

# Retina Sinir Lifi Analizatörü ile Retina Sinir Lifi Tabakasının Değerlendirilmesi

Şengül Coşkun ÖZDEK<sup>1</sup>, Merih ÖNOL<sup>2</sup>

Retina sinir lifi tabakası (RSLT) retinanın en iç tabakası olup ganglion hücre aksonlarından oluşmaktadır. Ganglion hücre aksonları (sinir lifleri), fotoreseptörlerden gelen görsel sinyalleri beyine taşımakla görevlidirler. Glokom ve diğer optik nöropatilerde sinir lifi tabakasında hasar oluşmakta ve bu hasar görmeye azalma veya körlüğe neden olmaktadır.

Yaklaşık 1.2 milyon ganglion hücre aksonunun oluşturduğu RSLT'nda, maküladan çıkan lifler optik sinire direkt olarak uzanarak papillomaküler demeti oluşturmaktadırlar. Makülanın temporalindeki lifler ise papillomaküler demet etrafından yay şeklinde bir yol izleyerek optik diske ulaşırlar. Nazal retinadan çıkan lifler de optik sinire nispeten düz olarak uzanırlar. Glokomatöz hasara en duyarlı lifler optik sinir başının üst ve alt temporaline uzanan arkuat lifler iken, en dirençli bölge papillomaküler demet bölgesidir.

Glokom, optik sinir başında progresif ve geri dönüşümü olmayan akson kaybı ile karakterize bir retina sinir lifi tabakası hastalığıdır. Tüm dünyada görme kaybının en önde gelen nedenlerinden biridir. Hastalıkta ortaya çıkan görme kaybının geri dönülemez niteliği nedeniyle, oluşan hasarın mümkün ol-

duğu kadar erken dönemde belirlenmesi tanı ve tedavi açısından büyük önem taşımaktadır. Glokomda görme alanı kaybı şeklinde açığa çıkan fonksiyonel kayıp, ancak lokalize veya yaygın olarak yeterince sinir lifi kaybı olduğunda görülür. Yapılan çalışmalarda fonksiyonel kayıp ortaya çıkıncaya kadar sinir liflerinin yaklaşık yarısının kaybedilmiş olacağı ortaya konmuştur<sup>1,2</sup>. Bu nedenle standart perimetrik teknikler hastalığın erken dönemlerini ve yavaş progresyonu tespit edecek kadar hassas değildir, ayrıca glokom hastalarının yaklaşık yarısının tonometri ile saptanamadığı bildirilmiştir<sup>3</sup>. Görme alanı tekniklerinde ve OSB görüntüleme yöntemlerinde sağlanan ilerlemelere karşın bugün için halen glokomda oluşan erken yapısal ve fonksiyonel bozuklukların belirlenmesi istenilen duyarlılık derecesine ulaşmamıştır.

Günümüzde erken glokomatöz akson hasarının ve hasarın zaman içindeki gelişiminin en duyarlı ve güvenilir olarak RSLT'nin incelenmesi ile belirlenebileceği görüşü ağırlık kazanmıştır. Son yıllarda yeni RSLT görüntüleme yöntemleri geliştirilmekte ve erken glokomatöz hasarın belirlenebilmesi için klinik kullanıma sunulmaktadır. Bunlardan en popüler olanları ise optik koherens tomografi sistemi (Optical Coherence Tomography system, Humphrey Instruments, Inc., San Leandro, CA) ve tarayıcı laser polarimetre yada si-

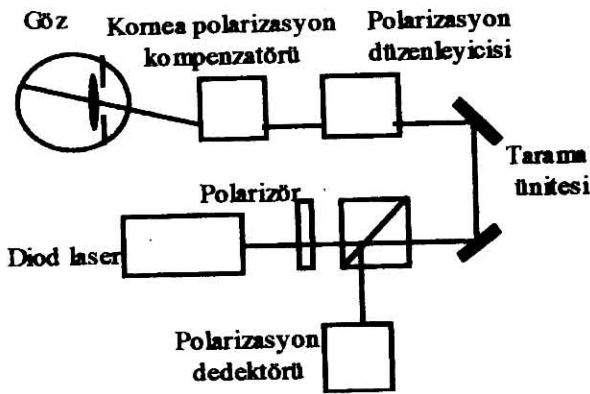
1 Dr., Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları.

2 Prof.Dr., Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları.

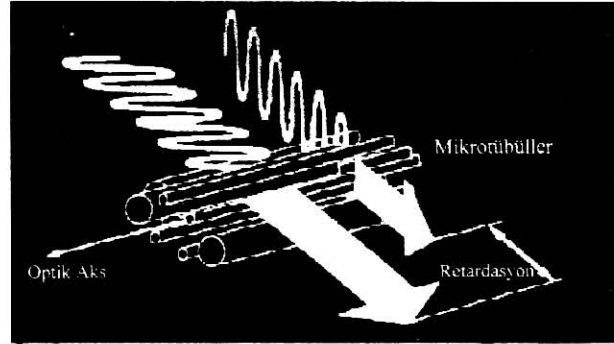
nir lifi analizatörüdür (Nerve Fiber Analyser, Laser Diagnostic Technologies, San Diego, CA) (NFA).

## SİNİR LİFİ ANALİZATÖRÜ

NFA (tarayıcı laser polarimetre), optik sinir başının topografik analizi için kullanılan Tarayıcı Laser Oftalmoskopun (SLO) modifikasyonu ile, RSLT kalınlığının kantitatif ölçümü için geliştirilmiş nonkontakt bir tanı cihazıdır. İlk kez 1990 yılında, Weinreb ve ark.'nın, iki maymun gözünde Fourier-ellipsometry ile yaptıkları RSLT kalınlık ölçümleri ile histopatolojik ölçümler arasında mükemmel bir korelasyon olduğunu göstermeleri ile gündeme gelmiştir<sup>4</sup>. Bu yeni tekniğin temel prensibi RSL'nin intraselüler paralel yerleşimli mikrotübüller içermeleri nedeniyle farklı bir fiziksel özelliğe sahip olmaları esasına dayanmaktadır (Şekil 1). Tarayıcı laser polarimetre cihazı SLO'a ek olarak, özel dizayn edilmiş bir polarimetre (Fourier ellipsometre), kornea polarizasyon kompenzatorü ve polarizasyon modülatörü içermektedir (Şekil 2). Tarayıcı laser polarimetrede ışık kaynağı olarak 780nm dalga boyunda polarize diod laser ışını kullanılmaktadır. Bu ışın RSLT'ni geçerek derin



Şekil 1: NFA'nın şematik yapısı



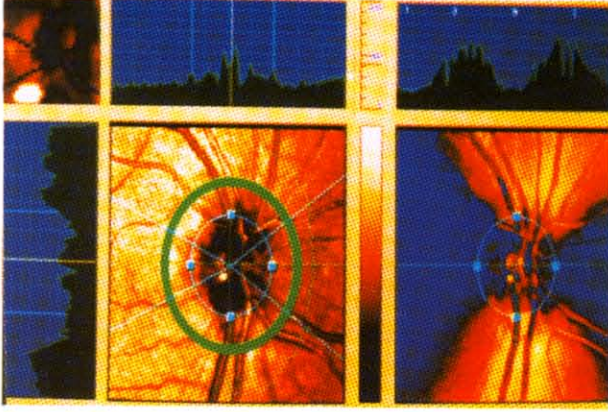
Şekil 2: RSL'nin neden olduğu "retardasyon" un şematik açıklaması

retinal tabakalardan yansıtılmakta, geri dönen polarize ışın algılanarak dijitalize edilmekte ve video görüntüsü haline getirilmektedir. RSL'nin fiziksel özellikleri polarize laser ışınının farklı hızlarda yol alan iki paralel ışın haline gelmesine neden olmaktadır<sup>5</sup> yani, içlerinden geçen ışığın polarizasyon durumunu değiştirmektedir (Şekil 1). Bu polarizasyon değişikliği ortamda oluşan 'sıradan' ve 'sıra dışı' ışınlar arasındaki faz farkı ile belirlenebilir. Bu farka 'gecikme' (retardasyon) denir. Başka bir deyişle, sinir lifi tabakasından dönerken daha yavaş olan ışın daha hızlı olana göre bir gecikme göstermekte, bu gecikme miktarı polarimetre tarafından ölçülmekte ve RSLT kalınlığı hakkında direkt bilgi vermektedir.

Weinreb ve ark., postmortem maymun gözlerinde  $1\infty$  lik gecikmenin yaklaşık 7.4 mm RSLT kalınlığına karşılık geldiğini göstermişlerdir<sup>4</sup>. Bu nedenle NFA yaşayan insanlarda RSLT kalınlığını kantitatif olarak ölçen ilk klinik alet olma özelliğini taşımaktadır.

Cihaz ile 10x10, 15x15 (2.3 disk çapı) veya 20x20 derecelik alanlar taranabilmekte ve 65.000 retinal noktadan ölçüm yapılabilmektedir. Bu işlem 0.7 sn gibi çok kısa bir sürede tamamlanabildiğinden hasta uyumu kolay olmaktadır. RSLT kalınlığı 15mm'lük

resolüsyonda saptanmakta ve kalınlık dağılımı 15sn içinde bilgisayar aracılığıyla renklendirilmiş harita şeklinde elde edilmektedir (Resim 1).



**Resim 1**

Sağlıklı bir gözde NFA ile yapılan RSLT kalınlık haritası ve karakteristik 'çift hörgüç' görünümü (sağ üst köşedeki grafik).

Ölçümler için pupil dilatasyonu gerekmemekte ve sonucun basit ortam opasitelerinden etkilenmediği de bilinmektedir<sup>6</sup>. Kornea ve lensin lifsel yapıları nedeniyle içlerinden geçen ışığın, polarizasyon durumunu değiştirerek retardasyon ölçümlerini etkileyebildiği gösterilmiştir<sup>5,7</sup>. Bu nedenle kornea polarizasyon kompenzatorü cihaza eklenmiştir. Cihazın in vivo şartlardaki duyarlılığını, güvenilirliğini ve ölçümlerin tekrarlanabilirliğini belirlemek için yapılan ilk klinik çalışmalarda başarılı sonuçlar rapor edilmiştir<sup>5,8-10</sup>. Kliniğimizde yapılan bir çalışmada, miyopik fotorefraktif keratektomi uygulaması sonucu oluşan korneal topografik değişikliklerin NFA ile yapılan RSLT kalınlık ölçümlerini etkilemediği gösterilmiştir<sup>11</sup>.

Dreher ve ark., normal insanlardaki RSLT retardasyon ölçümlerinde karakteristik 'çift hörgüç' pateni görüldüğünü göstermişlerdir (Resim 1)<sup>5</sup>. Weinreb ve ark. NFA ile elde edilen bulguların RSLT'nin bilinen özellikleri ile korele olduğunu göstermişlerdir: RSLT

kalınlığının OSB'dan uzaklaştıkça incelendiğini, foveada ise ganglion hücreleri, RSLT ve iç pleksiform tabakanın bulunmaması nedeniyle oldukça ince olduğunu, superior ve inferior bölgelerde en kalın, temporal ve nazal bölgelerde ise ince olduğunu göstermişlerdir. Ölçümler sırasında retina damarları kenarlarında değişkenliğin daha yüksek olduğu görülmüş<sup>12,13</sup> ve ölçümler için bu damarlardan uzak bölgelerin seçilmesiyle tekrarlanabilirliğin artacağı belirtilmiştir. Waldock kan damarlarının bulunduğu bölgeleri ölçümden çıkaran bir algoritma kullanımının tekrarlanabilirliği artırdığını ve ölçümlerin yorumunda klinisyene yardımcı olduğunu rapor etmiştir<sup>14</sup>. Bilgisayarın en yeni versiyonu olan NFA-GDx sisteminde ise tüm segmentlerde kan damarları dahil edilmeksizin ölçüm yapılmakta ve alınan değerlerin yaşa göre normal değerler ile karşılaştırılmak suretiyle, normal, sınır değerde veya normalin dışında olduğu belirtilmektedir. Tüm bu değişikliklerle cihazın glokomun erken tanısındaki güvenilirliği giderek artmaktadır. NFA-GDx sistemi ile yapılan yeni bir çalışmada, IESV (intraelips sektör variabilitesi) ve superior maksima kriterlerinin kullanımıyla glokom olgularının, %95 güvenilirlik aralığında hiçbir örtüşme olmaksızın normal insanlardan ayrılabilirdiği rapor edilmiştir<sup>15</sup>. Diğer taraftan yine GDx programı kullanılarak yapılan bir başka çalışmada, tek bir kriter kullanıldığında cihazın sensitivite (%82) ve spesifitesinin (%62) sınırlı olduğu, birkaç kriterin birlikte kullanımı ile (ortalama kalınlık, elips modülasyonu ve ortalama elips kalınlığı) bu oranların sırasıyla %74 ve %92'ye çıkabileceği belirtilmiştir<sup>16</sup>.

## KLİNİK UYGULAMALAR

NFA'nın klinik olarak kullanılabilmesi için öncelikle normal sınırların tanımlanabil-

mesi gereklidir. RSLT ölçümlerinde normal sınırları tanımlayabilmemiz için, değişen yaşlar, farklı etnik gruplar ve refraksiyon değişiklikleri için normogramların oluşturulması gereklidir. Tarayıcı laser polarimetre ile yaş ve ırkla SLT kalınlığındaki değişikliklerin incelendiği pek çok çalışmada, RSLT kalınlığının yaşla birlikte azaldığı ve zenci ırkta beyaz ırka oranla önemli derecede daha ince olduğu gösterilmiştir<sup>17-20</sup>. Chi ve ark. ise RSLT'nin yaşla birlikte incelendiğini ve yılda ortalama 5600 sinir lifi kaybı (%0.31) olduğunu ortaya koymuşlardır<sup>17</sup>. Türk toplumundaki normogramları oluşturmak amacıyla, yaşları 7 ila 83 arasında değişen (ortalama 40.3 yaş) ve herhangi bir oküler patoloji saptanmayan 140 sağlıklı olgunun 180 gözünde NFA ile RSLT kalınlık ölçümleri yaptığımız bir çalışmada ise, RSLT kalınlığının benzer şekilde yaşla birlikte anlamlı derecede azaldığı ve diğer toplumlara göre normal değerlerin daha değişken olup, geniş bir aralıkta bulunduğu görülmüştür<sup>21</sup>.

Refraksiyon değişikliklerinin NFA ile yapılan SLT kalınlığı ölçümleri üzerindeki etkileri henüz belirlenmemiştir. Primer açık açılı glokom (PAAG), pigmenter glokom ve normal tansiyonlu glokomun (NTG) miyopik gözlerde daha sık görüldüğü bilinmektedir<sup>22,23</sup>. İleri derece miyoplarda RSLT defektlerinin (%8) emetrop ve hipermetroplara oranla (%1) daha sık görüldüğü gösterilmiştir<sup>24</sup>. Chihara ve ark., PAAG'da şiddetli miyopiyi ilerleyici görme alanı defektlerinin oluşumu açısından risk faktörü olarak tanımlamıştır<sup>25</sup>. Ayrıca oblik yerleşimli optik diskle birlikte görülen yüksek miyopi olgularında fokal SLT defekti prevalansının daha yüksek olduğu belirtilmiştir<sup>26</sup>. Diğer yandan, glokom hastalarının aksiyel uzunluklarının normal popülasyona oranla daha fazla olduğu ve aksiyel uzunluğu fazla olan

glokom hastalarındaki görme alanı defektlerinin, aksiyel uzunluğu kısa olan glokom hastalarına oranla daha belirgin olduğu da rapor edilmiştir<sup>27</sup>. Hatta bazı yazarlar, ilerleyici miyopide aksiyel uzunluktaki artışa, biyomekanik olarak zayıf sklera ile birlikte GİB'nin neden olabileceği hipotezini savunmaktadırlar<sup>28</sup>.

Bu nedenlerle miyopik olgularda SLT retardasyon ölçümlerinin emetroplardan farklı olması muhtemeldir. Bu konuda NFA ile yapılan ilk çalışma, kliniğimizde, yaşları 7 ila 63 arasında değişen (ort: 29.2yaş) ve basit miyopi veya kompoze miyopik astigmatizması olan 70 olgunun 97 gözünden alınan ölçümlerden oluşturmaktadır<sup>29</sup>. Sferik olarak eşdeğer refraksiyon kusuru -1.00 ila -10.00D arasında değişmekte olan bu olguların RSLT kalınlıklarının, yaşa göre eşleştirilmiş kontrol grubundan, superiorda daha belirgin olmak üzere, önemli derecede daha düşük olduğu görülmüştür ( $p<0.0002$ ). Bu durumda, miyopideki SLT incelmesinin superior kutupta daha belirgin olduğu ve inferior kutuptaki sinir liflerinin daha iyi korunduğu düşünülebilir. Miyopi derecesi ile RSLT kalınlığı arasındaki ilişki de incelenmiş olup, RSLT kalınlığının artan miyopi derecesi ile ters orantılı olarak azaldığı görülmüştür ( $p=0.0007$ ). Bu azalmanın özellikle yüksek miyopide ( $>6.00$  D) daha belirgin olduğu görülmüştür<sup>29</sup>.

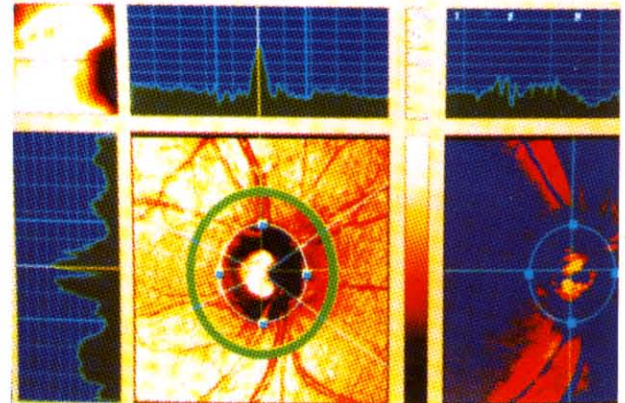
Glokomatöz optik sinir hasarının tipik bulgularından biri optik sinirin ortasındaki çukur alanın tüm optik diske oranının (C/D oranının) artışıdır. Fakat C/D oranı yüksek olup başka hiçbir patolojik bulgusu olmayan olgular da mevcuttur. Fizyolojik olarak yüksek C/D oranı olan bu glokom şüpheli olguların, özellikle henüz görme alan defekti gelişmemiş normal basınçlı glokom olgularından ayrılması önemlidir. Bu şekilde,

bu grup olgularda gereksiz yakın klinik izlem ve tekrarlayan perimetrik çalışmalardan kaçınmak mümkün olabilecektir. Diğer taraftan, glokom olduğu belirlenen hastaların da yakın takibi ve uygun tedavisi planlanabilecektir. Bu olguların, erken dönemde RSLT'ındaki defektlerin tespiti ile normal insanlardan ayrılması hedeflenmektedir. Bu konuda yine kliniğimizde yapılan bir çalışmada, disk görünümü nedeniyle glokom şüpheli kabul edilen olgularda SLT kalınlığının, normal insanlardan superiorda yaklaşık olarak %13, inferiorda ise %8.5 oranında daha az olduğu görülmüştür. Glokom şüpheli olgularda RSLT kalınlığı ile C/D oranı arasındaki ilişki regresyon analizi ile incelenmiş ve SLT kalınlıkları ile C/D oranı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon görülmemiştir ( $p>0.05$ ). Glokom hasta grubunda ise, SLT kalınlığının glokom şüpheli gruptan istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte yaklaşık %10 oranında daha az olduğu görülmüştür. Bu sonuçlara göre disk görünümü nedeniyle glokom şüpheli kabul edilen grup, SLT kalınlık ölçümlerine göre, normal ve glokomatöz grup arasında bir bölgede yer almaktadır<sup>29</sup>.

NFA II ile yapılan SLT ölçümleriyle glokom hastalarının, glokom şüpheli ve normal insanlardan ayırımı amaçlayan çok yeni bir çalışmada ise, pek çok parametre ile normal ve glokomatöz hasta ayırımı yapılabildiği ve disk görünümü nedeniyle şüpheli olan olgulardan elde edilen değerlerin normal ve glokom hastaları arasında bir yerde olduğu görülmüştür<sup>15</sup>. Bu durum, bu grup olgularda NTG'da olduğu gibi superior demetten sinir lifi kaybı olduğunu veya bu olgularda SLT'nin optik sinir başı etrafında farklı bir dağılım gösterdiğini düşündürmektedir.

Glokom hastalarında NFA kullanılarak yapılan pek çok çalışmada RSL kaybı (çift hörgüç paterninin bozulduğu) gösterilmiştir (Re-

sim 2). İlk kez Weinreb ve ark. tarafından 1995 yılında yapılan çalışma ile glokom hastalarında SLT kalınlığının normal insanlardan %13 daha az olduğu fakat iki grup arasında belirgin bir örtüşmenin varlığı gösterilmiştir<sup>13</sup>. Diğer bir çalışmada ise glokom hastalarında SLT kalınlığı normal gruptan %30 daha az olarak bulunmuştur<sup>30</sup>. Bu ikinci çalışmada kan damarlarının bulunduğu bölgelerdeki ölçümler çıkarılmak suretiyle cihazın hassasiyetinin artırılmış olması ve birinci çalışmaya oranla görme alanı defektleri daha ileri olan glokom olgularının kullanılmış olması farkı belirgin hale getirmiştir. Kliniğimizde yapılan bir çalışmada ise, glokom hastalarında SLT kalınlığının normal insanlardan superiorda yaklaşık olarak %19, inferiorda ise %15 daha az olduğu ve iki grup arasında belirgin bir örtüşmenin varlığı görülmüştür. Çalışmamızda görme alanı defektleri ileri derecede olmayan glokom olgularının kullanılmış olması (ortalama MD değeri 5.6), iki grup arasındaki farkın daha az ve örtüşmenin daha fazla olmasının bir nedeni olarak düşünülmektedir. NFA II ile yapılan yeni bir çalışmada ise superior maksima değeri ile normal ve glokom ol-



**Resim 2**

Bir glokom olgusunda NFA ile elde edilen RSLT kalınlık haritası. Superior ve inferior kutuplarda SLT'nin belirgin incelendiği ve çift hörgüç paterninin bozulduğu (sağ üst köşedeki grafik) görülmüştür.

gularının tam olarak ayrılabilirdiği ve %95 güvenilirlik aralığında hiç bir örtüşme olmadığı gösterilmiştir<sup>15</sup>.

Glokom hastalarında, görme alanı defektleri ile peripapiller RSLT kalınlık ölçüm sonuçları arasında orta derecede bir korelasyon bildirilmiştir<sup>29-32</sup>. NFA II ile yapılan çalışmalarda, görme alanı ile en iyi korelasyon gösteren parametreler olarak ortalama inferior SLT ve modülasyon parametreleri rapor edilmiştir<sup>31,32</sup>. Görme alanı defekti tek yarıalan ile sınırlı NTG hastalarında yapılan yeni bir çalışmada ise, görme alanı defekti bulunmayan yarıalanda da NFA ile yapılan ölçümlerde SLT'ında belirgin bir incelmeye olduğu ortaya konmuştur<sup>33</sup>. Bu çalışmalar NFA ile, glokomda henüz görme alanı defektleri oluşmadan önce, erken dönemde SLT defektlerinin tespit edilebileceğini görüşünü desteklemektedir.

Ayrıca, sık rastlanan konjenital optik sinir anomalileri ve diabetik retinopati ve retinal laser uygulamaları gibi retinal değişiklikler mevcudiyetinde sinir lifi tabakasındaki değişikliklerin belirlenmesi, bu olgularda gelişebilecek glokomun tanımlanabilmesi için önem taşımaktadır. Diabetik olgularda NFA ile yapılan bir çalışmada, RSLT kalınlığının diabetik retinopati şiddeti ve hastalığın süresi ile ters orantılı olduğu gösterilmiştir<sup>34</sup>. Tilted disk, optik sinir başında drusen varlığı, hipoplazik disk gibi sık rastlanan optik sinir anomalilerinde yaptığımız ölçümlerdeki klinik tecrübemiz pek çok parametrenin normalden farklı olduğu yönündedir ve bu konuda yapılacak yeni çalışmalarla, bu gruplardaki RSLT değişiklikleri açıklık kazanacaktır.

Sonuç olarak NFA gelecekte glokom tanısında ilk basamak tanı yöntemi olma yolundadır, fakat klinik olarak kullanılabilmesi için

nonglokomatöz insanlarda refraksiyon kusurları, katarakt, pseudofaki, retinal laser uygulamaları ve sık rastlanan optik sinir anomalileri gibi durumlarla ilişkisi tam olarak belirlenmelidir.

## KAYNAKLAR

1. Quigley HA, Dunkelberger GR, Green MR: Retinal ganglion cell atrophy correlation with automated perimetry in human eyes with glaucoma. *Am J Ophthalmol* 1989;107:453-464.
2. Sommer A, Katz J, Quigley HA, Miller NR, Robin AL: Clinically detectable nerve fiber atrophy precedes the onset of glaucomatous field loss. *Arch Ophthalmol* 1991;109:77-83.
3. Eddy DM, Sanders LE, Eddy JF: The value of screening for glaucoma with tonometry. *Surv Ophthalmol* 1983;28:194-205.
4. Weinreb RN, Dreher AW, Coleman A, Quigley H, Shaw B, Reiter K: Histopathologic validation of Fourier-ellipsometry measurements of retinal nerve fiber layer thickness. *Arch Ophthalmol* 1990;108:557-560.
5. Dreher AW, Reiter K, Weinreb RN: Spatially resolved birefringence of the retinal nerve fiber layer assessed with a retinal ellipsometer. *Appl Opt* 1992;31:3730-3735.
6. Dreher AW, Bailey ED, Reiter K: Effect of simulated ocular opacities on retinal nerve fiber layer thickness measurements using the nerve fiber analyser. *Invest Ophthalmol Vis Sci. Annual meeting abstract issue* 1995;36:972.
7. Bailey ED, Harbarth U, Dreher AW: The effect of polarized light on the analysis of the retinal nerve fiber layer with and without cornea and lens compensation. *Invest Ophthalmol Vis Sci Annual meeting abstract issue* 1994;35:1343.
8. Feldman RM, Feldman ST, Gross RL, Orengo-Nania S: Nerve fiber layer thickness in glaucomatous eyes. *Invest Ophthalmol Vis Sci Annual meeting abstract issue* 1993;34:1510.
9. Morsman CD, Karwatowski WSS, Weinreb RN: Reproducibility of retinal nerve fiber layer thickness measurements by scanning laser polarimetry and correlation with red free photography in normal eyes. *Invest Ophthalmol Vis Sci Annual meeting abstract issue* 1993;34:1507.

10. Zangwill L, Shakiba S, Garden VS, Weinreb RN: Properties of the retinal nerve fiber layer estimates obtained by scanning laser polarimetry. Invest Ophthalmol Vis Sci Annual meeting abstract issue 1994;35:1343.
11. Özdek ŞC, ÖnoI M, Bilgihan K, Akata F, Hasanreisoglu B: Scanning laser polarimetry in corneal topographic changes after photorefractive keratectomy. Intern Ophthalmol 1999 (basımda).
12. Tjon-Fo-Sang MJH, Vries de J, Lemij HG: Improved reproducibility of measurements with the nerve fiber analyser. J Glaucoma 1997;6:203-211.
13. Weinreb RN, Shakiba S, Zangwill L: Scanning laser polarimetry to measure the nerve fiber layer of normal and glaucomatous eyes. Am J Ophthalmol 1995;119:627-636.
14. Waldock A, Potts MJ, Sparrow JM, Karwatowski WSS: Clinical evaluation of scanning laser polarimetry: intraoperator reproducibility and design of a blood vessel removal algorithm. Br J Ophthalmol 1998;82:252-259.
15. Choplin NT, Lundy DC, Dreher AW: Differentiating patients with glaucoma from glaucoma suspects and normal subjects by nerve fiber layer assessment with scanning laser polarimetry. Ophthalmol 1998;105:2068-2076.
16. Weinreb RN, Zangwill L, Berry CC, Bathija R, Sample PA: Detection of glaucoma with scanning laser polarimetry. Arch Ophthalmol 1998;116:1583-1589.
17. Chi Q, Tomita G, Inazumi K, Hayakawa T, Ido T, Kitazawa Y: Evaluation of the effect of aging on the retinal nerve fiber layer thickness using scanning laser polarimetry. J Glaucoma 1995;4:1-8.
18. Poinosawmy D, Fontana L, Wu JX, Fitzke FW, Hitchings RA: Variation of nerve fiber layer thickness measurements with age and ethnicity by scanning laser polarimetry. Br J Ophthalmol 1997;81:338-9.
19. Tjon-Fo-Sang MJ, de Vries J, Lemij HG: Measurement by nerve fiber analyser of retinal nerve fiber layer thickness in normal subjects and patients with ocular hypertension. Am J Ophthalmol 1996;122:220-27.
20. Tjon-Fo-Sang MJ, Lemij HG: Retinal nerve fiber layer measurements in normal black subjects as determined with scanning laser polarimetry. Ophthalmology 1998;105:78-81.
21. Özdek ŞC, ÖnoI M, Gürelik G, Hasanreisoglu B: Retina sinir lifi tabakası kalınlığındaki yaşa bağlı değişikliklerin sinir lifi analizatorü ile değerlendirilmesi. MN Oftalmoloji 1999 (basımda).
22. David R, ZangwiI IM, Tessler Z, Yassur Y: The correlation between intraocular pressure and refractive status. Arch Ophthalmol 1985;103:1812-15.
23. Gangley JP: Epidemiological aspects of ocular hypertension. Surv Ophthalmol 1980;25:130-35.
24. Chihara E, Chihara K: Apparent cleavage of the retinal nerve fiber layer in asymptomatic eyes with high myopia. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol 1992;230:416-20.
25. Chihara E, Liu X, Dong I, Takashira Y, Akimoto M, Hangai M, Kuriyama S, Tanihara H, Hosoda M, Tsukahara S: Severe myopia as a risk factor for progresive visual field loss in primary open angle glaucoma. Ophthalmologica 1997;211:66-71.
26. Chihara E, Sawada A: Atypical nerve fiber layer defects in high myopes with hypertensive glaucoma. Arch Ophthalmol 1990;108:228-32.
27. Chen YF, Wang TH, Lin LL, Hung PT: Influence of axial lenght on visual field defects in primary open angle glaucoma. J Formos Med Assoc 1997;96:968-71.
28. Pruett RC: Progressive miyopia and intraocular pressure: What is the linkage? A literature review. Acta Ophthalmol 1988 ;(Suppl. 185) 66:117-27.
29. Özdek ŞC. Retina sinir lifi tabakası kalınlığının sinir lifi analizatorü ile değerlendirilmesi. Uzmanlık tezi, Gazi Ün. Tıp Fak. Göz Hast. 1999.
30. Tjon-Fo-Sang MJH, Lemij HG: The sensitivity and specificity of nerve fiber layer measurements in glaucoma as determined with scanning laser polarimetry. Am J Ophthalmol 1997;123:62-69.
31. Chen Y-Y, Chen PP, Xu L, Ernst PK, Wang L, Mills RP: Correlation of peripapillary nerve fiber layer thickness by scanning laser polarimetry with visual field defects in patients with glaucoma. J Glaucoma 1998;7:312-316.
32. Marraffa M, Mansoldo C, Morbio R, De Natale R, Tomazzoli L, Bonomi L: Does nerve fiber layer thickness correlate with visual field defects in glaucoma? Ophthalmologica 1997;211:338-340.
33. Reyes RD, Tomita G, Kitazawa Y: Retinal nerve fiber layer thickness within the area of apparently normal visual field in normal-tension glaucoma with hemifield defect. J Glaucoma 1998;7:329-335.
34. Ido T, Inazumi K, Chi Q, Tomita G, Kitazawa Y: Diabetic change in retinal nerve fiber layer thickness evaluated by scanning laser polarimetry. Invest Ophthalmol Vis Sci Annual meeting abstract issue 1995;36:482.