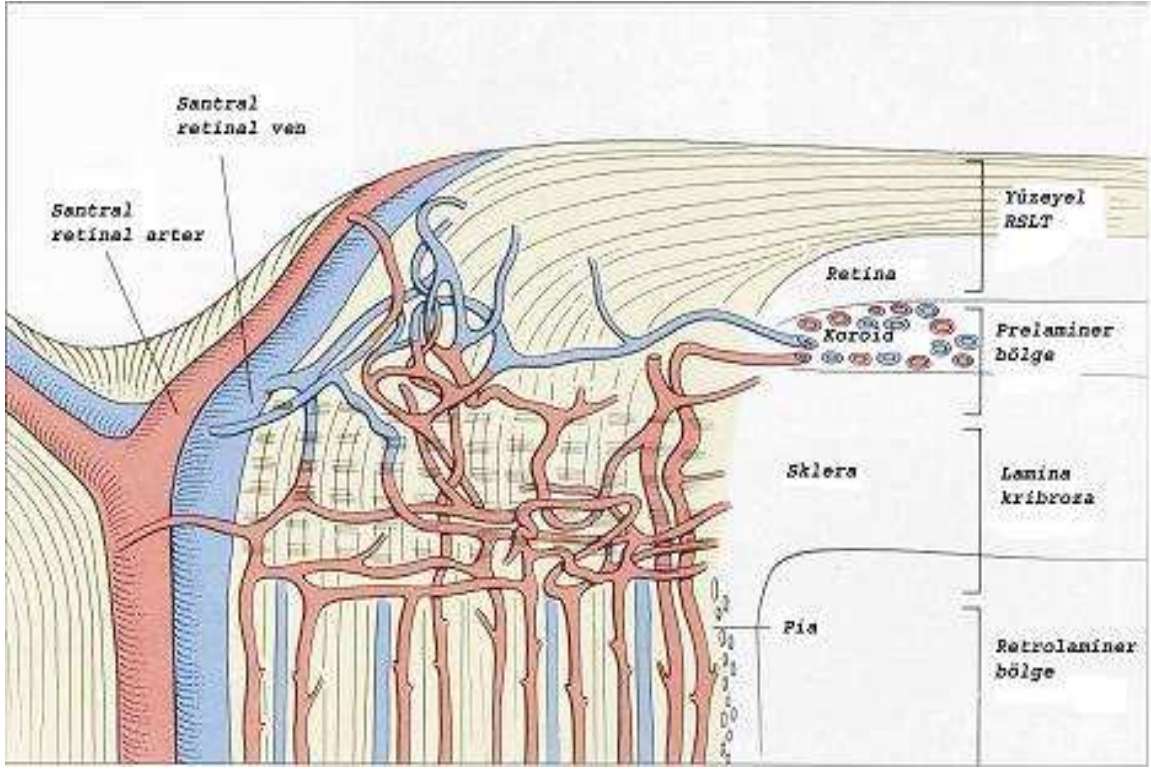
Glokomatöz hasarın en önemli basamağını optik disk ve retina sinir liflerinde görülen değişiklikler oluşturur. Bunlar fonksiyonel testlerdeki patolojinin saptanmasından çok daha önce ortaya çıkarlar. Biyomikroskopla kırmızı ışıktan yoksun filtre ile retina sinir lifleri, optik disk ve vasküler yapılar iyi bir şekilde muayene edilebilir (11).

Optik disk çukurluğunun nonkonsantrik ve vertikal olarak genişlemesi erken glokomatöz hasar için tipiktir. Optik diskte çukurlaşma ve soluklaşma glokomatöz harabiyetin ortak belirtileridir. RNFL kaybı sonucu, nöroretinal rim incilmesi gözlenir. Nöroretinal rimin çok incelmesi veya yok olduğu durumlarda, retinal damarlar çukurluk kenarında dirsek yaparlar (süngü belirtisi). Ayrıca optik diskten çıkan damarlarda daralma, atenuasyon saptanabilir ve tıkanmaya bağlı kolleteral damar oluşumu ortaya çıkabilir. OSB' deki hemorajiler, erken glokomatöz hasarın önemli bir habercisidirler (12).

2.3. Optik Sinir Başı Anatomisi

Optik sinir, lateral genikulat cisim ve sensoryel retina arasındaki nöral bağlantıdır (10). Optik disk veya OSB, RGH aksonlarının gözü terk etmek üzere içinden geçtikleri, skleral kanalın göz içine bakan yüzeyine verilen addır. Optik disk, OSB' nin bir düzlem halindeki ön yüzey bölgesinin görünümünü ifade eder. OSB ise, özellikle glokomda izlemeye çalıştığımız sinir başının sklera içinde kalan tüm bölümleridir. OSB, RGH aksonlarının optik sinir kanalında (skleral kanal) toplanmasıyla oluşur. Bu kanal çok katlı ve delikli lamina tabakasıyla (lamina kribrosa) örtülüdür. Yaklaşık 1.200.000 sinir lifi 1000 dolayında demete ayrılarak, 200-300 adet değişik boyutta skleral delikten geçerek gözü terk etmektedir. OSB boyutları kişisel varyasyon gösterebilir. Vertikal çapı ortalama 1.85-1.95 mm ve horizontal çapı 1.70-1.80 mm boyutlarındadır. Optik diskin alanı normal kişilerde 2.1-2.7 mm² arasında olmasına karşın genel popülasyonda 0.80-6.00 mm² gibi büyük sapmalar gösterir. Skleranın hemen arkasında, myelin kılıfının katılımı ile optik sinir 3 mm' lik boyuta ulaşır. OSB aynı zamanda retinal damarların giriş çıkış yaptıkları yerdir (2, 13-16).

OSB arkadan öne doğru 4 farklı anatomik bölgede incelenmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. OSB' nin enine kesitinde anatomik tabakaları.

2.3.1. Retrolaminer Bölge

Bu bölgede astrositlere ilave olarak bir başka glial hücre olan oligodentrositler vardır. Oligodentrositler, optik sinirin etrafını myelin kılıfı ile çevreler ve iletimin daha hızlı olmasını sağlar (22).

2.3.2. Lamina Skleralis (Lamina Cribrosa)

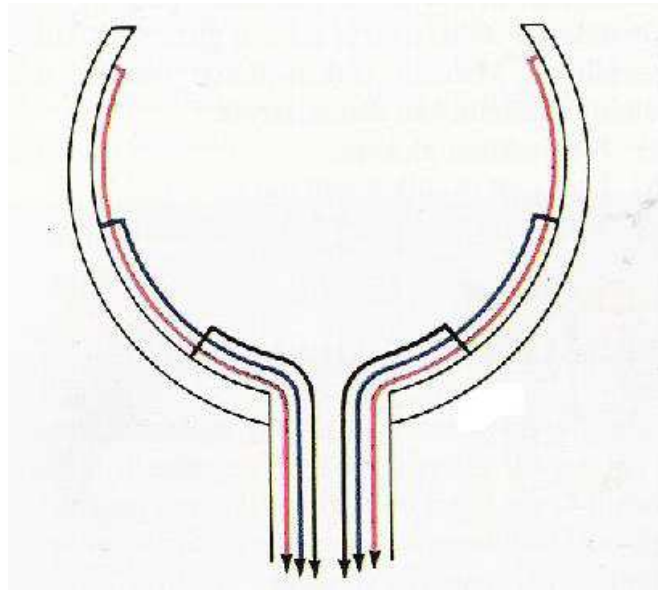
Optik sinirin komşu skleradan kollajen uzantıları aldığı yerdir. Akson demetlerini destekleyen glial dokuların yoğunluğunun maksimuma çıktığı bölgedir. Normal insan lamina skleralisinde 500-600 kadar laminar delik (trabekül) vardır. Normal insanda laminar delik büyüklüğü $500 \mu\text{m}^2$ ile $22.500 \mu\text{m}^2$ arasında değişmektedir. Geniş olanlarda konnektif doku daha ince olduğundan glomatöz hasar daha sık görülür. Lamina skleralisin üst ve alt bölgesindeki delik alanları daha geniş olduğundan, bu bölgeden giriş yapan temporal liflerin glomda zedelenme olasılığı daha fazladır. İnsanlarda lamina skleralis özel yapıda ekstraselüler matrikse sahiptir. Bu bölgede Tip 1-6 kollajen, laminin, fibronektin ve elastin mevcudiyeti gösterilmiştir. Elastinin; OSB' nin, GİB' ye karşı direncinde önemli rol oynadığı düşünülmektedir. Bu matriksteki anormallikler artmış GİB ye bağlı olarak gelişen glomatöz hasarın oluşmasında rol oynar (5, 12, 22).

2.3.3. Prelaminer Bölge (Lamina Choroidalis)

Diske komşu retinanın derin tabakaları ile koroid seviyesine paralel kısma verilen addır. Myelinsiz optik sinir lifleri, astrositler ve glial uzantılardan oluşur. İç kısımlarında %94 nöron, %6 astrositlerden oluşurken (bu kısma yüzeyel sinir lifi tabakası da denilmektedir), daha derinlerde glial dokuların %12-17' lik oranı kaplayacak biçimde arttığı bilinmektedir (20, 21).

2.3.4. Yüzeyel Sinir Lifleri Tabakası (Lamina Retinalis)

OSB' nin en iç tabakasıdır. Bu tabaka retinadaki ganglion hücrelerinin aksonları, nörogial hücreler ve astrositler tarafından oluşturulur. Retina içinde sinir lifi demetleri Müller hücrelerinin uzantılarıyla oluşmuş septalarla birbirinden ayrılmaktadır. OSB' de ise septalar astrosit ve glial hücre uzantılarıyla oluşur. Astrositler, aksonlar ile kan damarları arasında bulunur ve bir köprü vazifesi görerek içerdikleri glikojen depoları sayesinde aksonların beslenmesini sağlar. Bunun yanında aksonlarla olan anatomik yakınlık sayesinde nöronal ileti sırasında açığa çıkan potasyumu reabsorbe ederek nöronal iletiyi düzenler. Sinir lifleri retinada belli bir düzen içinde dağılmışlardır. Makuladan gelen lifler optik diske düz olarak girerler ve makulopapiller demeti oluştururlar. Retinanın temporal yarısından gelen lifler üstten ve alttan ark şeklinde makulopapiller demetin etrafını dolanarak, nazal retina yarısından gelen lifler ise yelpaze şeklinde direkt olarak OSB' ye ulaşırlar (Şekil 2). Perifer retinada bulunan ganglion hücrelerinin aksonları, sinir lifi tabakasının derin katlarında bulunurken, optik diske yakın ganglion hücrelerinin aksonları ise sinir lifi tabakasının yüzeyel katlarındadır. Sinir lifi tabakası peripapiller bölgede kalın iken, perifere gidildikçe incilir (2, 15, 18-20).



Şekil 2. Retina sinir liflerinin OSB' deki dağılımları.

2.4. Optik Sinir Başının Vasküler Yapısı

Optik sinir, internal karotis arterin kafa içindeki 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. Prelaminar bölge, peripapiller koroidden gelen sentripedal dallar tarafından kanlanır. Retrolaminer bölge, santral retinal arterin intranöral sentrifugal dalları ile pial pleksusun sentripedal dağılımından beslenir. Kısa posterior silyer arterlerin oteoregülasyon özelliği sayesinde; perfüzyon basıncı, GİB ve oftalmik arter basınç değişikliklerine bağlı değişirken kan akımı sabit tutulabilmektedir. Optik sinirin venöz drenajı esas olarak santral retinal ven yoluylaadır. Bu ven optik siniri, göz küresinin yaklaşık 10 mm arkasından terk ederek oftalmik vene açılır. Oftalmik venler üst orbital fissürden kemik orbitayı terk eder ve özellikle kavernöz sinüs olmak üzere birkaç sinüse ulaşır (2, 18, 22, 23).

2.5. Aksonal Transport

Aksonal transport, ganglion hücrelerinin merkezleri ile aksonal uzantıları arasındaki bağlantının hücre içi taşıma yöntemleri ile gerçekleşmesidir. Ganglion hücrelerinin aktif olarak üretime katılan kısımları genellikle nükleus çevresinde yer almaktadır. Sinaptik reaksiyonlar ve akson periferinin metabolizması için gerekli maddeler hücre merkezinden aksone doğru taşınırken (ortograd transport), artık ürünler ve tekrar kullanılacak olan maddeler periferden merkeze doğru taşınır (retrograd transport).

RGH tabakasını etkileyen mekanik, metabolik, inflamatuvar veya vasküler olaylar aksonal transportu durdurabilir. Retina ve optik sinirdeki aksonal transport deneysel modellerde retinal vasküler patolojiler, glokom, hipotoni, papillit ve optik nörit tabloları yaratılarak durdurulmuştur (22, 24, 25).

2.6. Optik Sinir Başı ve Retina Sinir Lifi Tabakasında Glokomatöz Değişiklikler

Optik disk glokomun değerlendirilmesi açısından en önemli bölgedir. Optik disk, intrapapiller ve peripapiller olarak iki kısımda incelenebilir. Bu iki yapıyı optik diskin ön duvarını oluşturan Elschnig'in peripapiller skleral halkası ayırır (2, 26). Optik disk morfolojisini birtakım değişkenler belirler. Bu değişkenlere kısaca değinecek olursak;

2.6.1. Optik Disk Şekli

Optik disk vertikal çapı, horizontale göre % 7-10 daha uzundur. PAAG' de GA kaybı ile optik disk şekli arasında korelasyon yoktur. Yüksek miyoplarda optik disk hem daha büyük hem daha oval yapıda ve oblik yerleşimli olup, globun miyopik gerilmesiyle diskte sekonder genişleme görülebilir. Bunlarda glokomatöz sinir lifi kaybı gelişmesi söz konusudur (13, 21).

2.6.2. Optik Disk Çapı

Optik kanal ön kısmının büyüklüğüne göre disk büyüklüğü kişilerde farklılıklar gösterir. Optik diskin ortalama alanı 2.1-2.8 mm² dir. Optik disk, normal büyüklüğünün standart sapmasının 2 katı ve daha fazla büyükse makrodisk, daha küçükse mikrodisk adını alır. Makrodiskler, primer asemptomatik ve primer semptomatik (optik pit, morning glory sendromu vs) olabilir. Sekonder veya edinsel makrodiskler ise, doğumdan sonra disk çapının genişlemeye başladığı sekonder makroftalmus yaratan ileri miyopi ya da konjenital glokom gibi hastalıklarda görülür. Büyük optik diske sahip gözlerde küçük optik disklere sahip gözlerle göre nöroretinal rim bölgesi daha geniş ve daha fazla optik sinir liflerine sahiptir. Ayrıca disk bölgesinde, mm² başına düşen sinir lifi sayısı daha azdır. Disk çapı, (-5) ile (+5) dioptri arasında refraksiyon kusuruna sahip olanlarda normaldir. Daha yüksek miyoplarda disk çapı normalden büyük, daha yüksek hipermetroplarda ise küçüktür (13, 15, 21).

2.6.3. Nöroretinal Rim Büyüklüğü ve Şekli

Nöroretinal rim, retinal sinir liflerinin uzantısıdır. Optik disk ve çukurluk büyüklüğüne bağlı olarak varyasyon gösterebilir. Disk büyükse rim alanı (rim area, RA) da büyüktür. Rim bölgesinin disk bölgesine oranı ile optik sinir çapı, sinir lifleri sayısı ve lamina kribrosadaki delik sayıları arasında pozitif korelasyon vardır.

Normal gözlerde nöroretinal rim alanı 1.4-2.0 mm² arasındadır. Nöroretinal rim, optik disk inferior kısmında en geniştir. Burayı sırasıyla superior, nazal ve temporal bölgeler izler (ISNT kuralı). Optik diskin alt ve üst bölümlerinde lamina kribrosa porları daha geniş ve porlar arası bağ doku desteği daha zayıftır. Bu nedenle erken glokomatöz hasar öncelikle ve selektif olarak üst ve alt yarıdaki sinir liflerinin harabiyetine bağlı olarak gelişir. Glokomda nöroretinal rim şeklinde değişimler hatta rimin kaybolması söz konusudur. Nöroretinal rim kaybı alt temporalden başlar, bunu üst temporal, alt nazal ve üst nazal kayıplar izler. Nöroretinal rim alan ve hacminde kayıp HRT stereometrik parametrelerinden RA ve rim hacminde (rim volume, RV) azalma olarak izlenir. Nöroretinal rimdeki incelme GA' da lokalize skotomlar olarak izlenir (2, 15, 27-31).

2.6.4. Optik Çukurluğun Optik Disk Alanına Göre Yapısı

Normalde optik çukurluğun horizontal çapı vertikale göre % 7.7 oranında daha geniştir. Optik çukurluğun ortalama alanı 0.72 mm²' dir. Optik sinir hasarı olanlarda makroçukurluk gelişebilir. Bunun aksine optik diski küçük olanlarda, normal çukurlaşma bile görülmeyebilir. Böyle gözlerde glokom takibinde CDAR yanıtıcı olabilir. Glokomda çukurluktaki büyümeyle eş zamanlı olarak derinleşme de gelişir. Bu değişiklikler HRT stereometrik parametrelerinden çukurluk alanı (cup area, CA) ve çukurluk hacminde (cup volüme, CV) artma olarak izlenir (15, 27).

2.6.5. Çukurluk/Disk Alanı Oranı

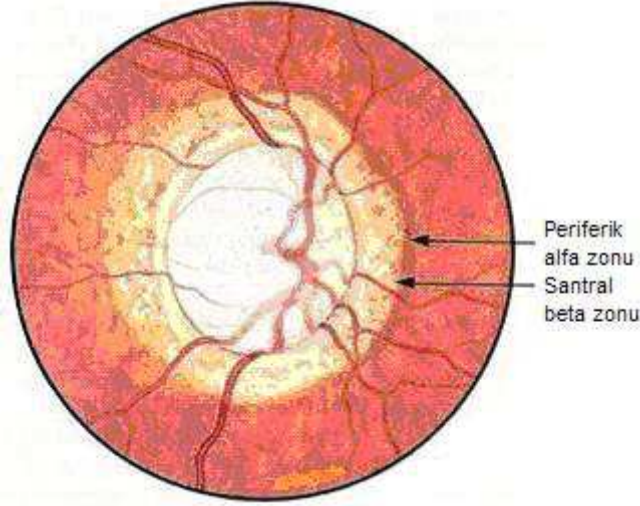
CDAR, normal populasyonda 0-0.8 gibi geniş bir aralıkta izlenir. İki göz arasındaki CDAR farkının 0.2' den büyük olması ve vertikal CDAR' nin horizontal CDAR' ye oranının 1' den büyük olması glokom lehinedir (2, 17).

2.6.6. Optik Disk Hemorajileri

Optik disk sınırlarında, özellikle alt ve üst temporal bölgede iğ veya alev şekilli hemorajiler glokomatöz optik atrofinin önemli işaretleridir. Özellikle başlangıçta ve nadiren orta dönemde görülür. Optik disk hemorajilerinin görülmesi, lokalize sinir lifi kaybı, nöroretinal rim çentiklenmesi ve konsantrik GA kaybı ile paralellik gösterir. Hemoraji oluşumundan 1-7 yıl sonra disk ve GA değişiklikleri belirgin hale gelir (2, 32).

2.6.7. Parapapiller Koryoretinal Atrofi

İki kısımda incelenir (Şekil 3). Zon alfa (periferel zon), koryoretinal doku tabakasında incelme ve hipo-hiperpigmentasyon ile karakterizedir. Dış yanda retina ile iç yanda ise skleranın ve geniş koroidal damarların görülebilen kısmıyla (zon beta-peripapiller skleral halka) temas halindedir. Zon beta, retina pigment epiteli ve koryokapillarisin belirgin atrofiye uğraması sonucu, koroidal damarların ve skleranın belirginleşmesi ile karakterizedir. Glokomatöz optik atrofide her iki zon da önemli ölçüde geniştir. Her iki zonun da özellikle zon betanın büyüklüğü ve görülme sıklığı glokomatöz optik sinir hasarının ciddiyetini vurgulayan diğer kriterlerle korelasyon gösterir. Parapapiller koryoretinal atrofinin yerleşimi nöroretinal rim kaybının görüldüğü kadran ile uyumludur (2, 17, 27, 33).



Şekil 3. Parapiller bölgede alfa ve beta zonu (periferik alfa zonu ve ileri dönem çanaklaşmayla beraber santral beta zonu).

2.6.8. Retinal Damar Çapları

Santral retinal arter ve ven fizyolojik çukurluğun hemen nazal kenarında bulunurlar. Optik sinir hasarı olan gözlerde, retina damar çapları normallere göre küçüktür. Glokomlularda fokal damar çapı azalması optik sinir hasarı ile korelasyon gösterir (15, 27).

2.6.9. Retina Sinir Lifleri Tabakası

RNFL, ganglion hücre aksonları, astrositler, retinal damarlar ve Müler hücre uzantılarından ibarettir. RNFL, kalınlığı periferden optik diske doğru artış gösterir. Optik diskin vertikal kutuplarında en kalın, nazal ve temporal hudutlarında ise en incedir. Foveal bölgede sinir lifi yoktur. Glokom hastalarında RNFL' de lokalize ve yaygın kayıplar izlenir. Lokalize kayıplar klinik olarak glokoma daha spesifiktir ve kolay tanınır. RNFL' deki kayıplar oftalmoskopik muayenede yeşil filtre ile daha iyi gözlenir. Glokomda GA' da fonksiyonel kayıp izlenmeden önce OSB ve RNFL' de yapısal değişiklikler izlenir. RNFL' 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. RNFL kaybı ile GA' da lokalize derin skotomların varlığı uyumluluk gösterir (2, 21, 22, 32, 34) .

2.7. Glokomda Optik Sinir Hasarının Patogenezi

Glokom, ganglion hücre tabakasında, RNFL' de, fotoreseptör hücre tabakasında ve optik sinirde patolojik değişiklikler yapabilen kronik seyirli ilerleyici bir optik nöropatidir. Optik sinirdeki değişiklikler hastalığın en iyi tanımlanmış ve en karakteristik bulgularıdır. Glokom tedavisinde GİB' nin düşürülmesinin yanında sinir koruma (nöroproteksiyon) mekanizmalarının etkisinin anlaşılabilmesinde, glokomatöz hasarın olduğu gerçek alanın bilinmesi önem kazanır. Glokomda GA defektleri erken dönemden itibaren RNFL harabiyeti

ile uyumludur. Glokomatöz diskte, sağlıklı nöroretinal rimde solukluk olmadan çukurlaşma gelişmektedir. Optik çukurluğun vertikal yönde uzaması, nöral rimdeki çentiklenme, kan damarlarındaki pozisyon değişiklikleri (nazalizasyon) ve nöral rim dokusundaki soluklaşma glokomun tipik bulgularıdır. Tüm bu bulgular temelde optik sinirin prelaminer bölümündeki ganglion hücrelerindeki akson kayıplarının göstergesidir (2, 27, 35).

Glokomlu gözde GİB artışına bağlı olarak ortaya çıkan akson hasarı eksitatör aminoasit glutamat artışına neden olur. Glutamat düzeyindeki artış, N-metil D-aspartat (NMDA) reseptörlerini aktive eder. NMDA reseptörlerinin aktive olması ile nitrik oksit sentetaz (NOS) enzimi aktive olur. Nitrik oksit (NO) bir mesaj mediatörüdür. NO, NOS enzimi tarafından sentezlenir. NO, serbest oksijen ile birleşir ve çok güçlü bir toksin olan peroksinitrit anyonlarını oluşturur. Peroksinitrit anyonlarının apoptozise yol açtığı gösterilmiştir ve bu nedenle NO glokomda retina ganglion hücre ölümünde önemli bir mediatördür. NMDA reseptörlerinin uyarılması kalsiyum yükselmesine ve kalsiyum bağımlı hücre içi enzim sisteminin çalışmasına neden olur. Kalsiyum artışı sonucunda aspartate spesifik cysteine proteinleri caspase sistemi aktive olmakta ve hücre içi yıkım başlamaktadır. Glokomda erken dönemde sinir lifi harabiyeti ve ileri dönemde RGH ölümü, tek bir mekanizma ile açıklanamayacak kadar birçok faktörün rol aldığı karmaşık olaylar dizisidir. Apoptozisin önlenmesi ve nöroprotektif yanıt için ilk unsur akson basısının azaltılması yani GİB' nin düşürülmesidir (36).

2.8. Optik Sinir Başı Muayene Yöntemleri

Optik sinir 1851 yılında Hermann von Helmholtz tarafından geliştirilen oftalmoskopun kullanımı ile ilk olarak görüntülenebilmiştir. Glokom tanısında GİB değerleri ve GA sonuçları ile birlikte OSB' nin özellikleri de büyük önem taşımaktadır. Birçok klinik ve histopatolojik çalışma OSB' de yapısal değişikliklerin glokomatöz GA kayıplarından önce ortaya çıktığını koyar. Her geçen gün hastalığın tanısı ve takibi için OSB' nin objektif yöntemlerle değerlendirilmesi önem kazanmaktadır. Bu amaca yönelik son yıllarda önemli gelişmeler kaydedilmiş ve OSB' nin ayrıntılı topografik incelemesini sağlayan cihazlar geliştirilmiştir (7, 37).

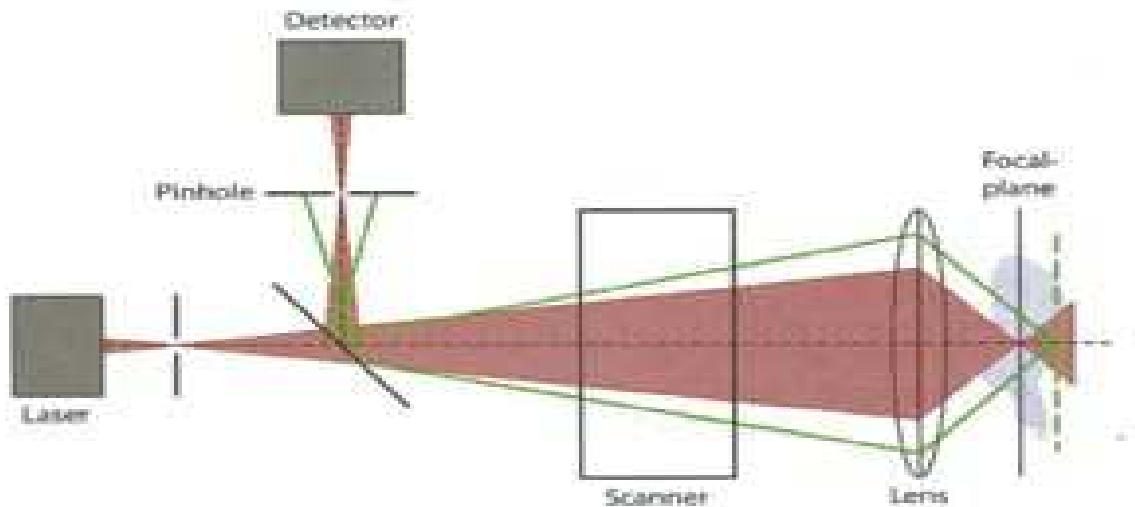
Optik diskte oluşacak glokomatöz değişiklikleri izlemek ve normal diski glokomlu diskten ayırt edebilmek için bugüne kadar kullanılan yöntemler şunlardır;

- Oftalmoskopik Muayene
- Direkt Oftalmoskopi
- İndirekt Oftalmoskopi
- Optik Disk Fotografisi

- Non-Stereoskopik Fotografi
- Stereoskopik Fotografi
- Fotogrammetri-Planimetrik Ölçümler
- OSB' nin Bilgisayarlı Analizi
- OSB Analizörleri
- Topcon IMAGInet
- Humphrey Retinal Analizör
- Rodenstock OSB Analizörü
- Glaucoma-Scope
- Konfokal Tarayıcı Laser Oftalmoskopi Prensipleri ile Çalışan Cihazlar
- Heidelberg Retina Tomografisi (HRT I-III)
- Topografik Tarayıcı Sistem (Top SS)
- Optik Koherens Tomografi (OCT)
- Retina Kalınlık Analizörü (RTA)

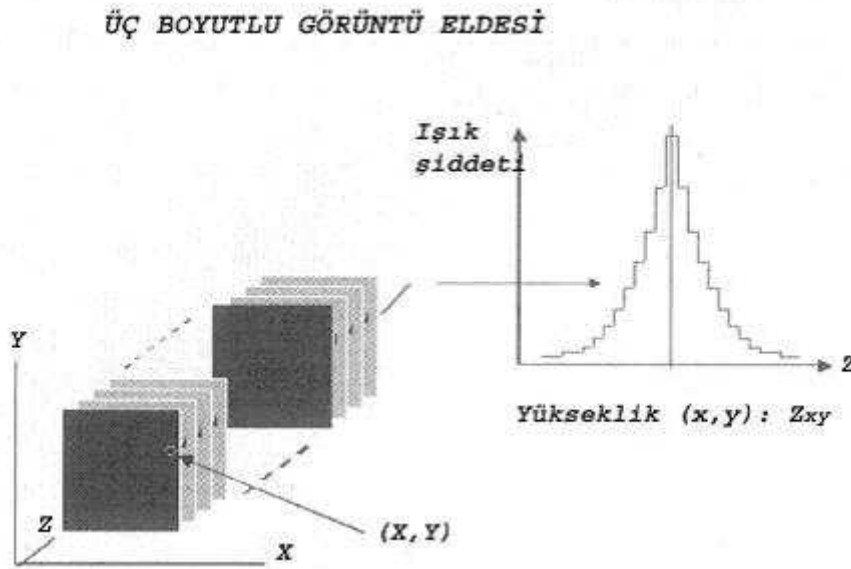
2.9. Konfokal Tarayıcı Laser Oftalmoskopi

OSB' nin topografik ölçümleri için geliştirilmiş en son teknolojik cihazlar CSLO prensibi ile çalışır. Bu yöntemde optik disk ve peripapiller retina üzerine odaklanan bir laser demetinden yansıyan ışık ölçülür. CSLO ışık kaynağı olarak 670 nm lik diod laser kullanır ve retinayı x ve y eksenlerinde tarar. Bu ışın demeti bir x-y tarayıcı sistemi ile focal planda (z eksen) hareket ettirilir; böylelikle incelenecek alanın 2 boyutlu 32 ardışık koronal kesiti elde edilir. Odaklanan alan dışından yansıyan ışınlar pinhol sistemi tarafından engellendiği için görüntü kalitesi yüksek ve kontrastı fazladır (Şekil 4).



Şekil 4. CSLO' nun çalışma prensibi.

Konfokal terimi conjugate ve fokal terimlerinin birleşimidir. Bu terimler retinada fokal planın lokalizasyonu ile imaj sensördeki fokal planın konjuge (birleşmiş) pozisyonda olduğunu ifade eder. OSB' nin ön kısmından retrolaminar kısmına kadar kesitler alınır. Komşu iki kesit arasındaki aksiyel mesafe 50-70 μm ' dir. 32 ardışık 2 boyutlu görüntünün birbiri üzerine bilgisayar ortamında bindirilmesi ile 3 boyutlu tek görüntü elde edilir (Şekil 5). Bu görüntüden 256×256 piksel yerleşim noktasına ait yükseklik değerleri bilgisayar tarafından tespit edilir. Böylelikle muayene esnasında fundus ve optik disk gerçek zamanlı olarak görüntülenir ve derinlik ile yüzey ölçümlerinin yapılabilmesi mümkün olur (38-41).

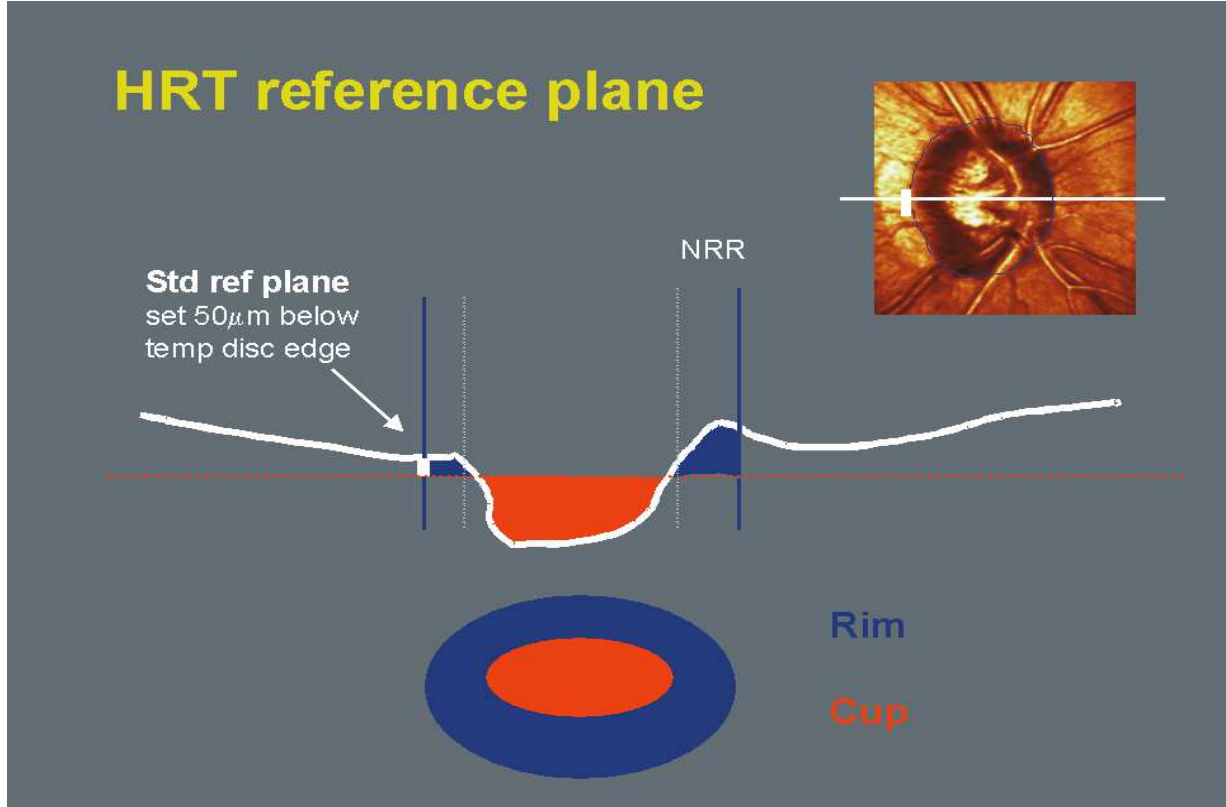


Şekil 5. CSLO ile 3 boyutlu görüntü elde edilmesi.

Görüntü elde ederken retinayı bir bütün olarak ele alan geleneksel fundus kamerasından farklı olarak CSLO, retinayı nokta nokta inceler. Tek bir imajın elde edilmesi boyunca laser ışını retina üzerinde bir çizgide yüksek hızda tarama yapar. Tek bir nokta 1 μsn den daha kısa bir sürede aydınlatılır. Böyle yüksek hızda görüntüleme, görüntünün daha detaylı ve keskin oluşmasını sağlar. Oysaki konvansiyonel fundus kameraları ışık maruziyeti boyunca gözü birçok msn de aydınlatır. CSLO yöntemi ile OSB ve peripapiller retina ölçümleri objektif ve yüksek tekrarlanabilir olarak gerçekleşir. Sonuçları da klinik gözlemlere uygundur. Bu yöntem ile GA' da tespit edilebilir kayıplardan önce disk topografisindeki değişiklikleri ortaya çıkarmak mümkündür.

CSLO yöntemi ile çalışan cihazlar hızlı görüntü elde etmesi (1-1.6 sn), pupilla dilatasyonuna ve şeffaf ortama gereksinimin az olması, düşük ışık şiddetine ihtiyaç duyması, görüntü kalitesinin yüksek olması ve gerçek zamanlı ölçümlere imkan vermesi gibi

avantajlara sahiptir. En önemli dezavantajı ise referans planına gereksinim duymasındır. Bu hayali bir plan olup, papillomakuler demette ve disk kenarında ortalama retina yüksekliğinin 50 µm gerisindedir. Bu planın altında kalan tüm yapılar çukurluk, üstünde kalanlar ise nöroretinal rim olarak değerlendirilir (Şekil 6) (38, 42).



Şekil 6. HRT retina referans planı.

2.10. Heidelberg Retina Tomografisi

HRT, optik diskin ve peripapiller retina bölgesinin 3 boyutlu görünümünü elde edebilen ve yüksek tekrarlanabilirlik analizi yapan bir CSLO' dur. HRT II ile HRT III arasında çalışma prensibi olarak fark yoktur. OSB topografik değerleri etnik ve ırk farklılıkları gösterdiğinden yapılan çalışmalarda toplum ve ırka özgü normal verilerin oluşturulması gereği bildirilmiştir. 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. 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 (43).

2.10.1. Heidelberg Retina Tomografisi III Cihazının Teknik Özellikleri

Işık Kaynağı: Diod laser, 670 nm dalga boyu, 200 µw azami çıkış gücü,

Laser Sınıfı: Sınıf 1

Görüş Açısı: Horizontal 15° x 15°; vertikal 1-4 mm.

Odak Ayarı: -12 ile +12 diyoptri arasında.

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

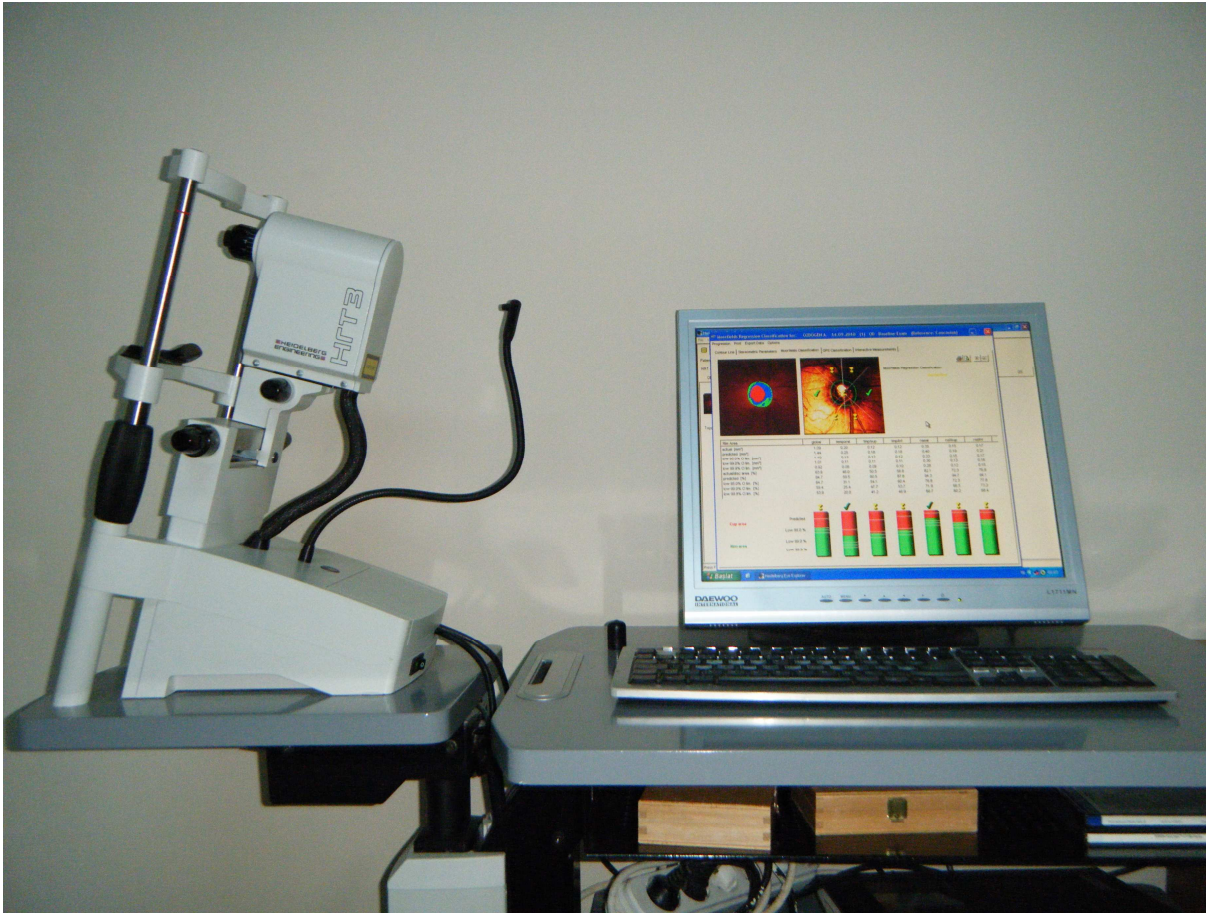
3 boyutlu görüntü:- En Düşük 384 x 384 x 16 Piksel

- En Yüksek 384 x 384 x 64 Piksel

Optik Çözünürlük: Enine 10 µm, boyuna 300 µm.

Dijital Çözünürlük: Enine 10 µm/piksel, boyuna 62 µm/piksel.

Görüntü Kayıt Süresi: 2 boyutlu görüntü için 0.024 sn, 3 boyutlu görüntü için (2 mm derinliğinde) 1 sn.



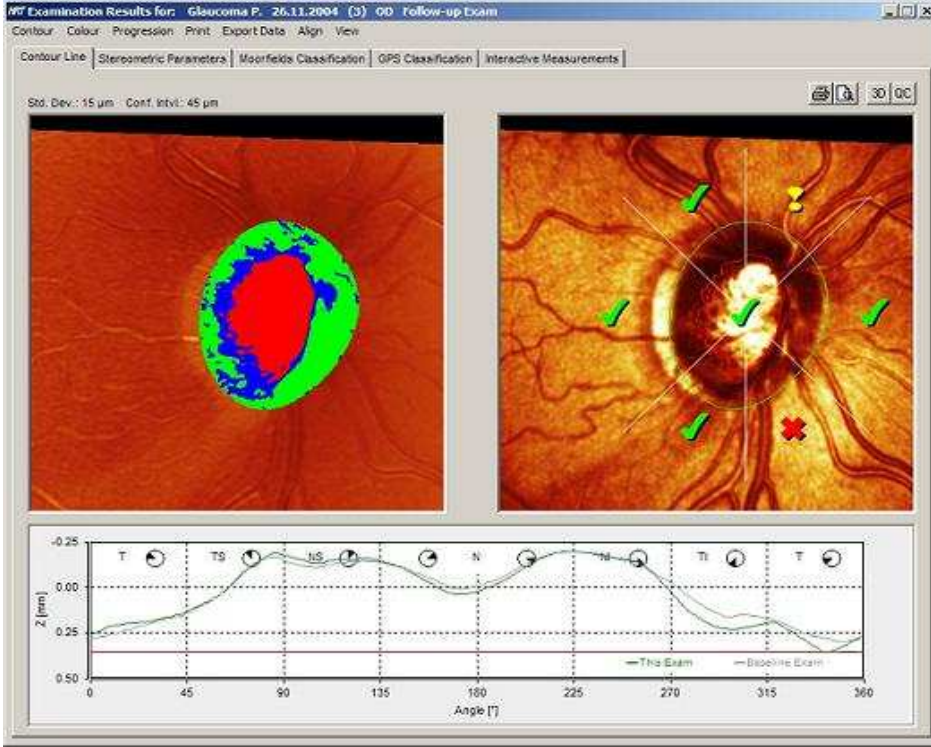
Şekil 7. HRT III cihazı

Glokomda bu teknolojinin kullanımı iki yönlüdür. İlk uygulama normal göz, glokom şüphesi olan göz ve glokomatöz gözün ayrımının yapılmasıdır. İkinci uygulama zamanla olabilecek değişikliklerin takip edilebilmesidir. İlk uygulamanın anlamı, fonksiyonel değişikliğin ortaya çıkmasından önce yapısal glokomatöz hasarın saptanmasıdır. İkinci

uygulama progresyonun saptanmasına, tedavinin etkinliğinin belirlenmesine ve ek tedavi ya da girişimin gerekli olup olmadığına karar verilmesine olanak tanır (38, 39).

2.10.2. Heidelberg Retina Tomografisinde 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 gözyaşı tabakasının yetersizliği görüntünün kalitesini bozar. Çekim esnasında kamera kirpiklere temas etmemeli ve 10 mm uzakta olmalıdır. Çekim yapılırken hasta gözünü kapatmamalı ve fiksasyonunu kaybetmemelidir. Elde edilen görüntüler önce bilgisayar tarafından standart deviasyon göz önüne alınarak değerlendirilir. Standart deviasyon 20 μ m altında ise görüntü kalitesi yüksek, 20 ile 30 μ m arasında görüntü kalitesi iyi, 30 ile 40 μ m arasında ise görüntü kalitesi kabul edilebilir olarak değerlendirilir. Standart deviasyon 40 μ 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. Disk sınırları belirlenirken disk 6 kadrana ayrılır. Kadranlar ekranda grafinin altında görüntülenir. Bu kadranlar sırasıyla temporal, üst temporal, üst nazal, nazal, alt nazal ve alt temporaldir. Normal nöroretinal görüntüsü çift hörgüç şeklindedir. Çift hörgüç yapısı üst temporal, üst nazal, alt nazal ve alt temporal kadranlarında nöroretinal rim alanının daha kalın olmasından kaynaklanır. Grafikte referans çizgisi kırmızı, ölçümlerimizle elde ettiğimiz çizgi ise yeşil renk ile kodlanır (Şekil 8) (44).



Şekil 8. HRT’ de nöoretinal rim kadransları ve çift hörgüç yapısı.

2.10.3. Heidelberg Retina Tomografisi III’ de Sterometrik Analiz Verileri

HRT ile glokomda OSB topografisi 2 şekilde analiz edilebilir. Birincisi her bir topografi görüntüsünün değerlendirilmesi (OSB parametrelerinin tespiti), ikincisi topografik değişikliklerin tespiti.

Optik Sinir Başı Parametrelerinin Saptanması

OSB’ nin HRT III ile görüntülenmesinde elde edilen stereometrik parametreler sırasıyla:

Disk Alanı (Disc Area, DA): Kontur çizgileri arasındaki toplam alandır. Normal sınırı 1.63-2.43 mm²’ dir.

Çukurluk Alanı (Cup Area, CA): Referans düzlemi altındaki toplam alandır. Normal sınırı 0.11-0.68 mm²’ dir.

Rim Alanı (Rim Area, RA): Referans düzlemi üzerindeki toplam alandır. Normal sınırı 1.31-1.96 mm²’ dir.

Çukurluk Hacmi (Cup Volume, CV): Referans düzleminin altında kalan hacimdir. Normal sınırı 0.00-0.18 mm³’ tür.

Rim Hacmi (Rim Volume, RV): Referans düzleminin üstünde kalan hacimdir. Normal sınırı 0.30-0.61 mm³’ tür.

ÇukurlukAlanı/Disk Alanı Oranı (Cup Area/Disk Area Ratio, CDAR): Çukurluk alanının disk alanına oranıdır. Normal sınırı 0.07-0.30 mm²’ dir.

Lineer Çukurluk/Disk Oranı (Linear Cup/Disc Ratio, LCDR): Lineer olarak çukurluğun diske oranı. Normal sınırı 0.27-0.55 mm²’ dir.

Ortalama ukurluk Derinliği (Mean Cup Depth, MCD): Kontur içindeki ortalama derinliktir. Normal sınırı 0.10-0.27 mm' dir.

Maksimum ukurluk Derinliği (Maximum Cup Depth, MACD): Kontur içindeki maksimum derinliktir. Normal sınırı 0.32-0.76 mm' dir.

Çukurluk Biçim lümü (Cup Shape Measure, CSM): ukurluğun tüm u boyutlu lmdr. Negatif değerler normal diski, sıfır ve pozitif değerler glokomatöz hasarı ifade eder. Normal sınırı (-0.28)-(-0.15)' dir.

izgi Boyu Yükseklik Değerkenliği (Height Variation Contour, HVC): Kontur izgisi boyunca retinal yüzeydeki yükseklik farkıdır. Kontur çizgisinin en yüksek ve en dşuk noktaları arasındaki farkı temsil eder. Normal sınırı 0.31-0.49 mm' dir

Ortalama Retina Sinir Lifi Tabakası Kalınlığı (Mean Retinal Nerve Fiber Layer Thickness, MRNFLT): Kontur izgisi ve referans yüzey arasındaki retinal seviye farkını gösterir. Normal sınırı 0.20-0.32 mm' dir

Retina Sinir Lifi Tabakası Kesit Alanı (Retina Nerve Fiber Layer Cross Sectional Area, RNFLCSA): Retina sinir lifi tabakasının indirekt yolla lmdr. Retina sinir lifi tabakasının ortalama kalınlığının kontr çizgisi uzunluğu ile çarpımı sonucu elde edilir. Normal sınırı 0.99-1.66 mm²' dir (şekil 9) (43).

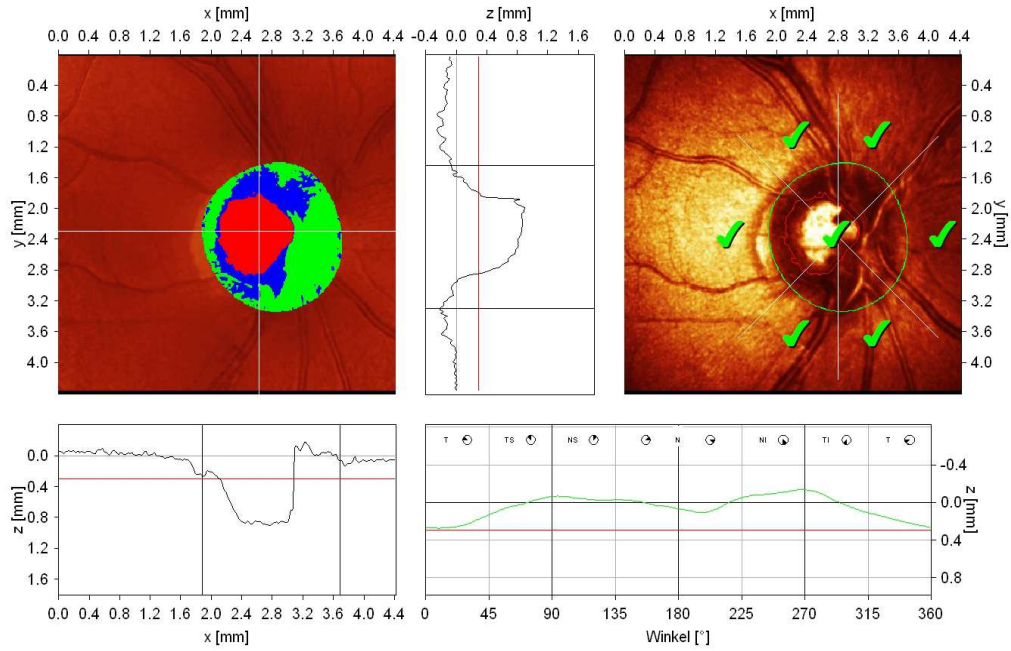
Patient: ..., ...

Geschlecht: männlich Geb.: 01.Oca.2012 Pat-ID: ---

R

Untersuchung: Datum: 16.Eyl.2005

Aufnahme: Fokus: -1.00 dpt Scantiefe: 2.50 mm Operator: PROF.DR.HALÝT O IOD: ---



Stereometrische Analyse	Normalbereich	
Papillenfläche	2.78 mm ²	1.63 - 2.43
Exkavationsfläche	0.74 mm ²	0.11 - 0.68
Randsaumfläche	2.04 mm ²	1.31 - 1.96
Exkavationsvolumen	0.28 mm ³	-0.01 - 0.18
Randsaumvolumen	0.60 mm ³	0.30 - 0.61
Flächenquotient (C/D Ratio)	0.27	0.07 - 0.30
Lineare C/D Ratio	0.52	0.27 - 0.55
Mittlere Exkavationstiefe	0.34 mm	0.10 - 0.27
Maximale Exkavationstiefe	0.86 mm	0.32 - 0.76
Exkavationsform (3.Mom.)	-0.16	-0.28 - -0.15
Höhenvariation der Kontur	0.41 mm	0.31 - 0.49
RNFS-Dicke	0.25 mm	0.20 - 0.32
RNFS-Querschnitt	1.50 mm ²	0.99 - 1.66
Referenzhöhe	297 µm	
Topographie Standardabw.	13 µm	
FSM	3.03	
RB	1.40	

Erwartet [mm²]
Exkavation
U 95.9% KI
U 99.9% KI
Randsaum
U 95.9% KI

global temporal temp-sup temp-inf nasal nasal-sup nasal-inf

Moorfields Klassifikation: Innerhalb normaler Grenzen (*)

(*) Moorfields Klassifikation (Ophthalmology 1998;105:1557-1563). Die Klassifikation beruht auf Statistik. Die Diagnose liegt in der Verantwortung des Arztes.

Kommentar:

Datum: 16.Eyl.2005 Unterschrift:

Software Version: 3.1.2/5198

Şekil 9. HRT III stereometrik analiz ve Moorfields sınıflaması.

2.10.4. Topoğrafik Değişikliklerin Saptanması

Takip analizinde temel ilke, optik sinir topoğrafisinde zaman içinde meydana gelebilecek değişikliklerin kaydedilebilmesidir. Bu nedenle ilk muayenenin bulguları ile takip muayeneleri arasındaki farklar tespit edilmelidir. HRT topoğrafik değişikliklerin takibinde 2 yöntem kullanılır. Stereometrik parametrelerin farkları ile takip ve topoğrafi görüntüleri arasındaki farklar ile takip (43).

İlk muayenede çizilen optik disk sınırlarını belirleyen kontür çizgisinin daha sonraki muayenelere aktarımı ile ilk muayenede elde edilen stereometrik disk parametreleri ile son muayenede elde edilen değerler arasındaki farklar bilgisayar ortamında tespit edilebilir hale gelir. Aynı şekilde farklı zamanlardaki muayeneler arasındaki değişimler renk kodlu haritalar şeklinde de gözlemek olasıdır. Kırmızı renk çukurlukta ilerlemeyi (depresyonu), yeşil renk rim varlığının kalıcılığını belirtir (Şekil 10). Bu renk haritaları glokomlu olgularda progresyonun saptanmasına, tedavi etkinliğinin belirlenmesine ve ek tedavi ya da girişimin gerekli olup olmadığına olanak tanır (39, 42, 43).

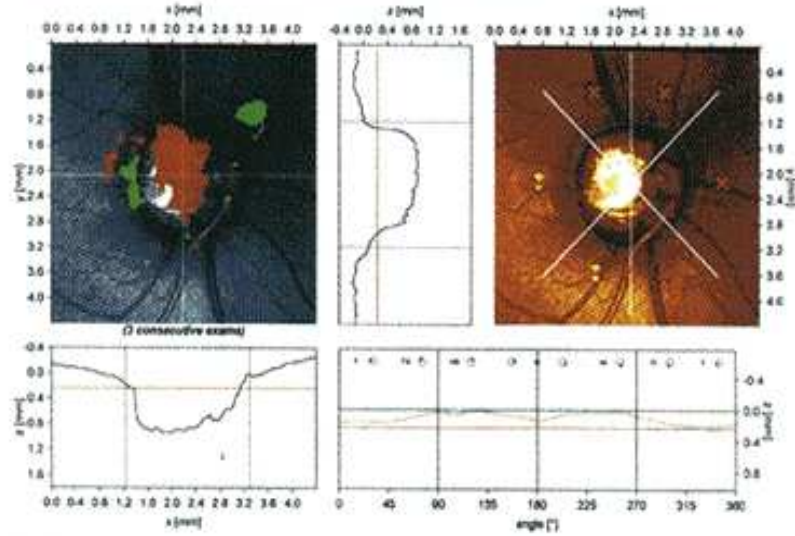
Patient:

Sex: male DOB: 1945 Pat-ID:

Examination: Baseline: Apr/10/1998 FollowUp: Nov/20/2002 Time elapsed: 55 months

OD

Scan: Focus: +1.00 dpt Depth: 2.50 mm Operator: — IOP: —



Şekil 10. HRT III' ün renk kodlu haritası (Kırmızı renk çukurlukta ilerlemeyi (depresyonu), yeşil renk rim varlığının kalıcılığını belirtir).

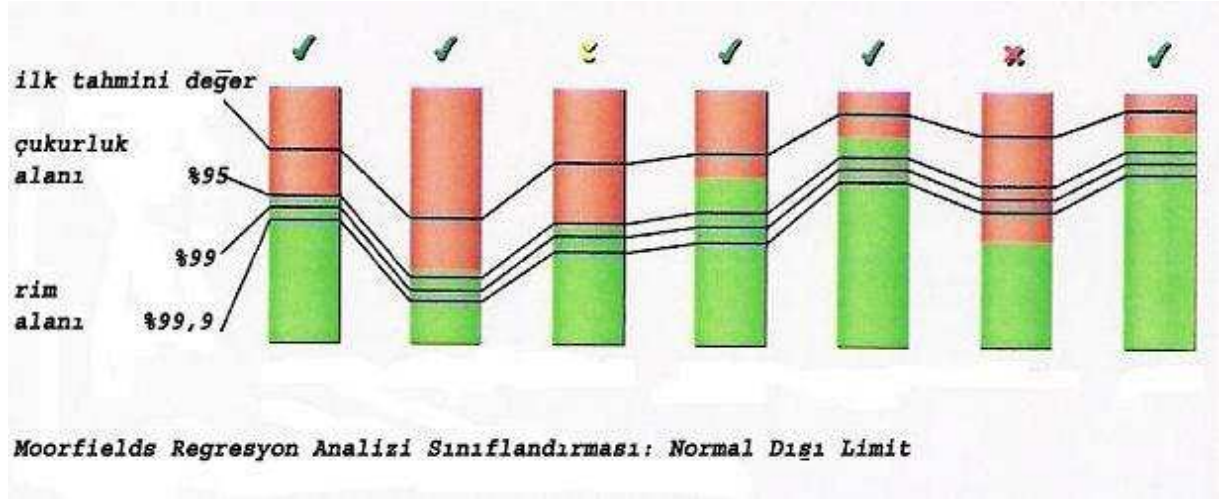
2.10.5. Moorfields Regresyon Analizi (MRA) Verileri

HRT II ve HRT III' ün yazılım alanında geliştirdiği en önemli yenilik MRA' dır. MRA' da hastadan elde edilen veriler 112 normal ve 77 erken glökomlu göz ile yapılmış çalışma verileri ile karşılaştırılarak sunulmaktadır. Değerler tablo halinde ve sembollerle normal, sınırda ve glökomlu ayırımı 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 (45).

Tabloda kırmızı alan, çukurluğu, yeşil alan ise nöroretinal rimi temsil eder. Optik disk 6 segmente ayrılır. Tabloda 7 segment bulunur. Soldan sağa doğru; ilk segment diskin bütünüdür. 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 (Şekil 11) (46, 47).

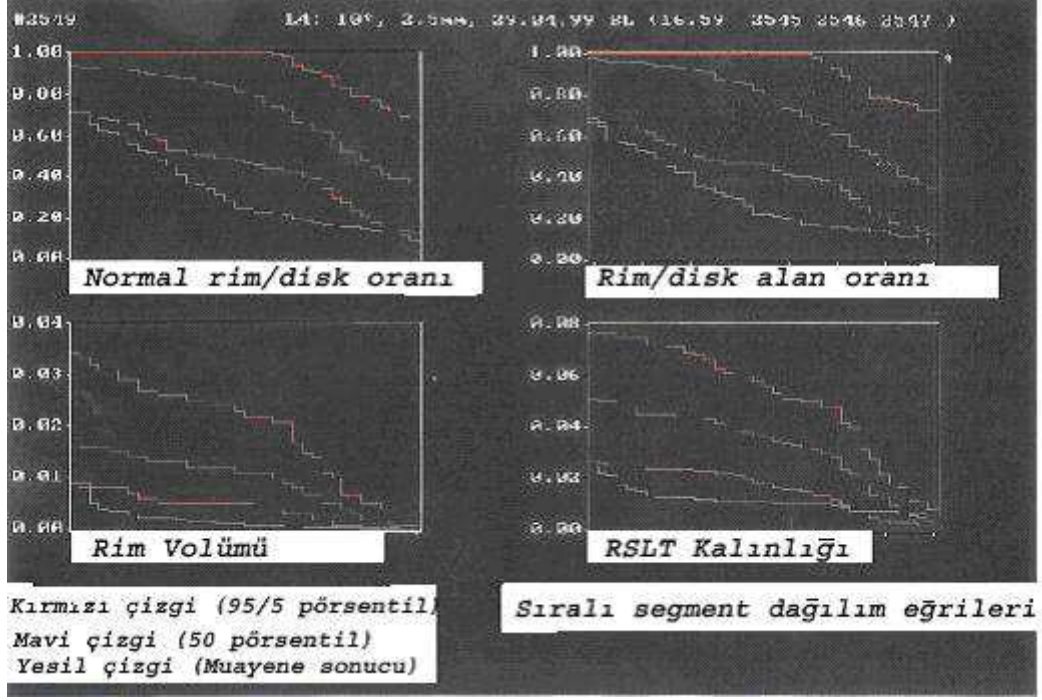
Referans aralıklarını belirleyen normal verilerin az olması (beyaz ırka ait 733 göz, siyah ırka ait 215 göz), disk konturuna bağlı değişikliklerin ve referans aralıklarının hastanın yaşının dikkate alınmadan belirlenmesi gibi dezavantajları vardır (47).



Şekil 11. MRA verileri.

2.10.6. 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 12) (42).



Şekil 12. Sıralı Segment Dağılım Eğrileri

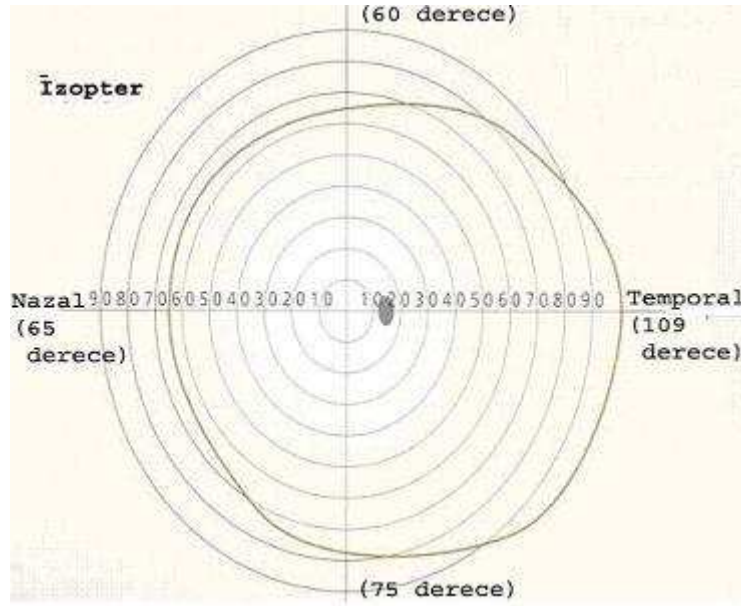
2.11. Heidelberg Retina Tomografisi Verilerinin Analizi ve Görme Alanı Verileri ile İlişkilendirilmesi

Glokomda yapısal ve fonksiyonel hasarın lokalizasyonu birbirleriyle bağlantılıdır. Yapısal hasar fonksiyonel hasardan önce oluşur. Optik diskin alt yarısında nöroretinal rimdeki kayıplar üst yarı; üst yarısında nöroretinal rimdeki 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 incelmelerinin işaretidir. Topoğrafik görüntüler HRT çıktısında grafikler, şekiller ve sembollerle sunulur. Görüntüler stereometrik analiz, MRA ve sıralı segment dağılım eğrileri ile değerlendirilir (44, 48, 49).

2.12. Bilgisayarlı Görme Alanı (BGA)

GA ölçümünün yapılması anlamına gelen perimetride amaç, GA topoğrafisini çıkararak normalden sapmayı tespit etmektir. GA, göz açık ve bir noktaya fikse iken fiksasyon noktasının etrafındaki objeleri görebildiği maksimum alan olarak tanımlanır. Normal GA, fiksasyon noktasından üstte 60°, nazalde 65°, altta 70°-75°, temporalde 100°-110° lik bir eliptik alan tanımlamaktadır (Şekil 13). GA'daki kör nokta OSB bölgesine uyar ve fiksasyon noktasının 15° temporalinde, merkezinde absolu skotom, periferinde ise rölatif skotom alanları içeren görmenin olmadığı bir alandır. Rölatif skotom, OSB' nin özellikle alt ve üst

kısımlarındaki peripapiller retinayı ifade eder. Pik noktası en fazla duyarlılığın olduğu bu nedenle en zayıf uyarıların bile görülebildiği noktadır (50, 51).



Şekil 13. GA'nın Sınırları.

2.12.1. Görme Alanı Testlerinde Kullanılan Terimler ve Tanımlar

Fiksasyon noktası: GA'da foveanın santralini gösterir.

Santral alan: Fiksasyonun içinde kaldığı 30° lik merkezi alandır.

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 (50) .

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 (50).

Statik GA: GA'nın sınırlarını saptamak için uyarının yeri sabit iken, şiddetinin değiştirildiği GA testidir. GA adasının yüksekliğinin üç boyutlu olarak tayin edilmesini sağlar (50).

İzopter: GA'da uyarının algılandığı noktaların birleştirilmesi ile oluşan kontür çizgisidir.

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

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'da parlaklık birimi asb yerine, ünitesi dB olan logaritmik skala ile ifade edilir.

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

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

Depresyon: Retinal duyarlılığın beklenen değerlerin altında olmasını ifade eder .

Skotom: GA' da lokalize defektleri tanımlar.

a- Absolü skotom: Maksimum uyaran şiddetine rağmen devam eden GA defektidir.

b- Rölatif skotom: Uyarının şiddeti ve büyüklüğü arttırıldığında ortadan kalkan GA defektidir.

Flüktuasyon: GA ölçümlerindeki değişiklikleri ifade eder.

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

b- Uzun süreli dalgalanmalar (Long term fluctuation): Aynı gözde farklı zamanlarda yapılan testler arasındaki değişkenlikleri gösterir (50, 52, 53).

2.12.2. Görme Alanı Teknikleri

a. Kinetik GA: Uyarın genellikle periferden gösterilir ve saniye başına 2° olacak şekilde fiksasyona yaklaştırılır (hasta ışığı algılayıncaya kadar). 15° lik aralıklarla 360° lik tüm alan taranır ve uyarının parlaklığı ile büyüklüğü değiştirilerek izopterler elde edilir. Goldmann manuel GA buna örnektir.

b. Statik GA: GA' da bir çok test noktasının eşik değeri uyarının büyüklüğü değiştirilmeden şiddeti değiştirilerek test edilir. Otomatik GA' nın çoğu esas olarak statik GA prensibine dayanmaktadır (50). Statik GA' da üç test stratejisi kullanılmaktadır. Tam eşik testi (Full-Threshold), eşige bağımlı test ve zon testi.

Tam eşik testi (Full-Threshold, FT): Bu programda ilk olarak hastanın beklenen eşik değerinden daha parlak bir uyaran sunulur. Hasta bu ışığı görebilirse, sonraki ışığın şiddeti 4 dB' lik basamaklarla hastanın artık göremediği bir noktaya kadar azaltılır. Bundan sonra ışığın şiddeti 2 dB aralıklar ile hastanın tekrar görebildiği noktaya kadar arttırılır. Eğer hasta ilk ışığı görememişse ışığın şiddeti 4 dB aralıkla arttırılıp görülebilen aşamadan sonra test devam eder. Eşik değeri görülebilen en soluk uyarının parlaklık şiddeti olarak kaydedilir. Her nokta iki kez taranır. Glokom takibinde en sağlıklı ve sık kullanılan stratejidir (50, 54).

Eşige Bağımlı Test: Bu testte normalde beklenen değer 4 dB üstü uyaran şiddeti uygulanır. Hasta görebilir veya görmeyebilir şeklinde kaydedilir. Dezavantajı eşik üstü değer uygulanması ve bu değer üstündeki defektleri tespit etmesidir (50).

Zon Testi: 3 zon kullanılmaktadır. Birinci zon normal değer 4-5 dB üstü olan eşik üstü değer olup hasta gördüğünde normal olarak değerlendirilir. Eğer görmezse ışık şiddeti

arttırıldığında görürse rölatif defekt, görmezse absolu defekt olarak sınıflandırılır. Cevaplar normal, rölatif defekt ve absolu defekt olmak üzere 3 zonda değerlendirilir. Dezavantajı ancak major defektleri saptayabilmesidir, avantajı hızlı olmasıdır (50).

c. Kombine Statik ve Kinetik GA: Bu yöntemle kinetik GA' nın hızı, statik GA' nın duyarlılığı kullanılmaktadır. Genel olarak periferik alan kinetik metodla, santral alan statik GA ile test edilmektedir (50).

2.12.3. Bilgisayarlı Görme Alanı Testlerinde Güvenilirliği Etkileyen Değişkenler Hastaya Ait Değişkenler

a. Yaş : Yaş ile birlikte 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 (50, 55).

b. Öğrenme Etkisi : Olguların ikinci GA testlerinde retinal duyarlılığın arttığı, testte güvenilirlik parametrelerinin istenilen sınırlarda seyrettiği gözlenmektedir (50, 55).

c. 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 (50, 55).

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 (55, 56).

2.13. Otomatik Görme Alanının Temel Prensipleri

Otomatik GA, statik GA esasına dayanır, uyarının yeri ve büyüklüğü sabit tutularak şiddeti değiştirilir. Otomatik GA ile önemli üç amaca ulaşılmıştır: a) Test şartlarının standardizasyonu, b) Hasta güvenilirliğinin tayini, c) Test sonuçlarının bilgisayarlı analizi (50, 51).

a. Test şartlarının standardizasyonu: Seçilen test programı BGA tarafından önceden programlanmış ve tekrarlanabilir bir düzene göre uygulanır. Bu da manuel GA' da önemli bir hata kaynağı olan perimetrist hatalarını ortadan kaldırır. GA' ları ya test öncesinde kalibre edilmiştir ya da test sırasında kendi kendini kalibre eder. Seçilmiş test stratejisi, daha önce tespit edilmiş olan algoritmdede (test stratejisi, uyarın çapı, uyarın rengi vs) bilgisayar tarafından uygulanır. Ancak perimetrist, test stratejisinin seçiminde, santral GA için yakına

uygun tashihin yapılmasında, test süresince hastanın takibinde ve gerekli uyarıların yapılmasında halen önem taşımaktadır (58).

b. Hasta güvenilirliğinin tayini:

Fiksasyon kayıpları: Fiksasyon noktasından bakış kaybını belirler. Şayet uyarın hasta tarafından görülürse, cihaz bunu fiksasyon kaybı olarak kaydeder. Kör noktaya belli aralıklarla yollanan parlak uyarının kaç kez görüldüğünü gösterir. Güvenilir bir testte fiksasyon kaybı oranı %20' den az olmalıdır. Fiksasyonun fazla olması, GA' yı olması gerekenden daha iyi gösterir. GA muayenesinin tüm safhalarında, hastanın santral fiksasyonunun idamesi test sonuçlarının güvenilirliği açısından temel teşkil eder. Bilgisayarlı perimetride bu iki yolla sağlanır (50).

Video analiz sistemi: Pupilla pozisyonu ayarlanarak ya da direkt monitörden izleme ile göz hareketleri incelenerek temin edilir. Fiksasyon kaybı oluşunca, tüm test tamamlanana kadar alet o noktayı tekrar tekrar test eder (50).

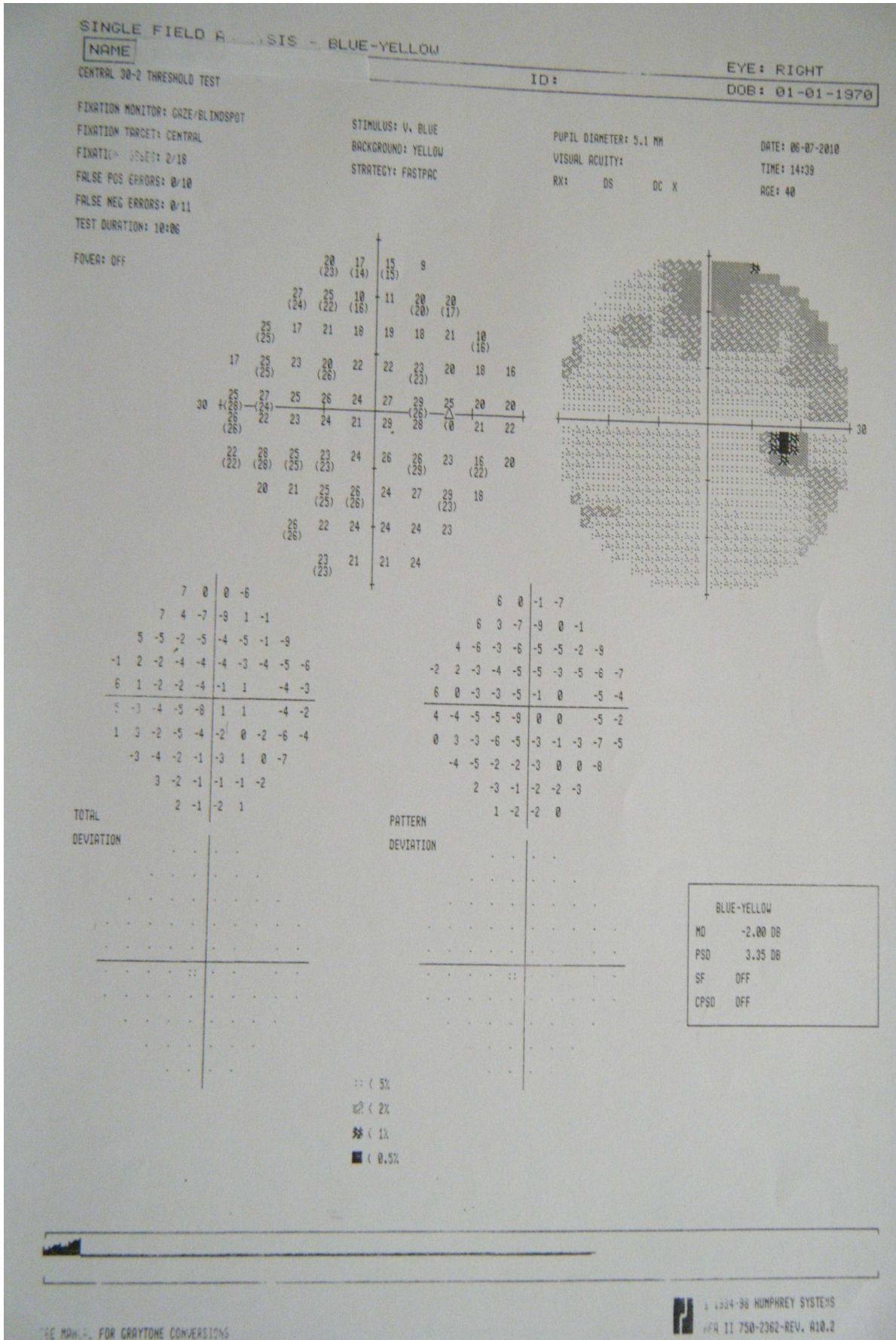
Heijl-Krakau yöntemi: Muayeneden önce bir kör nokta lokalizasyonu tespit edilir ve muayene esnasında bu kör noktaya eşik veya eşik üstü uyarılar verilir. Normal şartlarda fiksasyondaki bir gözün kör noktasına gelen bu uyarıyı görmemesi gerekirken, uyarın tespit ediliyorsa, bu gözün fiksasyondan ayrıldığını gösterir ve alet tarafından yazıcıya kaydedilir (50, 58, 59).

Yalancı Pozitif Cevaplar: Hastanın görsel uyarın olmadığı halde veya görme uyarını gösterilmediği halde cihazın sesine yanıt vermesidir. GA' nın beklenenden daha iyi olmasına neden olur. Güvenilir bir testte yalancı pozitif cevaplar % 20' nin altında olmalıdır (50).

Yalancı Negatif Cevaplar: Hastanın önceden gördüğü bir nokta, görebileceği eşikğin üstü bir uyarınla uyarıldığında yanıt vermemesi olayıdır. Yalancı negatif cevaplar GA' nın beklenenden daha kötü çıkmasına neden olur. Güvenilir bir testte yalancı negatif cevaplar % 20' nin altında olmalıdır (50).

c. Test sonuçlarının bilgisayarlı analizi: Otomatik GA, test sonuçlarının bilgisayarlı analizi ile elde edilen değerlerle öncede belirlenmiş ve bilgisayarda depolanmış olan normal değerleri karşılaştırmakta, istatistiksel olarak değerlendirmekte, GA indekslerini hesaplamakta ve tekrarlanan muayeneleri değerlendirip kıyaslamaktadır. Humphrey BGA' nda bu işlemler için STATPAC Software kullanılmaktadır. Humphrey STATPAC Software, tek alan analizine ek olarak gri skala, değer tablosu, total deviasyon, pattern deviasyon ve test indekslerinin sonuçlarını gösteren bir çıktı vermektedir. Santral 30-2 eşik testi basılı kağıdın sol alt tarafında global indeksler vardır. Sağ üstteki sayısal şemada her noktaya ait eşik değer ölçümleri dB cinsinden gösterilmiştir. Onun solunda aynı değerler gri şema olarak

gösterilmektedir. Gri şema, GA' nın izopterlere benzer ifadesidir. Grinin tonları arasında 5 dB' lik duyarlılık farkı vardır. Hasarı hızlı bir şekilde değerlendirmek açısından kullanışlıdır. Bu iki şemanın altında sağ altta total deviasyon şemaları, solda ise pattern deviasyon şemaları vardır. En altta ise gri şema sembollerinin apostibl (asb) ve dB olarak karşılıkları mevcuttur (Şekil 14) (51, 58).



Şekil 14. GA SWAP (Mavi - Sarı) Santral 30-2 test çıktısı.

Total Deviasyon Haritası: Her bir test noktasını, normal populasyona kıyasla yaşa göre düzeltilmiş olan değerlerden dB cinsinden sapmasını gösterir ve olasılık sembolleri ile ifade edilir (■ , ✖ , ☹ , ☹☹) 4 dB ve altındaki bir sapma normal sınırlarda kabul edilir. Total deviasyon, generalize ve lokalize değişikliklerin bir kombinasyonudur (60).

Pattern Deviasyon Haritası: Generalize bir depresyonun etkisi ortadan kaldırıldıktan sonra hastanın kendi görme tepesine ve yaşına göre her test noktasının dB cinsinden sapması ve olasılık sembolleri ile ifade edilmek suretiyle normal olma olasılığının hesaplanmasıdır (60).

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

2.14. Görme Alanı Global İndeksleri

a. Ortalama Sapma (Mean Deviation, MD): Her test noktasının yaşa göre düzeltilmiş normal değerlerden farkının ortalamasıdır. Normalde 0-2 dB arasında değişmektedir. Generalize GA depresyonunu yansıtır, negatif değerler duyarlılık azalmasını gösterir. Çok ciddi ancak lokalize kalmış depresyonların, GA MD indeksi üzerine çok fazla etkisi yoktur. RNFL' deki yaygın hasarlara işaret eden bir parametredir. Hastanın değerleri toplumda o yaş grubuna ait referans aralığının 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 (50, 60).

b. Pattern Standart Sapma (Pattern Standart Deviation, PSD): GA' nın standardizasyonunun bir ölçütüdür. PSD değeri hastanın görme tepesi yüzeyinin düzensizliğini gösterir. 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. Yüksek bir PSD değeri hastanın cevaplarındaki değişkenliğe ve lokalize GA defektlerine bağlı olabilir. Generalize depresyon yapan nedenlerin ortadan kaldırılmasından sonra hastanın GA' nın yaşa göre düzeltilmiş değerlerden ne kadar sapma gösterdiğini belirtir. MD değeri ile beraber PSD değerinin normal dışı olması jeneralize ve lokalize kaybın beraber olduğunu gösterir (50, 60, 61).

c. Düzeltilmiş Pattern Standart Sapma (Corrected Pattern Standart Deviation, CPSD): Tümüyle lokalize GA defektlerine özgü olup, pattern standart deviasyonun kısa süreli fluktuasyondan etkilenen kısmının çıkarılmasıyla elde edilen GA' nın tepesinin ölçütüdür (50, 60, 61).

d. Glokom Yarı Alanı Testi (Glaucoma Hemifield Test, GHT): Alt ve üst GA yarılarından elde edilen eşik değerler karşılaştırılarak 6 adet sonuç şeklinde yorumcuya bildirir.

- 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 limit dışı: Üst ve alt GA yarılarından elde edilen değerlerin normal nüfusun % 99' unda beklenen değerlerin dışında olduğunu ifade eder.

- Sınırdaki değerler: Eşik değer 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 arasında orta düzeyde farklılıklar izlendiğini ifade eder.

Tekrarlanan GHT' de anormal sonuçlar elde ediliyorsa GA' daki defektin glokomatöz olması olasılığı yüksektir (60, 62).

2.15. Humphrey Bilgisayarlı Görme Alanında Kullanılan Test Stratejileri

Humphrey BGA, statik GA prensibi ile çalışan bir otomatik GA' dır. Seçilen test stratejisi önceden programlanmış algoritma düzeyinde, uyarının büyüklüğü değiştirilmeden, şiddeti değiştirilerek hastaya sunulur. Perimetristin teste etkisi en az düzeydedir. Kullanılan test stratejileri:

a. Tam eşik testi (Full-Threshold, FT): Bu programda ilk olarak hastanın beklenen eşik değerinden daha parlak bir uyarın sunulur. Hasta bu ışığı görebilirse, sonraki ışığın şiddeti 4 dB' lik basamaklarla hastanın artık göremediği bir noktaya kadar azaltılır. Bundan sonra ışığın şiddeti 2 dB aralıklar ile hastanın tekrar görebildiği noktaya kadar artırılır. Eğer hasta ilk ışığı görememişse ışığın şiddeti 4 dB aralıkla artırılıp görülebilen aşamadan sonra test devam eder. Eşik değeri görülebilen en soluk uyarının parlaklık şiddeti olarak kaydedilir. Her nokta iki kez taranır. Glokom takibinde en sağlıklı ve sık kullanılan stratejidir (50, 54).

b. Fastpac (FP) Test stratejisi: Bu programda test, başlangıç ışık şiddetleri 25 dB olan dört parasantral noktada başlar. Bu noktalardaki başlangıç uyarısı görülmezse ışığın şiddeti 3 dB adımlarla parlaklaştırılır ve görülmeye başlandığı ilk nokta eşik olarak kabul edilir. Başlangıç uyarısı görüldüğünde bu kez 3 dB adımlarla görülmeyene kadar ışığın şiddeti soluklaştırılır. FP test stratejisinin FT test stratejisine göre farkı her noktanın bir kez taranmasıdır (55, 57).

c. Swedish Interactive Thresholding Algorhythm (SITA) Test Stratejisi: SITA, test süresini kısaltmak ve GA duyarlılık ölçümlerinin güvenilirliklerini iyileştirmek için Humphrey alan analizörü tarafından hazırlanmıştır. SITA-Fast yöntemiyle de süre daha da kısaltılmıştır. Test öncesi SITA, normal ve glokomatöz GA modellerini bünyesine kurar. Test sırasında uyarınlar daha önce kurulumu yapılan GA' ya uygun eşiklerle başlar. Arkuat sinir yerleşimlerine uygun olarak herbir nokta duyarlılığı komşu noktalarla karşılaştırılarak en yakın stimulus değeri ile uyarın verilir. Böylece klasik eşik testindeki basamakvari uyarın verilerek noktasal duyarlılık tespit edilmemiş, test noktasında elde edilen eğimli eğrilerin her uyarınla yeniden değişmesi ilkesi ile de uyarın duyarlılıklarının doğruluğu artırılmış olur. Bu eşik tespit stratejisi, yalancı pozitif hataların tespitini yeniden düzenleyerek ve kısa süreli dalgalanma tespitini ortadan kaldırarak test süresinin kısalmasını sağlar. Konvansiyonel basamakvari eşik testi tayini ile karşılaştırılacak olursa süre yarıya inmiştir ve sonuçların doğruluğu da en az diğer test kadar yüksektir (42).

d. Kısa Dalga Boylu Otomatik Perimetri (Short-Wavelength Automated Perimetry: SWAP; Mavi- Sarı Perimetri): SWAP testi kısa dalga boyuna duyarlı renk sistemini değerlendirmek için geliştirilmiştir. Retinadaki uyarıyı kısa dalga boyu (mavi) konular algılar.

Uyarı önce mavi-kon bipolar hücrelerine, oradan da küçük bistratifiye retina gangliyon hücrelerine gider. Bu gangliyon hücreleri parvoselüler hücrelerden farklıdır ve aksonları lateral geniculat nükleustaki (LGN) ayrı bir tabakaya projeksiyon gönderir. Retinaya seyrek bir şekilde dağılmış küçük bistratifiye RGH' leri tüm gangliyon hücrelerinin % 9' unu oluşturur. SWAP' ta erken dönemde kayıp görülmesinin sebebi küçük bistratifiye retina gangliyon hücrelerinin glokomda erken dönemde etkilenmesi değil, bu hücrelerin retinada seyrek dağılmasından dolayı en ufak bir kaybın erken dönemde algılanmasındandır. SWAP' ta kısa dalga boyuna hassas yolun izole edilmesi için parlak sarı ($\geq 530\text{nm}$) artalan kullanılır. Böylece orta ve uzun dalga boyuna hassas yollar ile rod aktivitesi önlenir. Retina sadece 440 nm dalga boyuna sahip mavi ışık uyarısına cevap verir. SWAP' ta yalancı pozitif, yalancı negatif, fiksasyon kaybı güvenilirlik endeksleri vardır. Güvenilir olmayan testleri tekrarlamak gerekir. Testi yorumlarken gri skala ve saf eşik değerleri yerine yaşa göre düzeltilen total ve patern deviasyon değerlerinin kullanılması daha uygundur. SWAP' ta görülen görme alanı defektleri ile optik disk anormallikleri arasında anlamlı bir ilişki vardır. SWAP defekti ile glomatöz nöroretinal rim anormalliği, retinal sinir lifi defekti ve optik sinir hasarı arasında ilişki gösterilmiştir. Lokalize SWAP defekt paterni sinir lifi defektine uyar. SWAP standart perimetriye göre glokomu olan çoğu hastada defektleri 3-5 yıl önce saptar ve yeni görme alanı kayıplarını önceden bildirir. SWAP' ın en büyük dezavantajı her göz için 15-20 dk. gibi uzun bir sürede yapılabilmesidir (56).

2.15.1. Humphrey Bilgisayarlı Görme Alanı Cihazının Teknik Özellikleri

Model: Humphrey Field Analyzer (HFA) II Model 750 (Şekil 15).

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

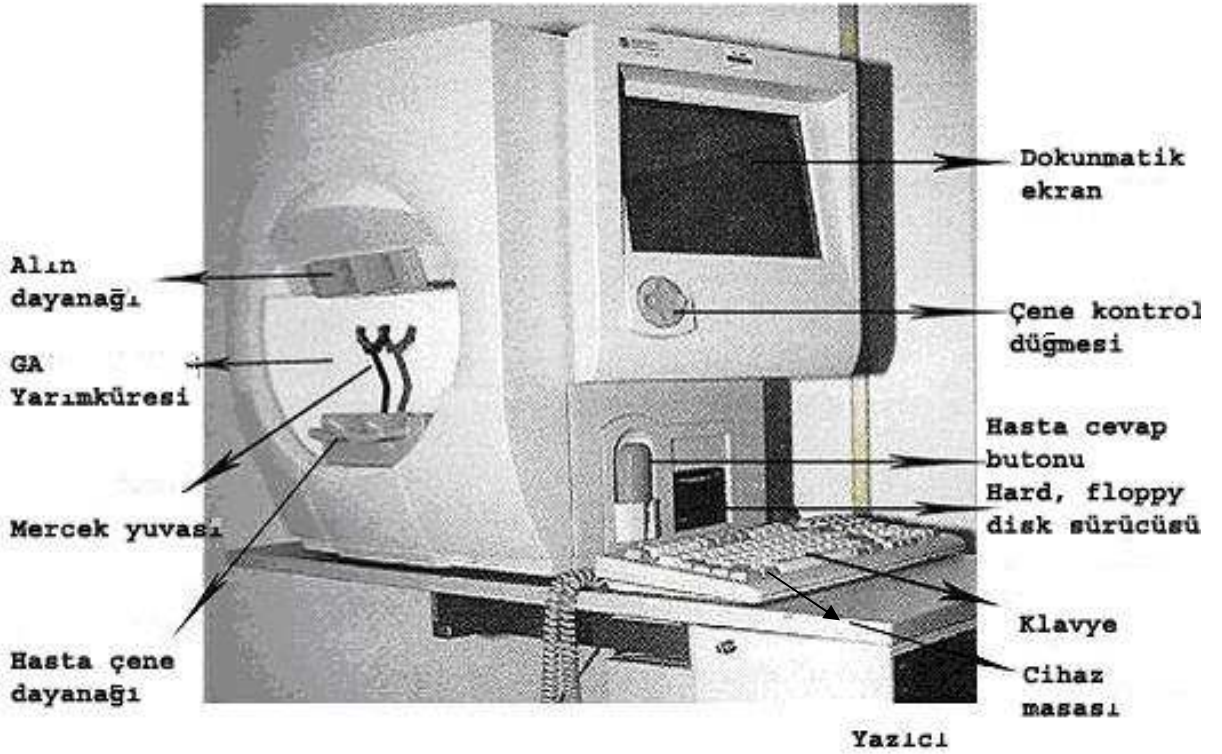
Uyarının Tipi: Projeksiyon

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

Uyarının 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 15. HFA II Model 750 BGA cihazı ve kısımları.

2.16. Glokoma Bağlı Görme Alanı Defektleri

Glokom seyrinde optik sinir lifleri kayba uğradıkça bu liflerin kaynaklandığı RGH de ölmektedir. Retinanın belirli bir bölgesindeki yeterli sayıdaki ganglion hücresi kaybı o sahada görsel fonksiyonları bozmakta, bu da perimetrik ölçümlerde GA defektleri olarak ortaya çıkmaktadır. Glokoma bağlı GA defektleri iki grupta incelenir (7, 63).

2.16.1. Diffüz (Generalize) Görme Alanı Defektleri

Glokomun erken belirtisi olabilir. OSB' deki küçük dağılmış demetlerin hasarı duyarlılıkta diffüz bir azalma meydana getirecektir ve bu, lokal defektlerden daha zor tanınmaktadır. Çünkü yaş, ortam opafikasyonları, miyozis gibi glokom dışında başka birçok patolojilerde de görülebilir (7, 17, 64).

2.16.2. Lokalize Görme Alanı Defektleri

Glokom için daha spesifik olan bu GA defektleri retina ve optik sinir anatomisine uygun olarak ortaya çıkar. GA kaybının en yaygın özelliği yatay meridyene uygunluk göstermesi eğilimi ve nazal pozisyonda olmasıdır. Diğer bir özelliği Bjerrum alanında (temporal olarak fiksasyondan 10°-20° arasında, nazal olarak 2°-25° arasında yayılabilir) olmasıdır. Genel olarak optik sinir konfigurasyonu ile GA görünümü uyum sağlar. Üst GA defekti, alt kutup sinir defekti ile beraberdir (7, 64).

a. İzole Parasentral Defektler: Lokalize retinal hassasiyetin azalmasına bağlı olarak fiksasyondan 10° lik alan içinde (arkuat alanda) ortaya çıkan kör nokta ile birleşmeyen GA defektleridir. Rölatif ya da absöü defektler olabilir. Bu defektlerin daha derinleşmeleri ve genişlemeleri sonucunda arkuat ya da Bjerrum skotomları oluşur (17, 50,64).

b. Arkuat veya Bjerrum skotomlar: Tam bir sinir lifi demet defektini gösterir. Arkuat skotom kör noktadan başlar, fiksasyonun etrafında ark şeklinde dolanır ve horizontal raphede sonlanır. Glokomda en erken GA defektleri en çok arkuat alan içinde ve özellikle bu alanın üst yarısında olmaktadır. Bazen erken bir arkuat skotom kör nokta ile birleşerek eğimli bir şekil çizer. Bu tip defektlere Seidel skotomu denilmektedir (17, 50, 64).

c. Nazal basamak (Nasal Step) veya Depresyon: Horizontal raphenin üst ve alt kısımlarında, birbirinden farklı şiddette GA defekteri ortaya çıkmasıyla oluşur. Glokomun erken evrelerinde üst alan, alt alandan daha fazla tutulduğu için nazal basamak horizontal orta hattın üstünde daha büyük bir defekt oluşturur. Glokomda retinanın üst ve alt yarısında sinir lifi harabiyeti her zaman simetrik seyretmez. Bu lifler anatomik olarak horizontal meridyende birleşmedikleri için sinir lifi defektleri alt ve üst kadranın temporalinde basamak şeklinde defektler oluştururlar. GA' da nazal basamak olarak algılanır (50, 51, 64, 65).

d. Temporal Sektör Defektleri: Nazal nöroretinal rim alanındaki hasar temporal GA defektlerine neden olur. Optik sinirin nazal kenarından çıkan sinir lifleri radyasyon göstermeden ilerledikleri için bu tip defektler kama şeklinde olur. Temporal sektör defektleri genellikle glokomatöz GA kaybının seyrinde sonradan ortaya çıkarlar (51, 64, 65).

e. Santral ve Temporal Görme Alanı Adacığı: Glokom ilerlediğinde alt ve üst aksonların çoğu haraplanır. İlerlemiş devrede makulopapiller demet ve bazı nazal lifler kalır. Sonuçta bunlar da kaybedilir (önce santral, sonra temporal adacık). Son devre glokomunda kalan merkezi adacığın ayrıntılarını görmek için 10-2 eşik testi kullanmak gerekmektedir (50, 64, 65).

3-GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmaya Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı'nda PAAG tanısı ile takip edilen 90 sayıda olgu ve sağlıklı 52 olgu dahil edildi. Çalışmaya dahil olan olguların bir gözleri çalışma kapsamına alındı.

PAAG çalışma grubuna dahil olma kriterleri;

- Düzeltilmiş görme keskinliğinin 5/10 veya üstü olması.
- Refraksiyon kusurlarında sferik değer - 6 ile + 3 dioptri arasında olması, silendirik değer

3 dioptri veya altında olması, afaki, ambliyopi olmaması.

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

Kontrol grubuna dahil olma kriterleri;

- GİB' nin 21 mmHg' nin altında olması ve GA' nın normal olmalısı.
- Refraksiyon kusurlarında sferik değer - 6 ile + 3 dioptri arasında olması, silendirik değer 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 Kısa dalga boylu GA testi HFA II (model 750) cihazı ile 30-2 eşik testinin mavi ve sarı 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 2). HAP sınıflamasında, MD değeri ile pattern deviasyon haritasındaki olasılık sembolleri ve fiksasyon noktasına yakınlığı bakımından GA kaybının şiddeti tanımlanmaktadır.

Tablo 2. HAP (Hodapp; Anderson; Parrish) Kriterlerine göre alt grupların oluşumu

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

Olguların GA MD, PSD indeksleri ile HRT III CA, RA, CV, RV, CDAR, LCDR ve CSM parametrelerine bakıldı.

Olgulara, HFA II Model 750 BGA cihazı ile kısa dalga boylu görme alanı testi, zemin aydınlatması sarı, uyarıcı mavi (V büyüklüğünde). 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. Gerekirse yaşa uygun yakın ilaveler yapıldı. Kontrol muayenelerinde aplanasyon tonometresi ile GİB ölçümü ve fundus muayenesi GA testinden sonra yapıldı. Testin güvenilirlik kriterleri olan FK kaybının % 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 topoğrafik 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. Silindirik 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.

90 PAAG' li ve 52 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. $p < 0.05$ olan istatistiksel karşılaştırma sonuçları, anlamlı kabul edilerek değerlendirildi.

4. BULGULAR

Çalışmamızda PAAG tanısı ile takip ettiğimiz 90 olgu ile sağlıklı 52 olguda Humphrey BGA 30-2 eşik testinin SWAP test stratejisiyle elde edilen GA global indeks verileri ile Heidelberg Retina Tomografisi III ile elde edilen OSB topoğrafik analiz verileri arasındaki muhtemel ilişki araştırılmıştır.

Çalışmamıza dahil edilen olgular PAAG' li 53 kadın, 37 erkek olgudan ve kontrol grubu (Grup 0) 31 kadın, 21 erkek olgudan oluştu. PAAG' li olguların ve kontrol grubu olgularının (Grup 0) cinsiyet dağılımları Tablo 3' de gösterilmiştir. Grupların cinsiyetleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark saptanmadı ($p<0.05$).

Tablo 3.PAAG Grubu ve Kontrol Grubu cinsiyet dağılımı

Cinsiyet	Hasta Grubu	(%)	Kontrol Grubu	(%)
Kadın	53	58.888	31	59.615
Erkek	37	41.111	21	40.384
Toplam	90	100.0	52	100.0

Çalışmamıza dahil edilen PAAG' li olguların yaş ortalaması 32.6333 ve kontrol grubu olgularının (Grup 0) yaş ortalaması 34,5192 yaştan oluştu. PAAG' li olguların ve kontrol grubu olgularının (Grup 0) yaş dağılımları Tablo 4' de gösterilmiştir. Grupların yaşları arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark saptanmadı ($p<0.05$).

Tablo 4.PAAG Grubu ve Kontrol Grubu yaş dağılımı

Grup	Olgu Sayısı	OrtalamaYaş	Standart Sapma
Hasta Grubu	90	32.6333	13.88755
Kontrol Grubu	52	34.5192	13.50162

PAAG çalışma grubunda HAP kriterlerine göre hafif GA kaybı olan Grup I; 31 gözden, orta düzeyde GA kaybı olan Grup II; 45 gözden, ağır GA kaybı olan Grup III; 14 gözden oluştu. Grup I yaş ortalaması 33.6774 olan 21 kadın, 10 erkek olgudan; Grup II yaş ortalaması 31.1556 olan 24 kadın, 21 erkek; Grup III yaş ortalaması 35.0714 olan 8 kadın, 6 erkek olgudan oluştu (Tablo 5).

Tablo 5.PAAG olgularının HAP kriterlerine göre alt gruplara dağılımı

PAAG Alt Grupları	Olgu Sayısı	(%)	Kadın	(%)	Erkek	(%)
Grup I	31	34.444	21	67.741	10	32.258
Grup II	45	50.0	24	53.333	21	46.666
Grup III	14	15.555	8	57.142	6	42.857
TOPLAM	90	100.0	53	58.888	37	41.111

GA global indeksleri ile HRT stereometrik parametreleri arasındaki muhtemel ilişkinin istatistiksel anlamlılığı tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yöntemi ile değerlendirildi. GA MD ve PSD indeksleri ile HRT III CA, RA, CV, RV, CDAR, LCDR ve CSM parametrelerinde istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişki saptandı (Tablo 6).

Tablo 6.GA global indeksleri ile HRT stereometrik parametrelerinin ANOVA istatistiksel analiz sonuçları

GA-HRT Parametreleri	P Değeri
MD	<0.001*
PSD	<0.001*
CA	0.015**
RA	0.008**
CV	0.034**
RV	0.003**
CDAR	0.028**
LCDR	0.022**
CSM	<0.001*

p < 0.001 * p < 0.05 **

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 7).

Tablo 7.GA; MD indeksine ait ANOVA-Tukey istatistiksel analiz sonuçları

MD	Gruplar	P Değeri
	Grup 0-Grup I	0.034**
	Grup 0-Grup II	<0.001*
	Grup 0-Grup III	<0.001*
	Grup I-Grup II	<0.001*
	Grup I-Grup III	<0.001*
	Grup II-Grup III	<0.001*

p < 0.001 * p < 0.05 **

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 8). 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 8.GA; PSD indeksine ait ANOVA-Tukey istatistiksel analiz sonuçları

PSD	Gruplar	P Değeri
	Grup 0-Grup I	0.041**
	Grup 0-Grup II	<0.001*
	Grup 0-Grup III	<0.001*
	Grup I-Grup II	<0.001*
	Grup I-Grup III	<0.001*
	Grup II-Grup III	0.048**

p < 0.001 * p < 0.05 **

HRT CA parametresi açısından alt gruplar karşılaştırıldığında Grup 0 ile Grup I, II ve III arasında, HRT RA parametresi açısından Grup 0 ile Grup II ve III arasında, HRT CV parametresi açısından Grup 0 ile Grup I, II ve III arasında, HRT RV parametresi açısından Grup 0 ile Grup II ve III arasında, HRT CDAR parametresi açısından Grup 0 ile Grup II ve III arasında, HRT LCDR parametresi açısından Grup 0 ile Grup I, II ve III arasında, HRT CSM

parametresi açısından Grup 0 ile Grup I, II ve III arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklar saptanmıştır (Tablo 9).

Tablo 9. 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
CA	0.023*	0.017*	0.014*	0.030*	0.024*	0.041*
RA	0.063**	0.020*	0.009*	0.035*	0.007*	0.030*
CV	0.036*	0.028*	0.022*	0.043*	0.020*	0.037*
RV	0.148**	0.032*	0.006*	0.029*	0.008*	0.455**
CDAR	0.037*	0.041*	0.002*	0.019*	0.014*	0.026*
LCDR	0.480**	0.038*	0.006*	0.039*	0.003*	0.023*
CSM	0.025*	0.021*	0.007*	0.045*	0.018*	0.040*

$p < 0.05$ * $p > 0.05$ **

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 CA, RA, CV,

CDAR, LCDR ve CSM, parametreleri arasında, istatistiksel olarak anlamlı korelasyon izlendi(Tablo 10).

Tablo 10. HRT stereometrik parametreleri ile GA MD indeksine ait Pearson istatistiksel analiz sonuçları

GA Global İndeksleri	HRT Stereometrik Parametreleri	Korelasyon Katsayısı	P Değeri
MD	CA	0.111	0.029*
	RA	-0.230	0.038*
	CV	0.133	0.021*
	RV	-0.063	0.056**
	CDAR	0.098	0.015*
	LCDR	-0.011	0.049*
	CSM	0.116	0.027*

$p < 0.05$ * $p > 0.05$ **

GA PSD indeksi ile HRT CA, CV, RA, CDAR, LCDR ve CSM, parametreleri arasında, istatistiksel olarak anlamlı korelasyon izlendi(Tablo 11).

Tablo 11. HRT stereometrik parametreleri ile GA PSD indeksine ait Pearson istatistiksel analiz sonuçları

GA Global İndeksleri	HRT Stereometrik Parametreleri	Korelasyon Katsayısı	P Değeri
PSD	CA	-0.093	0.038*
	RA	0.165	0.016*
	CV	-0.147	0.012*
	RV	0.199	0.064**
	CDAR	-0.127	0.023*
	LCDR	-0.032	0.037*
	CSM	-0.037	0.021*

$p < 0.05$ * $p > 0.05$ **

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 indeksi hastanın görme tepesinin düzenliliğini gösterir. Bu indeks 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.

5. TARTIŞMA

Glokom, RGH aksonlarında kayıp ve karakteristik GA kayıpları ile seyreden kronik, progresif ve multifaktöriyel bir ön optik nöropatidir (2,69). PAAG, en sık görülen glokom alt tipi olup erişkin yaşta izlenmektedir. PAAG yüksek GİB, açık ön kamera açısı ve GA kayıpları ile seyretmektedir (5,17).

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 topoğrafik görüntülemesinde en son geliştirilen cihazlardandır (40,46,66).

Çalışmamızda GA SWAP test algoritması ile elde edilen global indeksler kullanılmıştır. SWAP test algoritmasının tercih edilmesinin nedenlerinden biri SWAP' ta görülen görme alanı defektleri ile optik disk anormallikleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmasıdır. SWAP defekti ile glokomatöz nöroretinal rim anormalliği, retinal sinir lifi defekti ve optik sinir hasarı arasında ilişki gösterilmiştir. Lokalize SWAP defekt paterni sinir lifi defektine uyar. SWAP' ın standart perimetriye göre glokomu olan çoğu hastada defektleri 3-5 yıl önce saptanması ve yeni görme alanı kayıplarını önceden bildirmesi diğer bir tercih sebebimizdir (56).

90 PAAG ve sağlıklı 52 olgu ile yapmış olduğumuz çalışmada GA global indeksleri ile HRT stereometrik parametreleri arasındaki muhtemel ilişki tek yönlü varyans analizi ile değerlendirildiğinde GA MD indeksi ile HRT CA, CV, CDAR, LCDR ve CSM parametreleri arasında GA PSD indeksi ile HRT CA, RA, CV, CDAR, LCDR ve CSM parametreleri arasında anlamlı korelasyonlar saptandı. GA MD parametresi GA hasarının yaygınlığını, PSD parametresi görme tepesinin düzenliliğini ifade eder (50,60). 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 CSM parametresi optik çukurluğun şeklini ifade eder (49).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, CSM parametresinde artış olarak izlenir (67,68). GA PSD parametresinin normal dışı olması GA' da lokalize kayıp olduğunu düşündürür. RGH aksonlarındaki lokalize kayıp GA' ya uyan bölge de arkuat skotom olarak izlenir (50,60).

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 (42). HRT stereometrik parametreleri, RGH' deki lokalize kayıplardan daha çok yaygın kayıplardan etkilenir. RGH kayıplarında HRT RA ve RV parametrelerinde azalma; CA, CV, CDAR, LCDR ve CSM parametrelerinde artış izlenir (48).

Bozkurt ve arkadaşlarının OHT ve glokomlu olgular üzerine yaptıkları bir çalışmada, BGA indeksleriyle HRT stereometrik parametreleri arasındaki ilişki araştırılmıştır. Bu çalışmada BGA MD indeksiyle korelasyon gösteren HRT stereometrik parametreleri; MRNFLT, RNFLCSA, CDAR, LCDR, CA, RA, CSM ve HVC olarak saptanmıştır. BGA PSD indeksiyle korelasyon gösteren HRT stereometrik parametreleri; RA, MRNFLT, RNFLCSA, LCDR, CDAR, CSM ve CA olarak saptanmıştır. Yaptıkları bu çalışmada BGA hem MD hem PSD indeksiyle korelasyon gösteren HRT stereometrik parametreleri de, MRNFLT, RNFLCSA, CDAR, LCDR, RA, CA ve CSM olarak saptanmıştır(70). Çalışmamızda Bozkurt ve arkadaşlarının sonuçlarına benzer şekilde; BGA MD indeksiyle korelasyon gösteren HRT stereometrik parametreleri; CDAR, LCDR, CSM, CA, RA ve CV olarak saptandı. BGA PSD indeksiyle korelasyon gösteren HRT stereometrik parametreleri; CDAR, LCDR, CSM, CA, RA ve CV olarak saptandı. BGA hem MD hem PSD indeksiyle korelasyon gösteren HRT stereometrik parametreleri; CDAR, LCDR, CSM, CA, RA ve CV olarak saptandı. HRT stereometrik parametreleri glokom hastalarında OSB' da meydana gelen morfolojik değişimler hakkında bilgi verir. Glokomda BGA global indeksleri glokom hastasının GA daki fonksiyonel kaybın miktarını gösterir. Bu sonuçlar glokomda yapısal ve fonksiyonel hasarın paralellik gösterdiğini ve bu testlerin glokomun tanı ve takibinde tamamlayıcı olduğunu düşündürmektedir.

Boland ve arkadaşlarının PAAG ve primer kapalı açılı glokom olguları üzerinde yaptıkları çalışmada, BGA indeksleriyle; HRT, OCT ve NFL' nin optik disk parametreleri arasındaki ilişki araştırılmıştır. BGA MD indeksiyle korelasyon gösteren HRT stereometrik parametreleri; CA, RA, CDAR, RV, CV ve CSM olarak saptanmıştır (71). Çalışmamızda Boland ve arkadaşlarının sonuçlarına benzer sonuçlar elde edildi. Çalışmamızda farklı olarak RV parametresi ile BGA MD indeksiyle korelasyon saptanmadı, LCDR parametresi ile korelasyon saptandı.

Takmaz ve arkadaşlarının PAAG' li olgular üzerinde yaptıkları bir çalışmada, kontrast duyarlılık ile BGA indeksleri ve HRT stereometrik parametreleri arasındaki ilişki araştırılmıştır. Bu çalışmada BGA MD indeksiyle korelasyon gösteren HRT stereometrik parametreleri; CA, RA, CV, CDAR, LCDR, MCD, MACDR, MRNFLT, CSM ve RNFLCSA olarak saptanmıştır. BGA PSD indeksiyle korelasyon gösteren HRT stereometrik parametreleri; CA, RA, CV, CDAR, LCDR, MCD, MACDR ve CSM olarak saptanmıştır (72). Çalışmamızda Takmaz ve arkadaşlarının sonuçlarına paralel sonuçlar elde edildi. Bu sonuçlar bize BGA indeksleriyle korelasyon gösteren CA, RA, CV, CDAR, LCDR, CSM parametrelerinin, PAAG' nin erken habercisi olabileceğini düşündürmektedir.

López-Peña ve arkadaşlarının normal, OHT ve glokomlu olgular üzerinde yaptıkları bir çalışmada, BGA indeksleriyle HRT, OCT ve GDx (laser polarimetri) parametreleri arasındaki muhtemel ilişki araştırılmıştır. Glokom olgularında BGA MD indeksiyle korelasyon gösteren HRT stereometrik parametreleri; CDAR, RA, MRNFLT, RNFLCSA, RV ve CV olarak saptanmıştır. DA ve HVC parametresiyle BGA MD indeksi arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon saptanmamıştır (73). Çalışmamızda López-Peña ve arkadaşlarının sonuçlarına ek olarak HRT stereometrik parametrelerinden CA, LCDR ve CSM parametreleri ile BGA MD ve PSD indeksleri arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon saptandı.

Pérez-Iñigo ve arkadaşlarının normal, OHT ve glokomlu olgular üzerinde yaptıkları bir çalışmada, BGA indeksleriyle HRT parametreleri arasındaki korelasyon araştırılmıştır. Glokom olgularında BGA MD indeksiyle korelasyon gösteren HRT stereometrik parametreleri; CSM, CDAR, MRNFLT, RNFLCSA, RA, CA ve RV olarak saptanmıştır (74). Çalışmamızda Pérez-Iñigo ve arkadaşlarının sonuçlarına paralel sonuçlar elde edildi. CSM, CDAR, RA ve CA parametreleriyle, MD indeksi arasında korelasyon izlenmesi; yapısal ve fonksiyonel glokomatöz hasar ilişkisi bağlamında bu parametrelerin yeterince anlamlı korelasyon sergilediğini düşündürmektedir.

González-de-la-Rosa ve arkadaşlarının glokom şüpheli olgular üzerinde yaptıkları bir çalışmada, GA ve HRT' nin teşhis yeteneği araştırılmıştır. Glokom şüpheli olgularda BGA indeksleriyle korelasyon gösteren HRT stereometrik parametreleri sırasıyla; CA, CV, CDAR, MCD, MACDR, RA, CSM ve MRNFLT olarak saptanmıştır (75). Çalışmamızda González-de-la-Rosa ve arkadaşlarının sonuçlarına benzer sonuçlar elde edildi. Glokomda yapısal hasar ile fonksiyonel hasarın korelasyon gösterdiğini HRT ile BGA' nın birbirlerini tamamladıklarını düşündürmektedir.

Medved ve arkadaşlarının glokomlu olgular üzerinde yaptıkları bir çalışmada, BGA indeksleriyle HRT stereometrik parametreleri arasındaki korelasyon araştırılmıştır. Glokom

olgularında BGA MD indeksiyle korelasyon gösteren HRT stereometrik parametreleri; RA, RV, CDAR, MRNFLT ve RNFLCSA olarak saptanmıştır (76). Çalışmamızda Medved ve arkadaşlarının sonuçlarına benzer sonuçlar elde edildi. Medved ve arkadaşlarından farklı olarak HRT’ de çukurlukla ilgili parametrelerin de BGA MD indeksiyle korelasyonu saptandı. HRT’ de çukurlukla ilgili parametrelerde değişiklik olmadan, RNFLT ile ilgili parametrelerde değişiklik görülmeceğini düşünmekteyiz.

Iester ve arkadaşlarının OHT ve PAAG’ li olgular üzerinde yaptıkları bir çalışmada, FDT (frequency doubling technology) ve HFA (Humphrey field analyzer) indeksleri ile HRT stereometrik parametreleri arasındaki korelasyon araştırılmıştır. Yapılan bu çalışmada PAAG olgularında HFA MD indeksiyle korelasyon gösteren HRT stereometrik parametreleri; RA, CSM olarak saptanmıştır. CA, CV, RV, HVC, MRNFLT ve RNFLCSA parametreleriyle korelasyon saptanmamıştır. HFA PSD indeksiyle korelasyon gösteren HRT stereometrik parametreleri; RA, CA, CV, RV ve CSM olarak saptanmıştır. HVC, MRNFLT ve RNFLCSA parametreleriyle korelasyon saptanmamıştır (77). Çalışmamızda ve Iester arkadaşlarının sonuçlarına benzer sonuçlar elde edilmiş olmakla birlikte korelasyon gösteren HRT parametreleri arasında CDAR ve LCDR parametreleride bulunmuştur. Bunun muhtemel nedenleri olarak çalışmamızda daha fazla sayıda olgu kullanılması ve ileri glokom olgularının da çalışmamızda yer alması olabilir.

Ferreras ve arkadaşlarının normal ve glokomlu olgular üzerine yaptıkları bir çalışmada, tüm hastalara BGA, HRT, OCT ve GDx testlerini yapmışlardır. GA indeksleriyle korelasyon gösteren HRT stereometrik parametreleri; CA, RA, CDAR, CV, MCD, MACD, CSM, MRNFLT ve RNFLCSA olarak saptanmıştır. DA ve HVC parametresiyle görme alanı indeksleri arasında korelasyon saptanmamıştır. Glokom tanısı koymada duyarlılık ve seçicilik yüksek olan HRT stereometrik parametreleri de CDAR (duyarlılık % 83.1, seçicilik % 69), RA (duyarlılık % 81.7, seçicilik % 67.6), CA (duyarlılık % 81.7, seçicilik % 56.3), CV (duyarlılık % 71.8, seçicilik % 42.3), RV (duyarlılık % 70.4, seçicilik % 53.5), CSM (duyarlılık % 69.0, seçicilik % 53.5), MRNFLT (duyarlılık % 63.4, seçicilik % 40.8), RNFLCSA (duyarlılık % 60.6, seçicilik % 38.0) ve MCD (duyarlılık % 54.9, seçicilik % 32.4) olarak saptanmıştır (78). Ferreras ve arkadaşlarının yaptığı çalışmayla bizim çalışmamız büyük paralellik göstermektedir. Çalışmamızda normal olgularla PAAG olgularını ayırt etmede anlamlı HRT stereometrik parametreleri olarak CA, RA, CV, CDAR, LCDR ve CSM olarak tespit edildi. GA indeksleriyle RV parametresi dışında çalışmamıza dahil edilen diğer tüm HRT stereometrik parametreleri arasında anlamlı korelasyon gözlemlendi.

De la Rosa ve arkadaşlarının normal, PAAG şüpheli ve erken glokomlu olgular üzerine yaptıkları bir çalışmada, kontrol grubu ile PAAG şüpheli ve erken glokomlu olgularda anatomik ve fonksiyonel parametreler arasındaki korelasyonu ve bu parametrelerin glokom tanısındaki hassasiyetlerini araştırmışlardır. BGA global indeksleriyle en iyi korelasyon gösteren HRT stereometrik parametresi LCDR, glokom tanısı konmasında en anlamlı HRT stereometrik parametreleri de sırasıyla CDAR, MRNFLT ve CSM olarak saptanmıştır (79). Çalışmamızda De la Rosa ve arkadaşlarının sonuçlarına benzer sonuçlar elde edildi. BGA global indeksleri ile HRT; CDAR, LCDR ve CSM parametreleri arasında korelasyon olması; glokomun tanı ve takibinde bu parametrelerin anlamlı olduğunu düşündürmektedir.

Ferreras ve arkadaşlarının normal ve glokomlu olgular üzerinde yaptıkları bir çalışmada, tüm hastalara BGA ve HRT III yapılmış, GİB ölçülmüş ve pakimetri yapılmıştır. Normal ve glokomlu olgular karşılaştırıldığında istatistiksel olarak en anlamlı veriler GİB, CDAR parametresi, MD ve PSD indeksleri olarak saptanmıştır. Pakimetri ve DA parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı sonuç saptanmamıştır. Glokom tanısı koymada duyarlılık ve seçiciliği yüksek olan HRT III stereometrik parametrelerini; CDAR (duyarlılık % 74.2, seçicilik % 85.0), RV (duyarlılık % 71.4, seçicilik % 85.0), MRNFLT (duyarlılık % 71.4, seçicilik % 85.0), RNFLCSA (duyarlılık % 70.9, seçicilik % 85.0), RA (duyarlılık % 63.3, seçicilik % 85.0), CSM (duyarlılık % 60.0, seçicilik % 85.0), CA (duyarlılık % 55.7, seçicilik % 85.0) ve CV (duyarlılık % 41.9, secicilik %85.0) saptanmıştır (80). Ferreras ve arkadaşlarının yaptığı çalışmayla bizim çalışmamız büyük paralellik göstermektedir. Grup 1 ile grup 2 nin ayırt edilmesinde istatistiksel olarak anlamlı parametreleri, CA, CV, CDAR ve CSM olarak saptandı. Bu sonuçlar, glokomun erken tanısında bu parametrelerin anlamlı olduğunu düşündürmektedir.

Danesh-Meyer ve arkadaşlarının normal, glokom şüpheli ve glokomlu olgular üzerine yaptıkları çalışmada, glokom olgularında, HRT stereometrik parametrelerinden CDAR ve BGA MD indeksi arasında ilişki saptanmıştır (81). Çalışmamızda MD indeksiyle en anlamlı korelasyon gösteren HRT stereometrik parametresi, CDAR olarak saptandı. Bu anlamlı korelasyon glokomun tanı ve takibinde bu parametrenin çok anlamlı olduğunu düşündürmektedir.

Zangwill ve arkadaşlarının OHT ve glokomlu olgular üzerinde yaptıkları bir çalışmada, HRT' de tespit edilen büyük CA, büyük CDAR ve MCD, büyük CV ve küçük RA; PAAG için birer risk faktörü olarak saptanmış (82). Çalışmamızda Zangwill ve arkadaşlarının sonuçlarına benzer sonuçlar elde edildi. Bu sonuçlar bize bu parametrelerin, erken PAAG

tanısı koymada değerli birer parametre olduğunu ve yapısal ve glokomatöz hasar ilişkisi bağlamında bu parametrenin yeterince anlamlı korelasyon sergilediğini düşündürmektedir.

Medeiros ve arkadaşları çalışmalarında 2 ayrı analiz yapmışlardır. Birinci analizde 56 normal olgu ve 67 görme alanı defekti olan glokomlu olgu; İkinci analizde 43 normal olgu ve GA' da progresif glokomatöz değişiklikler gösteren 40 glokomlu olgu çalışma kapsamına alınmıştır. Tüm olgulara BGA ve HRT yapılmıştır. Birinci analiz sonucu olarak (glokom ve kontrol grubunu karşılaştırılması) glokom tanısı konulmasında anlamlı duyarlılık ve seçicilik olan HRT stereometrik parametreleri sırasıyla CDR, LCDR, CA, CV, CSM, RA, RV, MCD, MRNFLT, RNFLCSA, MACD ve DA olarak saptanmıştır. HVC parametresinin glokom tanısında istatistiksel olarak anlamlı özgüllük ve hassasiyet olmadığı saptanmıştır. İkinci analiz sonucunda (GA' da progressif glokomatöz değişiklik gösteren glokomlu gözler ile normal gözler) glokom tanısı konulmasında anlamlı hassasiyeti ve özgüllüğü olan HRT parametreleri sırasıyla MRNFLT, RNFLCSA, RA, CDAR ve LCDR olarak saptanmıştır (83). Medeiros ve arkadaşlarının her iki analizde saptadıkları sonuç çalışmamızın sonucuyla paralellik göstermektedir. Bu sonuçlar, olgularda GA' da progresif değişiklik olmasa bile bu, glokomun durağan seyrettiği anlamına gelmediğini, GA' da değişiklik olabilmesi için retina ganglion hücre ve akson hasarının belirli bir seviyeyi geçmesi gerektiğini düşündürmektedir. Bu değişiklikler de HRT ile tespit edilebilir.

Kalaboukhova ve arkadaşlarının OHT ve glokomlu olgular üzerine yaptıkları çalışmada, tüm hastalara BGA ve HRT III yapılmış, tüm olgular 50 ay boyunca izlenmiş, progresyon gösteren grupta; HRT; CSM, CDAR, CA ve RA parametrelerinde anlamlı değişiklikler saptanmış. Progresyon göstermeyen grupta HRT stereometrik parametrelerinde herhangi, bir değişiklik saptanmamıştır (84). Çalışmamızda Kalaboukhova ve arkadaşlarının sonuçlarına benzer sonuçlar elde edildi. CA, CV, CDAR ve CSM parametreleri tüm gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklar gösteriyordu. RA ve LCDR parametreleri grup 0 ile grup 1 arası hariç diğer tüm gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklar gösteriyordu. RV parametresi grup 0 ile grup 1 ve grup 2 ile grup 3 arasında hariç diğer tüm gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklar gösteriyordu. Bu sonuçlar HRT' nin glokomun progresyonunun izlenmesinde yüksek duyarlılığı olduğunu düşündürmektedir.

Ferreras ve arkadaşları normal ve glokomlu olgular üzerine yaptıkları çalışmada, normal ve glokomlu olgular arasında istatistiksel olarak en anlamlı parametreler, HRT CDAR parametresi ile BGA MD ve PSD indeksi olarak saptanmıştır. Aynı çalışmada HRT Moorfields regresyon analizinin glokom tanısında % 73.9 duyarlı, % 91.5 seçici olduğu saptanmıştır (85). Çalışmamızda Ferreras ve arkadaşlarının sonuçlarına paralel sonuçlar elde

edildi. Bu çalışma özellikle HRT CDAR parametresinin glokomun erken tanısında en anlamlı parametrelerden biri olduğunu düşündürmektedir.

Gardiner ve arkadaşları normal ve glokomlu olgular üzerine yaptıkları çalışmada; HRT, RA parametresi ile BGA defektleri arasında yüksek korelasyon saptamışlardır. RA sektörel değişimleriyle GA' daki defektlerin lokalizasyonu arasında da yüksek korelasyon saptanmıştır (86). Çalışmamızda buna benzer şekilde RA parametresiyle GA indeksleri arasında korelasyon tespit edildi, ancak RA parametresinin yanı sıra CA, CV, CDAR, LCDR ve CSM gibi diğer HRT stereometrik parametreleri ile GA indeksleri arasında daha yüksek bir korelasyon tespit edildi. GA defektleriyle HRT; RA, CA, CV, CDAR, LCDR ve CSM parametreleri arasında anlamlı bir korelasyon olması; glokomun tanı ve takibinde bu parametrelerin anlamlı olduğunu düşündürmektedir.

Pablo ve arkadaşları normal ve PAAG' li olgular üzerine yaptıkları çalışmada, PAAG tanısı konulmasında anlamlı duyarlılık ve seçiciliği olan HRT parametreleri, CDAR (duyarlılık % 63.0, seçicilik % 95.0), LCDR (duyarlılık % 63.0, seçicilik % 95.0), RA (duyarlılık % 59.3, seçicilik % 95.0), MACDR (duyarlılık % 55.6, seçicilik % 95.0), CSM (duyarlılık % 48.2, seçicilik % 95.0), CA (duyarlılık % 44.4, seçicilik % 95.0), MRNFLT (duyarlılık % 33.3, seçicilik % 95.0), RNFLCSA (duyarlılık % 27.8, seçicilik % 95.0) ve CV (duyarlılık % 24.1, seçicilik % 95.0) olarak saptanmıştır (87). Çalışmamızda Pablo ve arkadaşlarının sonuçlarına benzer sonuçlar elde edildi. Normal olgulardan oluşan grup 0 ile PAAG' li olgulardan oluşan; grup 1, grup 2 ve grup 3 arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar gösteren HRT parametreleri CDAR, CSM, CA, CV, RA ve LCDR olarak gözlemlendi. Bu sonuçlar PAAG tanısı konulmasında HRT parametrelerinin oldukça yüksek seçicilik ve duyarlılığa sahip olduğunu düşündürmektedir.

Badalà ve arkadaşları normal ve erken PAAG' li olgularda yaptıkları çalışmada, tüm hastalara HRT III, BGA, OCT, GDx yapmışlardır. Normal ve PAAG' li olguların ayırt edilmesinde CDAR, RA, CSM, CA, CV, RV, MRNFLT, MCD, MACDR ve RNFLCSA parametrelerinde istatistiksel açıdan anlamlı farklar saptanmıştır. DA ve HVC parametresinde istatistiksel açıdan anlamlı fark saptanmamıştır. Glokom tanısı konulmasında anlamlı duyarlılık ve seçiciliği olan HRT parametreleri; CDAR (duyarlılık % 67.0, seçicilik % 95.0), RA (duyarlılık % 50.0, seçicilik % 95.0), CA (duyarlılık % 50.0, seçicilik % 95.0), CV (duyarlılık % 50.0, seçicilik % 95.0), RV (duyarlılık % 61.0, seçicilik % 95.0), MRNFLT (duyarlılık % 50.0, seçicilik % 95.0) ve RNFLCSA (duyarlılık % 43.0, seçicilik % 95.0) olarak saptanmıştır (88). Çalışmamızda Badalà ve arkadaşlarının sonuçlarına paralel sonuçlar elde edildi. Normal olgulardan oluşan grup 0 ile PAAG' li gruplar (grup 1, grup 2 ve grup 3)

arasında CDAR, CSM, CA, CV, RA ve LCDR parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı farklar gözlemlendi. Bu sonuçlar bize glokom tanısı konulmasında bahsedilen HRT parametrelerinin oldukça yüksek duyarlılık ve seçiciliğe sahip olduğunu düşündürmektedir.

Caprioli ve arkadaşları normal ve PAAG' li olgularda yaptıkları çalışmada, kontrol grubuyla PAAG' li olgular HRT yönünden karşılaştırıldığında, LCDR, CDAR, CV, MCD, MACDR, CSM, RV, RA, MRNFLT ve RNFLCSA yönünden istatistiksel olarak anlamlı farklar saptanmıştır. Glokom tanısı konulmasında anlamlı duyarlılık ve seçiciliği olan HRT parametreleri; CDAR (duyarlılık % 80.0, seçicilik % 76.0), LCDR (duyarlılık % 80.0, seçicilik % 76.0), CV (duyarlılık % 80.0, seçicilik % 67.0), CA (duyarlılık % 80.0, seçicilik % 65.0), MCD (duyarlılık % 80.0, seçicilik % 63.0), MACDR (duyarlılık % 80.0, seçicilik % 52.0), RV (duyarlılık % 80.0, seçicilik % 63.0), RA (duyarlılık % 80.0, seçicilik % 54.0) ve MRNFLT (duyarlılık % 80.0, seçicilik % 63.0) olarak saptanmıştır (89). Çalışmamızda Caprioli ve arkadaşlarının sonuçlarına paralel sonuçlar elde edildi. Normal olgulardan oluşan grup 0 ile PAAG' li gruplar (grup 1, grup 2 ve grup 3) arasında CDAR, CSM, CA, CV, RA ve LCDR parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı farklar gözlemlendi. Bu sonuçlar bize glokom tanısı konulmasında bahsedilen HRT parametrelerinin oldukça yüksek duyarlılık ve seçiciliğe sahip olduğunu düşündürmektedir.

Lester ve arkadaşlarının normal ve glokomlu olgularda yaptıkları çalışmada, sağlıklı olgularla glokomlu olguları ayırt etmede istatistiksel olarak anlamlı HRT parametreleri RV ve CSM olarak saptanmıştır. DA parametresinde istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (HRT parametrelerinden sadece 3'ü çalışmaya alınmıştır). HRT topoğrafik haritasının analizinin glokom tanısında duyarlılığının % 80, seçiciliğinin % 75, teşhis kapasitesinin % 77.5 olduğu saptanmıştır (90). Çalışmamızda Lester ve arkadaşlarının sonuçlarına paralel şekilde sağlıklı olgularla glokomlu olguları ayırt etmede CSM parametresi istatistiksel olarak anlamlı bulundu, buna ilave olarak CA, CV, RA, CDAR ve LCDR parametreleride sağlıklı olgularla glokomlu olguları ayırt etmede istatistiksel olarak anlamlı bulundu. Bu çalışmanın aksine sağlıklı olgularla glokomlu olguları ayırt etmede RV parametresi istatistiksel olarak çok anlamlı bulunmadı.

6. SONUÇ

Glokomda fonksiyonel hasarın belirlenmesi 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 SWAP testi global indeksleri (MD ve PSD) ile OSB ve RSLT' deki yapısal değişimlerin izlendiği HRT III cihazı topoğrafik görüntülerinden elde edilen stereometrik parametreler arasındaki muhtemel korelasyon araştırıldı. GA MD ve PSD 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 ayırımı ve glokomun progresyon takibinde HRT parametrelerinin değerli sonuçlar ortaya koyduğunu düşündürmektedir.

Sonuç olarak OD' deki yapısal farklılıkların sonuçları etkileyebileceği göz önünde bulundurulmak kaydıyla PAAG tanı ve takibinde BGA ile HRT III cihazı birlikte kullanılmalıdır. Olgular değerlendirilirken sadece bir parametre ile değil CA, CV, RA, RV, CDAR, LCDR ve CSM gibi birkaç parametre ile değerlendirilmesi PAAG tanı ve takibinde daha sağlıklı sonuçlar elde edilmesine yardımcı olur.

7. KAYNAKLAR

1. Akar Y, Yücel İ, Hacıoğulları S, Özer H. Normal Toplumda Optik Çukur Konfigürasyonun Görme Alanına Etkisi. T Oft Gaz. 2004; 33: 135-140.
2. Yıldırım E: Optik Sinir Başı Muayene Yöntemleri. Glokom. Turaçlı ME, Önel M, Yalvaç IS eds. 1. Baskı. Ankara. SFN Yayıncılık. 2003; 19-24.
3. Quigley HA: Number of People with Glaucoma Worldwide. Br J Ophthalmol 1996; 80: 389-393.
4. Turaçlı ME. Açık Açılı Glokomların Epidemiyolojisi ve Risk Faktörleri. T Klin Oftalmol. 2004; 13: 1-5.

5. 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.
6. Sommer A, Katz J, Quigley HA, Miller NR et al. Clinically Detectable Nerve Fiber Atrophy Precedes the Onset of Glaucomatous Field Loss. Arch Ophthalmol. 1991; 109(1): 77-83.
7. Quigley HA, Addicks EM, Green WR. Optic Nerve Damage in Human Glaucoma, III. Quantative Correlation of Nerve Fiber Loss and Visual Defect in Glaucoma, Ischemic Neuropathy, Papilledema and Toxic Neuropathy. Arch Ophthalmol 1982; 100: 135-146.
8. Kansky JJ, Bowling B: Klinik Oftalmoloji 7. Baskı, Ankara; Ayrıntı Basımevi 2012; 340.
9. Yanoff M, Duker J. S. Ophthalmology Third Edition. Mosby Elsevier Inc. 2009; 1096.
10. Özçetin H. Göz Tansiyonu Ve Glokomlar Genişletilmiş 2. Baskı, İstanbul; Nobel Matbaacılık 2009; 158- 399.
11. Aydın O'dwyer P, Aydın Akova Y. Temel Göz Hastalıkları 2. Baskı, Ankara; Ayrıntı Basımevi 2011; 477- 478
12. Ertürk H. Primer Açık Açılı Glokom. Glokom. Turaçlı ME, Önal M, Yalvaç IS. eds. 1. Baskı. Ankara. SFN Yayıncılık. 2003; 69-76.
13. Varma R, Tielsch JM, Quigley HA, Hilton SC et al. Race-, Age-, Gender-, and Refractive Error-Related Differences in the Normal Optic Disc. Arch Ophthalmol.1994; 112(8): 1068-1076.
14. Jonas JB, Gusek GC, Naumann GO. Optic Disc, Cup and Neuroretinal Rim Size, Configuration and Correlations in Normal Eyes. Invest Ophthalmol Vis Sci. 1988; 29(7): 1151-1158.
15. 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; 89-132.
16. Smith MF, Doyle JW. Clinical Examination of Glaucoma. Ophthalmology. Second Edition. Yanoff M, Duker JS, eds. Mosby. St Louis. 2004; 1431-1440.
17. Yalvaç I. Primer Açık Açılı Glokom Tanısı. T Klin Oftalmoloji. 2004; 13: 16-28.
18. 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
19. Cibis G, Anderson RF, Ferris FL, et al. Anatomy of Orbit and Adnexia. Fundamentals and Principles of Ophthalmology, Section I, San Francisco, California. 1990; 102-104.

20. Schubert HD: Structure and Function of the Neural Retina. In Yanoff M, Duker JS. (eds). *Ophthalmology*, St. Louis, Mosby, 1991; 8-1: 1-2.
21. Jonas JB: Morphological Aspects in the Diagnosis and Pathogenesis of Glaucomatous Optic Neuropathy. *Glaucoma: Decision Making in Therapy*. Springer-Verlag, Milano 1996; 51-63.
22. Varma R, Minckler DS. Anatomy and Pathophysiology of the Retina and Optic Nerve. In Ritch R, et al. (eds): *The Glaucomas*, St Louis, Mosby, 1996; Vol 1, 139-249.
23. - Kaiser HJ, Flammer J, Hendrickson P: *Ocular Blood Flow*. S. Karger AG, Basel 1995; 1-87.
24. Persic M, Cuenod M. Synaptic Transmission Depressed by Colchicine Blockage of Axoplasmic Flow. *Science* 1972; 175: 1140.
25. McLeod D, Marshall J, Kohner EM, Bird AC. The Role of Axoplasmic Transport in the Pathogenesis of Retinal Cotton-Wool Spots. *Br J Ophthalmol* 1977; 61(3): 177.
26. 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.
27. Kanski JJ: *Clinical Ophthalmology*. Butterworth-Heinemann Ltd. 1994; 253-257.
28. Zimmerman R, Sakiyalak D, Krupin T. Primary Open-Angle Glaucoma. *Ophthalmology*. Second Edition. Yanoff M, Duker JS, eds. Mosby. St Louis. 2004; 1482-1487.
29. 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.
30. Humphrey Field Analyzer Rev. A 7/94 29900-1. 2003, 2-19.
31. Hot A, Mitchell W. Dul, and William H. Swanson. Development and Evaluation of a Contrast Sensitivity Perimetry Test for Patients with Glaucoma, *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2008; 49(7): 3049-3057.
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. Jonas BJ. The Glaucomatous Optic Disc. *Glaucoma In The 21 st Century*. Weinreb NR, Kitazawa Y, Krieglstein KG, eds. Mosby. Barcelona. 2000; 9-14.
34. Burk RO, Tuulonen A, Airaksinen PJ. Laser Scanning Tomography of Localised Nerve Fibre Layer Defects. *Br J Ophthalmol*. 1998; 82(10): 1112-1117.

35. Caprioli J: Clinical Evaluation of the Optic Nerve in Glaucoma. *Trans Am Ophthalmol Soc* 1994; 92: 589-641.
36. Orhan M. Primer Açık Açılı Glokomların Etyolojisi ve Fizyopatolojisi. *T Klin Oftalmoloji*. 2004; 13: 6-12.
37. Varma R. Image Analyzers. In Varma R, Spaeth GL (eds). *The Optic Nerve in Glaucoma*. JB Lippincott, Philadelphia 1993; 209-276.
38. Bartsch G, Freeman WR: Scanning Laser Ophthalmoscopy. In Ciulla TA, Regillo AD, Harris A (eds). *Retina and Optic Nerve Imaging*. Lippincott Williams&Wilkins, Philadelphia, 2003; 59-76.
39. Brigatti L, Coleman AL. Retinal and Optic Nerve Head Tomography. In Ciulla TA, Regillo AD, Harris A (eds). *Retina and Optic Nerve Imaging*, Lippincott Williams&Wilkins, Philadelphia, 2003; 85-103.
40. Girkin CA. Principles of Confocal Scanning Laser Ophthalmoscopy for the Clinician. *The Essential HRT Primer*. Jocoto Advertising, Inc. San Ramon, California. 2005; 1-9.
41. Williams ZY, Kloizman TP, Schuman JS. Disc Analysis. *Ophthalmology*. Second Edition. Yanoff M, Duker JS, eds. Mosby. St Louis. 2004; 1458-1464.
42. Ocakoğlu Ö: Optik Sinir Başı Muayene Yöntemleri. *Glokom*. Turaçlı ME, Önel M, Yalvaç IS. Ankara. 2003; 25-40.
43. Heidelberg Retina Tomography (HRT II–HRT III) Version 3. 1-01E User’s Guide. 2006. 11215-E; 1-3.
44. 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.
45. 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(6); 548-551.
46. Üstündağ C. Primer Açık Açılı Glokomda Görüntüleme Yöntemleri. *T Klin Oftalmoloji*. 2004; 13: 38-45.
47. Garway-Heath DF. Moorfields Regression Analysis. *The Essential HRT Primer*. Jocoto Advertising Inc. San Ramon. California. 2005; 31-39.
48. Anton A. Clinical Interpretation of the Heidelberg Retina Tomography II (HRT II). *The Essential HRT Primer*. Jocoto Advertising Inc. San Ramon, California. 2005; 41-52.
49. Alfonso A. The Glaucomatous Visual Field. *Glaucoma In The 21 st Century*. Weinreb NR, Kitazawa Y, Krieglstein KG, eds. Mosby. Barcelona. 2000; 57-65.

50. Tamçelik N. Görme Alanı. Glokom. Turaçlı ME, Önel M, Yalvaç IS. Ankara. 2003; 41-55.
51. Lynn JR, Fellman RL, Starita RJ: Principles of Perimetry. In Ritch R, et al. (eds) The Glaucomas. St Louis, Mosby. 1996; Vol 1: 491-521.
52. Yalvaç I. Glokom. Temel Göz Hastalıkları. 1. Baskı. Aydın P, Akova YA, eds. Ankara; Güneş Kitabevi. 2001; 261-273.
53. 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.
54. Budenz DL, Atlas of Visual Fields. 1st Ed. Lippincott-Raven Publishers, Philadelphia-New York, 1997.
55. 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.
56. Aydın P. Görme Alanı El Kitabı. İstanbul; Aksu Basım Yayın Dağıtım Ltd. Şti. 2005; 75-77
57. Humphrey Field Analyzer Rev. A 7/94 29900-1. 4, 2003, 1-4.
58. Crylin MN. Automated Perimetry. In Ritch R, et al. (eds) The Glaucoma. St Louis, Mosby. 1996; Vol 1: 539-615.
59. Üstündağ C, Tamçelik N, Yolar M, Ocakoğlu Ö, Devranoğlu K. Normal ve Glokomlu Olgularda Fiksasyon Kaybı ve Yalancı Negatif Cevapların Görme Alanı Global İndeksleri Üzerine Etkisi. T Klin Oftalmol 1996; 5: 200-202.
60. Werner EB. Visual Field Perimetry in Glaucoma. Ophthalmology. Second Edition. Yanoff M, Duker JS (eds). Mosby. St Louis. 2004; 1441-1452.
61. Budenz DL. Introduction to Automated Perimetry. Budenz DL, ed. Atlas of Visual Fields. Lippincott-Raven. Philadelphia. 1997; 17-45.
62. Emerick GT, Gede SJ. Visual Field Testing. Atlas of Ophthalmology. Parrish II RK, ed. Current Medicine. Philadelphia. 1999; (2): 14-18.
63. 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.
64. Shields MB: Textbook of Glaucoma. Third Ed. Baltimore, William&Wilkins 1992: 126-159.

65. Allingham RR. Visual Fields and Their Relationship to the Optic Nerve. In Epstein DL. et al. (eds). Chandler and Grant's Glaucoma, Fourth Ed. Baltimore, William&Wilkins 1997: 120-128.
66. Vihanninjoki K, Burk ROW, Teesalu A. Optic Disc Biomorphometry with the Heidelberg Retina Tomography at Different Reference Levels. *Acta Ophthalmol Scand.* 2002; 80: 47-53.
67. 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.
68. 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.
69. Greenfield DS. Ophthalmic Imaging. *Atlas of Ophthalmology.* Parrish II RK, ed. Current Medicine. Philadelphia. 1999; (6): 38-44.
70. Bozkurt B, Yilmaz PT, Irkeç M. Relationship Between Humphrey 30-2 SITA Standard Test, Matrix 30-2 Threshold Test, and Heidelberg Retina Tomograph in Ocular Hypertensive and Glaucoma Patients. *J Glaucoma.* 2008; 17(3): 203-210.
71. Boland MV, Zhang L, Broman AT, Jampel HD, et al. Comparison of Optic Nerve Head Topography and Visual Field in Eyes with Open-Angle and Angle-Closure Glaucoma. *Ophthalmology* 2008; 115(2): 239-245.
72. Takmaz T, Genç I, Kürkçüoğlu P, Gürdal C, et al. Glokom Olgularında Kontrast Duyarlılık ile Görme Alanı ve Optik Sinir Başı Sterometrik Parametreleri Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi. *MN Oftalmoloji* 2007; 14: 100-104.
73. López-Peña MJ, Ferreras A, Polo V, Larrosa JM, et al. Relationship Between Standard Automated Perimetry and HRT, OCT and GDx in Normal, Ocular Hypertensive and Glaucomatous Subjects. *Arch Soc Esp Oftalmol.* 2007; 82(4): 197-208.
74. Pérez-Iñigo A, Polo V, Larrosa JM, Ferreras A, et al. Correlation Between Standard Automated Perimetry Global Indices and Heidelberg Retina Tomograph II Parameters. *Arch Soc Esp Oftalmol.* 2007; 82(7): 401-411.
75. González-de-la-Rosa M, González-Hernández M, Aguilar-Estévez J, Díaz-Alemán T, et al. Diagnostic Capability of PULSAR, FDT y HRT-II in Glaucoma Suspects. *Arch Soc Esp Oftalmol.* 2007; 82(7): 413-422.
76. Medved N, Cvenkel B. Diagnostic Accuracy of the Moorfields Regression Analysis Using the Heidelberg Retina Tomography in Glaucoma Patients with Visual Field Defects. *Eur J Ophthalmol* 2007; 17(2): 216-222.

77. Iester M, Traverso CE, De Feo F, Sanna G, Altieri M, Vittone P, Calabria G. Correlation Between Frequency Doubling Technology and Heidelberg Retina Tomograph. *J Glaucoma*. 2005; 14(5): 368-374.
78. Ferreras A, Polo V, Larrosa JM, Pablo LE et al. Can Frequency-Doubling Technology and Short-Wavelength Automated Perimetries Detect Visual Field Defects Before Standard Automated Perimetry in Patients with Preperimetric Glaucoma? *J Glaucoma*. 2007; 16(4): 372-383.
79. De la Rosa MG, Gonzalez-Hernandez M, Lozano-Lopez V, Mendez MS et al. Optic Disc Tomography and Perimetry in Controls, Glaucoma Suspects, and Early and Established Glaucomas. *Optom Vis Sci*. 2007; 84(1): 33-41.
80. Ferreras A, Pablo LE, Larrosa JM, Polo V et al. Discriminating Between Normal and Glaucoma-Damaged Eyes with the Heidelberg Retina Tomograph 3. *Ophthalmology*. 2008; 115(5): 775-781.
81. Danesh-Meyer HV, Gaskin BJ, Jayasundera T, Donaldson M et al. Comparison of Disc Damage Likelihood Scale, Cup to Disc Ratio, and Heidelberg Retina Tomograph in the Diagnosis of Glaucoma. *Br J Ophthalmol*. 2006; 90(4): 395-396.
82. Zangwill LM, Weinreb RN, Beiser JA, Berry CC et al. Baseline Topographic Optic Disc Measurements are Associated with the Development of Primary Open-Angle Glaucoma: The Confocal Scanning Laser Ophthalmoscopy Ancillary Study to the Ocular Hypertension Treatment Study. *Arch Ophthalmol*. 2005; 123(9): 1188-1197.
83. Medeiros FA, Ng D, Zangwill LM, Sample PA et al. The Effects of Study Design and Spectrum Bias on the Evaluation of Diagnostic Accuracy of Confocal Scanning Laser Ophthalmoscopy in Glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2007; 48(1): 214-222.
84. Kalaboukhova L, Fridhammar V, Lindblom B. Glaucoma Follow-up by the Heidelberg Retina Tomography-New Graphical Analysis of Optic Disc Topography Changes. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2006; 244(6): 654-662.
85. Ferreras A, Pajarín AB, Polo V, Larrosa JM et al. Diagnostic Ability of Heidelberg Retina Tomography 3 Classifications: Glaucoma Probability Score Versus Moorfields Regression Analysis. *Ophthalmology* 2007, 114(11): 1981-1987.
86. Gardiner SK, Johnson CA, Cioffi GA. Evaluation of the Structure-Function Relationship in Glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2005; 46(10): 3712-3717.
87. Pablo LE, Ferreras A, Fogagnolo P, Figus M et al. Optic Nerve Head Changes in Early Glaucoma: A Comparison Between Stereophotography and Heidelberg Retina Tomography. *Eye*. 2009; 14: 1-8.

88. Badalà F, Nouri-Mahdavi K, Raoof DA, Leeprechanon N et al. Optic Disk and Nerve Fiber Layer Imaging to Detect Glaucoma. *Am J Ophthalmol.* 2007; 144(5): 724-732.
89. Caprioli J, Nouri-Mahdavi K, Law SK, Badalà F. Optic Disc Imaging in Perimetrically Normal Eyes of Glaucoma Patients with Unilateral Field Loss. *Trans Am Ophthalmol Soc.* 2006; 104: 202-211.
90. Lester M, Zanini M, Vittone P and Calabria G. Detection of Glaucomatous Optic Nerve Head by Using Heidelberg Topographic Maps. *Eye* 2007; 21(5): 609-611.