

Optik Koherens Tomografi ile Peripapiller Retina Sinir Lifi Tabakası ve Maküla Kalınlığı - Türk Normatif Veritabanı

İrfan Perente (*), Canan Aslı Utine (**), Mehmet Çakır (*), Zafer Söğüt (***), Kamuran Tunç (***), Şenol Sabancı (***), Hülya Güngel (*****)

ÖZET

Amaç: Sağlıklı Türk gözlerinde, peripapiller retina sinir lifi tabakası (RSLT) ve maküla kalınlık ve hacim parametreleri için normatif değerlerin, Optik Koherens Tomografi (OKT 3) ile saptanması.

Yöntem ve Gereçler: Bu kesitsel çalışmada, Beyoğlu Göz Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde rastgele seçilmiş ardışık 203 gözde, OKT 3 ile peripapiller retina sinir lifi tabakası ve maküla görüntülemesi yapıldı. Peripapiller RSLT kalınlığı, 3.46 mm çaplı 3 OKT tarama dairesi ile; maküla kalınlığı, 6 radyal tarama ile ölçüldü. Toplanan verilerin normal dağılımı, Kolmogorov-Smirnov testi ile test edildi. Yaş, cinsiyet ve refraktif kusurun çeşitli parametreler üzerindeki etkisi bağımsız gruplar t-testi, tek yönlü varyans analizi ve Pearson korelasyon katsayısı ile değerlendirildi.

Sonuçlar: Otuz dokuz erkek ve 63 kadın olgu incelendi. İncelenen çalışma grubunun ortalama RSLT kalınlığı $103.21 \pm 11.68 \mu$ (77.85 - 134.53 μ arası) idi. RSLT kalınlığı, inferior kadranda en kalındı; sırasıyla superior, nazal ve temporal kadrarlarda tedrici ve anlamlı olarak daha azdı ($p < 0.05$). RSLT kalınlık parametreleri üzerinde yaşın etkisi saptanmadı. RSLT kalınlık parametrelerinin çoğu, kadınlarda erkeklere göre anlamlı olarak kalındı ($p < 0.05$). İncelenen toplumda ortalama fovea kalınlığı $194.84 \pm 20.66 \mu$ (154 - 299 μ arası) idi. Maküla kalınlık ve hacim parametreleri, 14-24 yaş grubunda 3-13 yaş grubuna göre anlamlı olarak daha kalındı. Maküla parametreleri üzerine cinsiyetin etkisi saptanmadı ($p > 0.05$). Refraktif kusur ile ortalama RSLT ve toplam maküla hacmi arasında pozitif korelasyon mevcuttu ($p = 0.009$). RSLT ve maküla kalınlığı ve hacim parametreleri, gözün lateralitesi ile değişmiyordu ($p > 0.05$).

Sonuç: OKT ile peripapiller RSLT ve maküla kalınlıklarının bu normatif veritabanı, optik sinir ve maküla hastalıklarının yönetimi ve daha ileri araştırmalarında yararlı bir rehber olabilir.

Anahtar Kelimeler: Maküla kalınlığı, optik koherens tomografi, retina sinir lifi tabakası, Türk gözleri

(*) Op. Dr., Beyoğlu Göz Eğitim ve Araştırma Hastanesi

(**) Op. Dr., Yeditepe Üniversitesi, Göz Hastalıkları A.B.D.

(***) Asist. Dr., Beyoğlu Göz Eğitim ve Araştırma Hastanesi

(****) Prof. Dr., Beyoğlu Göz Eğitim ve Araştırma Hastanesi, 4. Göz Kliniği Şefi

Bu çalışma, Beyoğlu Göz Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde yapılmıştır. Yazarların, çalışmayla ilgili herhangi bir finansal kazançları bulunmamaktadır. 18.09.2006

Yazışma adresi: Dr. Canan Aslı Utine, Güzelbahçe sokak No:14/4 Hancıoğlu Apt., Nişantaşı / İstanbul Tel: 0533 5587635

Mecmuaya Geliş Tarihi: 25.09.2006

Düzeltilmeden Geliş Tarihi: 19.04.2007

Kabul Tarihi: 12.06.2007

SUMMARY

Peripapillary Retinal Nerve Fibre Layer and Macular Thickness by Optical Coherence Tomography - Turkish Normative Database

Purpose: To determine the normative values for peripapillary retinal nerve fibre layer (RNFL) and macular thickness and volume by Optical Coherence Tomography (OCT 3) in healthy Turkish eyes.

Material and Method: In this cross-sectional study, the peripapillary retinal nerve fibre layer and macula of 203 consecutive, randomly selected normal eyes were imaged on OCT 3, in Beyoglu Eye Research and Training Hospital. Thickness of the peripapillary RNFL was determined with three 3.46 mm diameter circle OCT scan. Macular thickness was measured with 6 radial scans of the macula. The normality of the collected data was tested with Kolmogorov-Smirnov test; and the influence of age, gender and refractive error was evaluated on various measured parameters using unpaired t-test, one-way analysis of variance and Person's correlation coefficient.

Results: Thirty nine males and 63 females were included into the study. The average RNFL thickness in the sample study under investigation was $103.21 \pm 11.68 \mu$ (Range: 77.85 - 134.53 μ). The RNFL was thickest in the inferior quadrant; progressively and significantly less in superior, nasal and temporal quadrants ($p < 0.05$). There was no effect of age on various RNFL thickness parameters. Most of the RNFL thickness parameters were found to be statistically significantly thicker in females, compared to males ($p < 0.05$). The average foveal thickness in the population under study was $194.84 \pm 20.66 \mu$ (Range: 154 - 299 μ). The macular thickness and volume parameters were significantly thicker in 14-24 years old group than 3-13 years old group. The macular parameters were not significantly influenced by gender ($p > 0.05$) There was positive correlation between the refractive error and total macular volume ($p = 0.009$). RSLT and macular thickness and volume parameters were not influenced by the laterality of the eye.

Conclusion: This normative database of peripapillary RNFL and macular thickness by OCT in healthy Turkish eyes may be a useful guideline for management and further research in diseases of optic nerve and macula.

Key Words: Macular thickness, optical coherence tomography, retinal nerve fibre layer, Turkish eyes

GİRİŞ

Glokom tanı ve tedavisinde, retina sinir lifi tabakası (RSLT) muayenesi önemli yer tutmaktadır (1-3). RSLT kalınlığı, görme fonksiyonu testleri ile yüksek korelasyon göstermekte (4,5) ve glokomda RSLT hasarı, görme alanı kayıplarından önce gerçekleşmektedir (1). Bu nedenle, doğru RSLT kalınlığı ölçümleri, erken ve doğru tanı için kritik önem taşır.

Maküla hastalıklarının erken teşhisi ile medikal ve cerrahi tedavisi için, maküla kalınlığının yüksek çözünürlüklü, doğru ve tekrar edilebilen ölçümleri gerekmektedir. Ayrıca, maküla kalınlığı ölçümlerinin, glokom tanı ve takibinde de önemli olduğunu belirten yayınlar mevcuttur (6,7).

Optik koherens tomografi (OKT), düşük koheransta yakın kızıl-ötesi ışık kullanılarak, arka kutup ve optik sinir başının yüksek çözünürlükte iki-boyutlu görüntüsünü sağlayan, non-kontakt, non-invazif bir ölçüm tekniğidir (8). OKT ölçümlerinin tanı ve takip amaçlı kullanılabil-

mesi için, kullanıldığı toplumdaki normatif değerlerin dağılımının bilinmesi gerekmektedir. Normal değerlerin yaş, cinsiyet ve ırk ile değişebileceği bilinmektedir (9). Son yıllarda, farklı etnik gruplardaki normal gözlerde RSLT ve maküla kalınlıklarını irdeleyen yayınlar yayımlanmaktadır (9-12). Türk toplumunda optik sinir başı ve maküla hastalıklarının OKT ile doğru tanı ve takibinde başarılı olabilmek için, normatif veritabanı çalışmalarının kendi toplumumuzda yapılması gerekmektedir.

Bu çalışmada, optik sinir başı RSLT ve maküla retina kalınlıklarının sağlıklı Türk gözlerindeki normatif veritabanını oluşturmayı amaçladık.

GEREÇ ve YÖNTEM

Nisan 2005 - Ağustos 2006 tarihleri arasında Beyoğlu Göz Eğitim ve Araştırma Hastanesi'ne rutin göz kontrolleri için başvuran 102 olgunun 203 gözü çalışmaya dahil edildi. Tüm olgular, görme ve refraksiyon muayenelerinin ardından, ön segment muayenesinden geçti-

ler. Goldmann applanasyon tonometresi ile göz içi basıncı (GİB) ölçüldü. Tüm hastalara, tropikamid %1 damla ile pupil dilatasyonu yapıldı; ve +90D lens kullanılarak yarıklı lamba biyomikroskopisinde posterior segment muayenesi yapıldı. Refraktif kusuru ± 4.50 D aralıkta, GİB 21 mmHg'nin altında, oküler patolojisi olmayan olgular çalışma kapsamına alındı. Herhangi bir oküler patolojisi ve ortam kesiflikleri olan olgular ve anamnezinde glokom, travma, lazer tedavisi veya intraoküler cerrahi, ailede glokom veya maküla hastalıkları, açıklanamayan görme kaybı veya gözü etkileyebilecek herhangi bir sistemik hastalık hikayesi olan olgular çalışma dışı bırakıldı.

Tüm olgulardan, normatif veritabanı çalışmasına katılmaları konusunda imzalanmış bilgilendirilmiş onam formu alındı. Tüm ölçümler, yazarlardan bir tanesi (İ.P.) tarafından yapıldı.

Optik Koherens Tomografi

OKT ölçümleri, OKT 3 STRATUS cihazı (Zeiss Humphrey, Dublin CA) kullanılarak gerçekleştirildi. Ölçüm öncesi, tropikamid %1 göz damlası ile midriazis sağlandı. Ölçümler, pupil çapı minimum 5mm olduktan sonra yapıldı. Daha yüksek tekrar edilebilirliği olduğu gösterilmiş olan, internal fiksasyon hedefi kullanıldı (10,12).

Optik sinir başı taramalarında, daha yüksek tekrar edilebilirliği olduğu gösterilmiş olan hızlı retina sinir lifi tabakası tarama protokolü kullanıldı (13,14). Bu protokolde, optik disk üzerinde merkezlenmiş olan, RSLT kalınlık analizi için optimal değer olduğu gösterilen (13,14) 3.46mm çapında üç dairesel tarama, standard aksiyel uzunluk (24.46 mm) ve refraksiyon (0 D) kabul edilerek, toplam 1.92 saniye içinde yapılmaktadır. Elde edilen taramalar, artefakt yok ise ve sinyal gücü en az 5 ise kabul edildi, ve çalışmaya alındı.

Ortalama RSLT kalınlığı hesabı, cihazdaki RSLT kalınlığı ortalama analiz protokolü ile yapıldı. Retinanın iç ve dış sınırlarının tesbiti için, sırasıyla vitreo-retinal ara-yüzey ve retina pigment epitelinden kaynaklanan yüksek reflektivite görüntüleri kullanıldı. RSLT sınırlarının tanımlanması ise, nöro-sensorial retinanın kalınlığı saptanarak gerçekleştirildi. RSLT'nin posterior sınırı, her A-mod taramada, komşu retinanın filtrelenmiş maksimum reflektivitesinden 15dB daha yüksek eşik değeri saptanarak belirlendi. RSLT'nin anterior ve posterior sınırları içerisinde kalan piksel sayısından yola çıkılarak, sinir lifi tabakası kalınlığı hesaplandı.

Maküla ölçümlerine maküla kalınlık harita tarama protokolü kullanıldı. Bu protokolde, foveada merkezi bir

eksenden geçen, eşit açısız aralıklı (30°) oryantasyonlarda, 6mm uzunluğunda 6 radyal çizgi kullanılmaktaydı. Retina kalınlığı otomatik olarak, RSLT kalınlığı analizindeki gibi, iki yüksek reflektivite görüntüleri arasındaki mesafeden yola çıkılarak hesaplandı. Retina kalınlığı hacim tablosal analiz çıktısı kullanılarak, kalınlık ve hacim ölçümleri elde edildi. Retina kalınlığı analizinde, makülanın 1mm çaplı merkezi ile makülada 1mm, 3mm ve 6mm çaplı iç içe üç daire ile oluşturulan bölgelerden, dıştaki iki halkanın dört kadrana bölünmesiyle oluşan toplam 9 bölgede ölçüm yapıldı. Hacim analizinde ise, kalınlık ölçümleri ile elde edilen 9 bölgedeki ortalama kalınlıklardan yola çıkılarak, bu 9 bölgenin ağırlıklı ortalama kalınlığının, taranan alan ile çarpılması ile hacim tahmini elde edildi (15).

RSLT ve maküla kalınlığı değerlendirilmesinde aşağıdaki parametreler kullanıldı. Ortalama RSLT kalınlığı, optik sinir başında dört kadranda ve 30° genişlikteki sektörel (saat kadranı) ortalama ve dört kadrandaki maksimum RSLT kalınlıkları, optik sinir başı maksimum ve minimum RSLT kalınlık farkları, makülada minimum fovea retina kalınlığı, merkezi maküla ve dört kadranda 1-3mm çaplı bölgeler arasındaki perimaküler bölgelerde retina kalınlığı, toplam maküla hacmi ve optik sinir başı ve makülada kadranslar arası kalınlık oranları.

İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analiz, Statistical Package for Social Sciences versiyon 11.5 (SPSS Inc. Chicago: IL) yazılımı kullanılarak yapıldı. Ölçümlerin normal dağılıma sahip olup olmadıkları, Kolmogorov-Smirnov testi ile incelendi. Cinsiyet farkını araştırmak için bağımsız gruplar t-testi kullanıldı. Yaş grupları arasında, OKT parametrelerinin karşılaştırılması için tek-yönlü ANOVA testi, ve uygun olduğunda post hoc testler uygulandı. Yaş ve refraktif kusur ile OKT parametreleri arasındaki ilişkinin incelenmesi için Pearson korelasyon testi uygulandı.

Sonuçlar

Çalışmaya 102 olgunun 203 gözü dahil edildi. Olguların ortalama yaşı 15.30 ± 7.67 (3-36 arası) idi. Olguların 63'ü kadın, 39'u erkekti. Çalışmada incelenen gözlerin refraktif kusur sferik eşdeğerleri (SE), 173 gözde (%85.2) $\pm 1.0D$ aralığında, 10 gözde (%4.9) $> +1.00D$, 20 gözde ise (%9.9) $< -1.00D$ idi. Tüm gözler birlikte değerlendirildiğinde, ortalama refraktif kusur SE $-0.20 \pm 1.18D$ (-4.50 ile $+4.00D$ arası) idi. Tüm gözlerin en iyi düzeltilmiş görme keskinlikleri 20/32 veya daha iyi seviyede idi. Tüm olgular 3-13 yaş (Grup 1, n=119),

14-24 yaş (Grup 2, n=54) ve 25-36 yaş (Grup 3, n=30) olarak üç gruba ayrılarak, ölçülen parametrelerin yaş grupları arasındaki farkları incelendi.

Optik sinir başı ölçümleri

Ortalama RSLT kalınlığının, çalışma grubunda normal dağılıma sahip olduğu gözlemlendi ($p=0.99$). Tüm olguların ortalama RSLT kalınlığı 103.21 ± 11.68 (77.85 - 134.53 arası) idi. Çalışmada ölçülen optik sinir başı RSLT kalınlık parametreleri Tablo 1'de görülmektedir. Optik sinir başında tarif edilen çift-hörgüç dağılımına uygun olarak, RSLT kalınlığının superior ve inferior kadrantlarda, nazal ve temporal kadrantlardan daha fazla olduğu gözlemlendi (Şekil 1). Ayrıca RSLT kalınlığı inferior kadranda superior kadrana göre, ve nazal kadranda temporal kadrana göre istatistiksel olarak anlamlı biçimde daha kalındı ($p<0.05$). Optik sinir başı RSLT kalınlığının her kadranda birbirine yakın değişkenliğe sahip olduğu gözlemlendi. En yüksek değişkenlik inferior kadranda, en düşük değişkenlik temporal kadranda saptandı.

Yaş ile optik sinir başı ortalama RSLT kalınlığı, 4 kadrant RSLT kalınlığı veya 12 saat kadrant RSLT kalınlıkları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmadı ($p>0.05$) (Şekil 2). Yaş gruplarındaki ölçümlere ait sonuçlar, Tablo 2'de verilmektedir. Optik sinir başı RSLT kalınlığı ölçümleri açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p>0.05$).

Erkek ve kadın olgu grupları karşılaştırıldığında, ortalama RSLT kalınlığı, inferior, superior ve nazal kadrantlardaki RSLT kalınlıklarının kadınlarda erkeklere göre istatistiksel olarak anlamlı biçimde daha fazla olduğu görüldü. Maksimum ve minimum RSLT kalınlıkları ara-

Tablo 1. Çalışmada incelenen retina sinir lifi tabakası kalınlığı değerlerinin tanımsal istatistiği (n= 203)

Değişken	Aralık	Ortalama±SS
Ortalama kalınlık (μ)	77.85 - 134.53	103.21 ± 11.68
Iort (μ)	87 - 189	134.55 ± 19.51
Sort (μ)	93 - 171	126.87 ± 17.119
Nort (μ)	40 - 132	79.16 ± 17.84
Tort (μ)	52 - 107	72.09 ± 12.21
Imak/Smak	0.68 - 1.59	1.09 ± 0.17
Smak (μ)	111 - 235	157.34 ± 21.33
Imak (μ)	119 - 233	170.09 ± 23.39
Mak-Min (μ)	73 - 158	111.64 ± 18.04

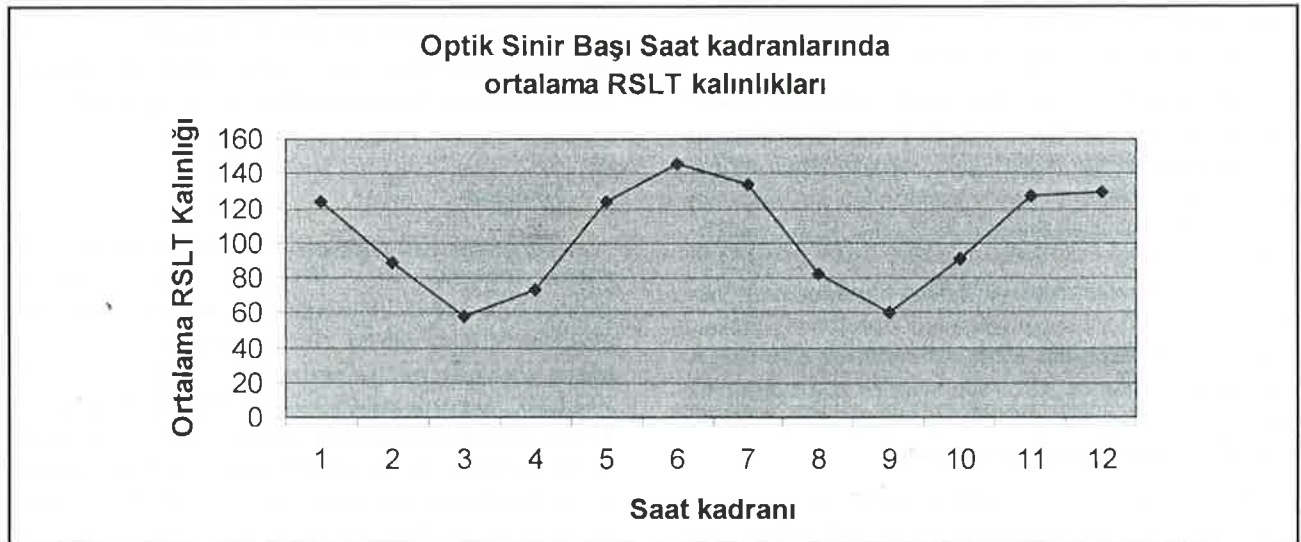
S: Superior, T: Temporal, N: Nazal, I: Inferior, ort: Ortalama, mak: Maksimum, min: Minimum

sındaki fark da, kadın olgularda erkeklere göre istatistiksel olarak anlamlı biçimde daha fazla idi (Tablo 3).

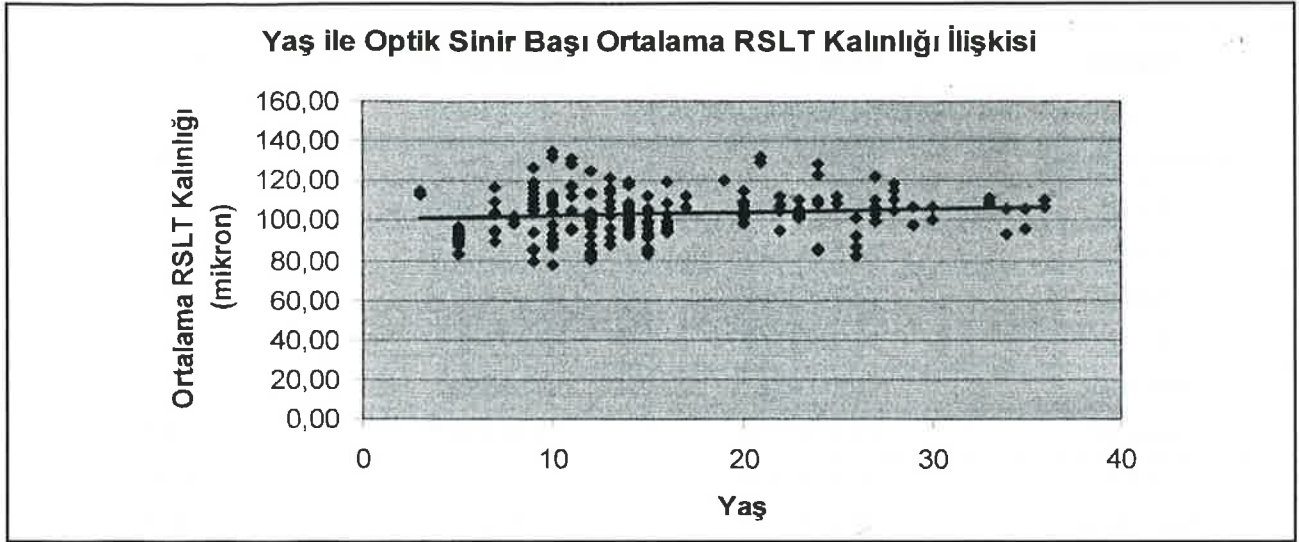
Refraktif kusur SE değeri ile ortalama RSLT kalınlığı ve her 4 kadrant RSLT kalınlıkları arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif korelasyon saptandı ($p<0.05$) (Şekil 3).

Sağ ve sol göz RSLT parametreleri karşılaştırıldığında, ortalama temporal kadrant RSLT kalınlığı sağ gözlerde sol gözlerle göre anlamlı olarak kalın saptandı ($p<0.05$). Diğer parametreler açısından, sağ ve sol gözler arasında anlamlı farklılık saptanmadı (Tablo 4).

Şekil 1. Optik sinir başı saat kadrantlarında ortalama RSLT kalınlıkları



Şekil 2. Yaş ile optik sinir başı ortalama RSLT kalınlığı ilişkisi



Tablo 2. Çalışma grubunda retina sinir lifi tabakası kalınlığı değerlerinin farklı yaş gruplarında dağılımları (Tek yönlü ANOVA testi) (n=203)

Yaş (yıl)	3-13 (n=119)	14-24 (n=54)	25-36 (n=30)	P değeri
Ortalama kalınlık (μ)	102.68 \pm 12.94 (77.85 – 134.53)	103.61 \pm 10.92 (83.48 – 132.28)	103.84 \pm 9.56 (82.29 – 122.47)	0.83
Iort (μ)	134.18 \pm 22.84 (87 – 189)	133.58 \pm 16.62 (102 – 172)	134.18 \pm 22.84 (114 – 169)	0.59
Sort (μ)	125.84 \pm 17.18 (93 – 171)	128.19 \pm 16.36 (96 – 158)	126.87 \pm 18.95 (95 – 171)	0.70
Nort (μ)	79.23 \pm 19.92 (43 – 132)	78.83 \pm 14.94 (45 – 131)	79.73 \pm 18.06 (40 – 118)	0.97
Tort (μ)	71.60 \pm 11.61 (53 – 102)	73.16 \pm 12.83 (52 – 107)	71.03 \pm 12.71 (52 – 96)	0.64
Imak/Smak	1.10 \pm 0.19	1.07 \pm 0.16	1.13 \pm 0.17	0.38
Smak (μ)	155.88 \pm 21.93 (111 – 235)	158.55 \pm 20.33 (115 – 208)	158.83 \pm 22.18 (111 – 211)	0.68
Imak (μ)	169.20 \pm 25.34 (119 – 233)	168.52 \pm 21.30 (127 – 218)	176.27 \pm 21.67 (141 – 221)	0.28

S: Superior, T: Temporal, N: Nazal, I: İnfierior, ort: Ortalama, mak: Maksimum, min: Minimum

Maküla Ölçümleri

Çalışmada ölçülen çeşitli maküla kalınlığı parametreleri Tablo 5'de görülmektedir. Minimum fovea kalınlığı, merkezi maküla kalınlığı ve toplam maküla hacmi değerleri, çalışma grubunda normal dağılım göstermekte idi ($p>0.05$) (Şekil 4,5).

Yaş ile minimum fovea kalınlığı, merkezi maküla kalınlığı ve toplam maküla hacmi arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmadı ($p>0.05$) (Şekil 6-8).

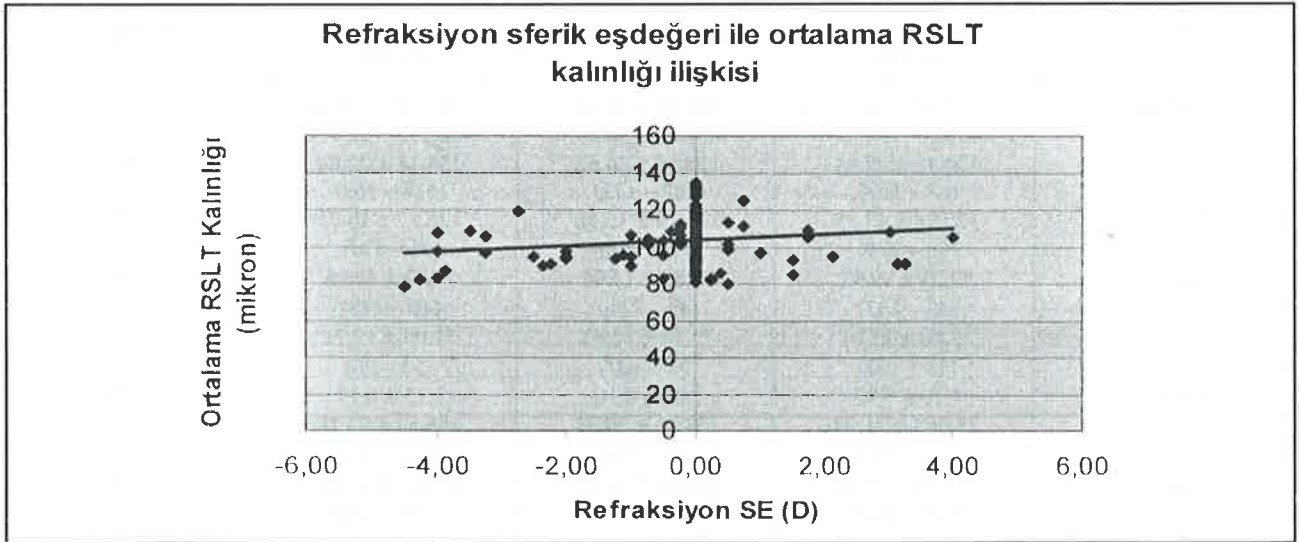
Parasantral makülar bölgeler incelendiğinde, sadece inferior kadran maküla kalınlığı ile yaş arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif korelasyon saptandı ($p<0.05$). Yaş grupları incelendiğinde ise, merkezi maküla, superior, inferior ve nazal maküla kadrantları ve en ince fovea kalınlığı arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($p<0.05$). Post hoc testler ile, Grup 1 ve Grup 2 arasında merkezi maküla, inferior ve nazal maküla kadrantları retina kalınlığı arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gösterildi ($p>0.05$) (Tablo 6).

Tablo 3. Çalışmada incelenen retina sinir lifi tabakası kalınlığı değerlerinin erkek ve kadın olgulara ait gözlerde karşılaştırılması (Bağımsız gruplar t-testi) (n=203)

Değişken	Erkek (n=77)	Kadın (n=126)	P değeri
Yaş	15.30 ± 8.41	15.32 ± 7.21	0.99
Ortalama kalınlık (µ)	98.86 ± 9.42	105.87 ± 12.16	<0.001
Iort (µ)	127.72 ± 15.44	138.72 ± 20.60	<0.001
Sort (µ)	120.61 ± 14.23	130.71 ± 17.66	<0.001
Nort (µ)	75.44 ± 17.36	81.44 ± 17.82	0.03
Tort (µ)	71.58 ± 11.02	72.40 ± 12.93	0.66
Imak/Smak	1.10 ± 0.18	1.09 ± 0.17	0.87
Smak (µ)	151.23 ± 16.79	161.08 ± 22.95	0.001
Imak (µ)	163.93 ± 19.64	173.85 ± 24.74	0.003
Mak-Min (µ)	105.32 ± 13.35	115.51 ± 19.44	<0.001

S: Superior, T: Temporal, N: Nazal, I: İnfierior, ort: Ortalama, mak: Maksimum, min: Minimum

Şekil 3. Refraksiyon sferik eşdeğeri ile optik sinir başı ortalama RSLT kalınlığı ilişkisi



Erkek ve kadın olgu grupları arasında, merkezi maküla ve fovea kalınlıkları ile maküla hacmi açısından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı. Sadece, superior ve inferior perimaküler kadrantların oranı erkek olgu grubunda kadın olgu grubuna göre hafifçe, fakat istatistiksel olarak anlamlı olarak yüksek olarak saptandı (p=0.001) (Tablo 7).

Refraktif kusurun SE ile toplam maküla hacmi arasında pozitif korelasyon saptandı (p=0.009). Refraktif kusurun daha az miyopik ve daha fazla hiperopik olmasıyla foveada retina kalınlığının artış gösterdiği gözlemlendi

(Şekil 9). Fakat, refraktif kusur SE ile en ince fovea, merkezi ve 4 kadrant maküla kalınlıkları arasında ise istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmadı (p>0.05).

Sağ ve sol göz maküla kalınlık parametreleri arasında ise, nazal kadrant maküla kalınlığı dışında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (Tablo 8).

TARTIŞMA

Retina sinir lifi hasarı, glokomda ve retinanın çeşitli hastalıklarında sıkça karşılaşılan bir bulgudur (1-3).

Tablo 4. Çalışmada incelenen retina sinir lifi tabakası kalınlığı değerlerinin sağ ve sol gözlerde karşılaştırılması (Bağımsız gruplar t-testi) (n=203)

Değişken	Sağ (n=102)	Sol (n=101)	P değeri
Yaş	15.30 ± 7.67	15.32 ± 7.70	0.99
Ortalama kalınlık (μ)	102.53 ± 11.44	103.90 ± 11.94	0.42
Iort (μ)	132.81 ± 20.32	136.30 ± 18.61	0.22
Sort (μ)	125.14 ± 16.98	128.62 ± 17.18	0.17
Nort (μ)	77.95 ± 16.172	80.39 ± 19.39	0.35
Tort (μ)	74.27 ± 12.19	69.88 ± 11.90	0.01
Imak/Smak	1.11 ± 0.19	1.08 ± 0.16	0.33
Smak (μ)	155.74 ± 20.60	158.95 ± 22.03	0.31
Imak (μ)	170.12 ± 24.15	170.05 ± 22.72	0.99
Mak-Min (μ)	111.13 ± 19.07	112.16 ± 17.03	0.70

S: Superior, T: Temporal, N: Nazal, I: İnfierior, ort: Ortalama, mak: Maksimum, min: Minimum

Tablo 5. Çalışmada incelenen maküla değerlerinin tanımsal istatistiği (n=203)

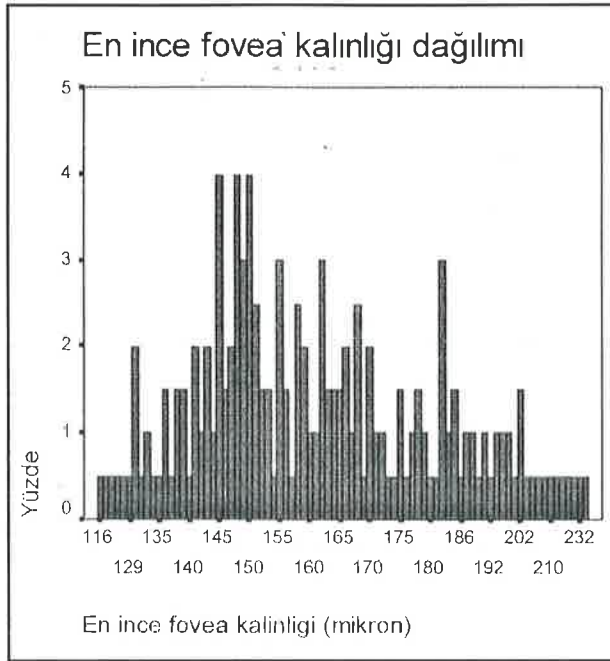
	Değişken	Aralık	Ortalama ± SS
Bağımsız değişkenler	Yaş (yıl)	3 - 36	15.30 ± 7.67
Kalınlık (μ) Ortalama retina kalınlığı (μ)	Refraksiyon (D)	-4.50 - +4.00	-0.20±1.18
	Minimum fovea	116 - 269	162.27 ± 22.69
	Fovea	154 - 299	194.84 ± 20.66
Oran	Temporal maküla	230 - 328	264.87 ± 15.04
	Superior maküla	238 - 340	279.61 ± 15.33
	Nazal maküla	236 - 355	275.50 ± 17.93
	İnfierior maküla	244 - 338	279.33 ± 15.38
	Superior / İnfierior maküla	0.91 - 1.13	1.00 ± 0.03
Hacim (mm ³)	Temporal / Nazal maküla	0.83 - 1.11	0.96 ± 0.04
	Toplam maküla	6.24 - 8.35	7.07 ± 0.38

Glokomda RSLT hasarı, görme alanı kaybından önce gelir (1). Bu nedenle, RSLT kalınlığının objektif ölçümü, erken teşhis için son derece önemlidir. RSLT kalınlık ölçümü ve RSLT'deki değişikliklerinin gösterilmesi amacıyla, retina sinir lifi tabakası analizörü (NFA), taramalı lazer oftalmoskop (SLO, GDx ve kornea kompanzasyonlu GDx), Heidelberg retina tomografisi (HRT) ve OKT gibi cihazlar geliştirilmiştir (16-20).

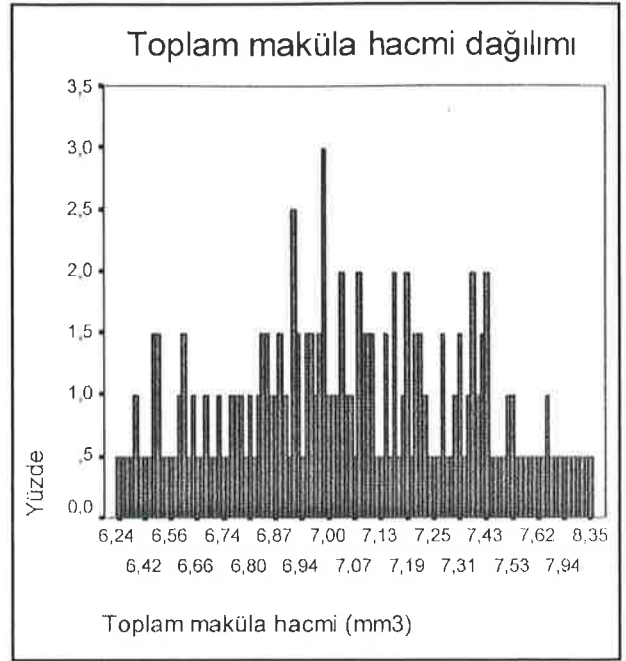
OKT'nin çalışma prensibi ve teknik özellikleri ayrıntılı olarak açıklanmıştır (8,21). OKT, yakın kızılötesi ışık kullanarak, optik ara-yüzeylerin farklı yansıtma

özelliklerini saptayan ve retinanın yüksek çözünürlükte kesitsel görüntülenmesini sağlayan objektif bir yöntemdir (8). OKT3 cihazı, aksiyel ve lateral düzlemlerde sırasıyla yaklaşık 10μ ve 20μ çözünürlüğe sahiptir (8,22). OKT cihazının doğru, hassas, tekrar edilebilir ölçümler verdiği çeşitli çalışmalar ile gösterilmiştir (23,24). Deney hayvanlarında OKT ile elde edilen morfolojik bulguların, histolojik bulgular ile yüksek derecede uygunluk gösterdiği bilinmektedir (21,25). OKT ile ölçülen peripapiller RSLT kalınlığı ölçümlerinin, SLO ve HRT ile ölçülen değerler ile yüksek derecede korelasyon gösterdiği bilinmektedir (26,27). OKT ile yapılan ölçümler-

Şekil 4. Foveada en ince retina kalınlığı dağılımı



Şekil 5. Toplam maküla hacmi dağılımı

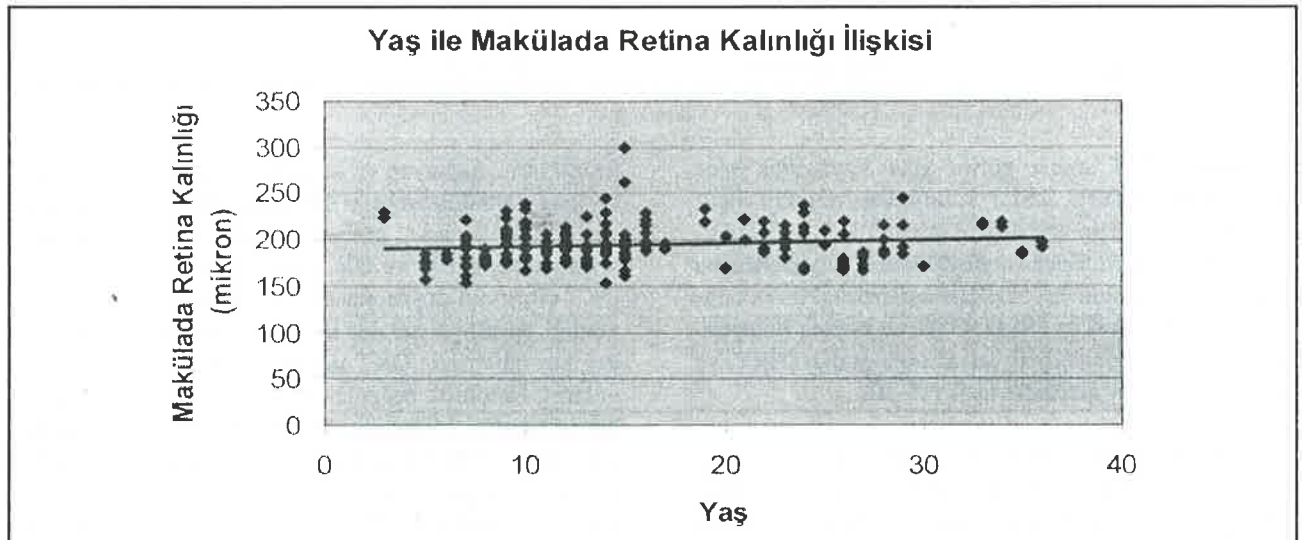


de, konfokal tarayıcı lazer polarimetrenin aksine, korneanın ve kristalin lensin birefrinjansından etkilenme söz konusu değildir (28). Ayrıca, OKT ile retinanın mutlak kesitsel görüntüsü elde edildiği için, RSLT kalınlığı hesabında ilave referans düzlemi gerekmemektedir (29). OKT ölçümlerinin, refraktif durum ve aksiyel uzunluktan da etkilenmediği gösterilmiştir (30,31).

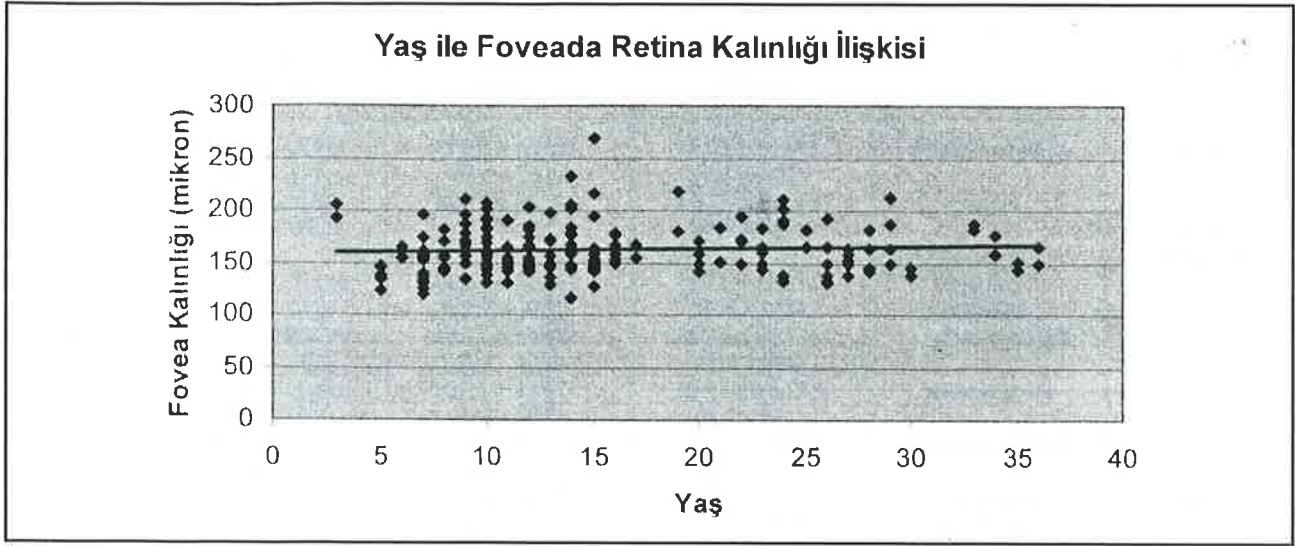
OKT ile RSLT ölçümlerinin farklı çalışmalar arasında kıyaslanabilirliğini kısıtlayan bazı sebepler vardır.

RSLT'nin optik disk sınırlarında daha kalın olduğu (30,32) ve RSLT kalınlığının optik disk boyutu ile değiştiği (33,34) bilinmektedir. Büyük optik disklerde daha fazla sinir lifi bulunmasına bağlı (35) RSLT daha kalın olmakla beraber, OKT tarama halkası da optik sinir sınırlarına daha yakın geçmekte ve RSLT kalınlığı, küçük disklere göre daha da kalın saptanmaktadır. Ayrıca, gözün aksiyel uzunluğu kısaltıkça ve göz daha hiperopik oldukça, tarama halkası optik sinir sınırlarına daha yakından geçmekte, ve aksiyel uzunluğu daha uzun ve

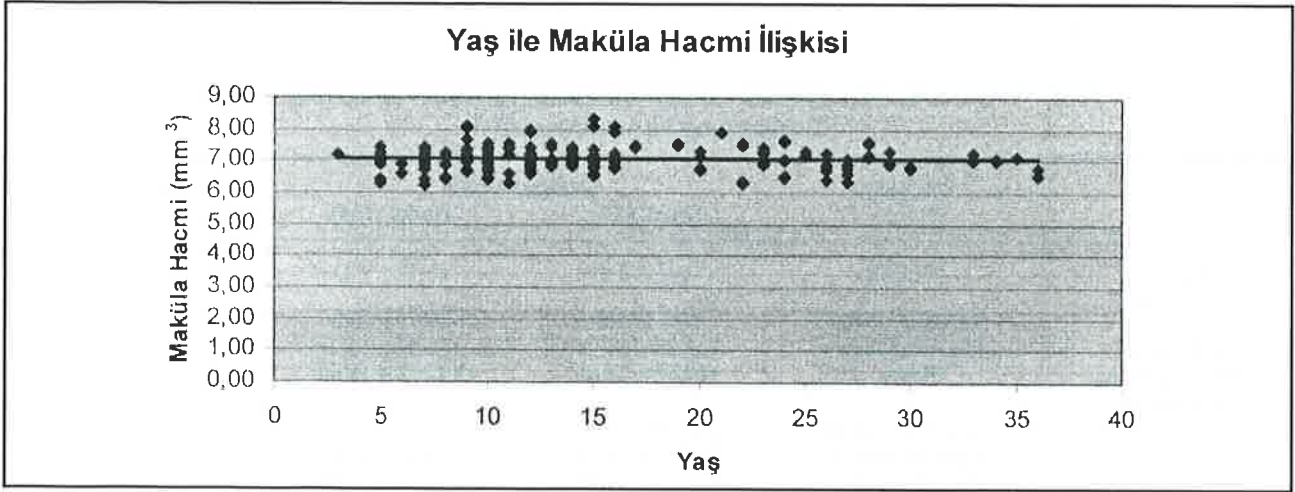
Şekil 6. Yaş ile merkezi makülada retina kalınlığı ilişkisi



Şekil 7. Yaş ile foveada en ince retina kalınlığı ilişkisi



Şekil 8. Yaş ile toplam maküla hacmi ilişkisi



daha miyop gözlere göre daha yüksek RSLT kalınlığı ölçümleri ortaya çıkmaktadır. Bayraktar ve ark, tarama yarıçapının 3.2mm ile 3.6mm arasında değişmesi ile ölçülen RSLT kalınlıklarının anlamlı ölçüde değişmediğini göstermişlerdir (36). Dolayısıyla, gözün aksiyel uzunluğu ile OKT tarama halkasının magnifikasyonundaki değişikliklerden kaynaklanan RSLT ölçüm hataları, sadece yüksek refraktif kusuru olan hastaları etkileyecektir. Ancak, takip amaçlı OKT ölçümlerinde tarama halkasının optik sinire uzaklığı farklı olursa, RSLT kalınlığının değiştiği yönünde yanlış sonuçlara ulaşılabilir.

RSLT ve maküla kalınlıkları, ırk ve etnik özelliklerle bağımlı olarak kişiler arasında değişebilmektedir (3,37,38). RSLT ve makülada retina kalınlığı kayıplarının saptanması, ölçümde kullanılan cihaza ait teknoloji

yanı sıra, hastanın ait olduğu topluma ait normatif RSLT veritabanına da bağlıdır (17,18,36). Bu nedenle, literatürde farklı milletlere ait normatif veritabanı çalışmalarını rastlanmaktadır (9-12,39).

Bizim çalışmamızda, ortalama optik sinir başı RSLT kalınlığı $103.21 \pm 11.68 \mu$ olarak saptanmıştır. Bu değer, Çin ve Hint ırklarında yapılan çalışmalarda saptanan normatif değerlere yakın olup (12,39), beyaz ırkta yapılan diğer çalışmalardan daha düşük olduğu gözle çarpılmaktadır (40,41). Ancak, farklı etnik gruplara ait 6 yaşındaki 1765 olguda yapılan benzer bir çalışmada, ortalama RSLT kalınlığı $103.7 \pm 11.4 \mu$ saptanmıştır (9). Bu benzerlik, çalışma grubumuzdaki ortalama RSLT kalınlığının düşük olmasının, olguların yaşları ile ilişkili olabileceğini düşündürmektedir.

Tablo 6. Çalışmada incelenen maküla kalınlığı değerlerinin farklı yaş gruplarında dağılımları (Tek yönlü ANOVA testi) (n=203)

Yaş (yıl)		3-13 (n=119)	14-24 (n=54)	25-36 (n=30)	P değeri
Kalınlık (µ)	Minimumi fovea	159.25 ± 20.88 (154 – 239)	168.01 ± 25.74 (116 – 269)	159.88 ± 19.58 (131 – 212)	0.04
	Fovea	190.93 ± 17.73 (154 – 239)	201.49 ± 23.76 (154 – 299)	193.34 ± 19.47 (167 – 245)	0.004
Ortalama retina kalınlığı (µ)	Temporal maküla	263.03 ± 13.33 (230 – 291)	268.21 ± 16.95 (236 – 328)	263.72 ± 15.26 (230 – 288)	0.08
	Superior maküla	277.79 ± 13.79 (238 – 312)	283.45 ± 17.65 (244 – 340)	277.34 ± 13.63 (255 – 300)	0.04
	Nazal maküla	272.69 ± 15.62 (236 – 309)	279.88 ± 21.06 (239 – 355)	275.31 ± 16.32 (240 – 307)	0.04
	İnferior maküla	276.51 ± 14.15 (244 – 311)	282.79 ± 17.67 (251 – 338)	281.09 ± 12.45 (255 – 305)	0.03
Oran	Superior / Inferior maküla	1.13 ± 1.01 (0.91 – 1.13)	1.00 ± 0.03 (0.92 – 1.11)	0.99 ± 0.02 (0.95 – 1.04)	0.01
	Temporal / Nazal maküla	0.97 ± 0.04 (0.83 – 1.08)	0.96 ± 0.05 (0.88 – 1.11)	0.96 ± 0.05 (0.87 – 1.05)	0.62
	Toplam maküla hacmi	7.03 ± 0.38 (6.24 – 8.10)	7.15 ± 0.41 (6.29 – 8.35)	6.99 ± 0.29 (6.35 – 7.62)	0.07

Tablo 7. Maküla kalınlık parametrelerinin erkek ve kadın olgularda karşılaştırılması (Bağımsız gruplar t-testi) (n=203)

Değişken		Ortalama±SS		P değeri
		Erkek (77)	Kadın (126)	
Bağımsız değişkenler	Yaş (yıl)	15.30 ± 8.41	15.32 ± 7.21	0.99
	Refraksiyon (D)	-0.46 ± 1.50	-0.03 ± 0.89	0.03
Kalınlık (µ)	Minimum fovea	163.38 ± 26.91	161.59 ± 19.71	0.61
	Fovea	197.42 ± 24.61	193.23 ± 17.69	0.20
Ortalama retina kalınlığı (µ)	Temporal maküla	265.27 ± 15.52	164.61 ± 14.79	0.76
	Superior maküla	281.71 ± 14.70	278.30 ± 15.63	0.13
	Nazal maküla	277.86 ± 19.00	274.04 ± 17.14	0.14
	İnferior maküla	279.01 ± 16.14	279.53 ± 14.96	0.82
Oran	Superior / Inferior maküla	1.01 ± 0.30	1.00 ± 0.03	0.001
	Temporal / Nazal maküla	0.96 ± 0.04	0.97 ± 0.05	0.09
Hacim (mm ³)	Toplam maküla	7.04 ± 0.35	7.08 ± 0.40	0.39

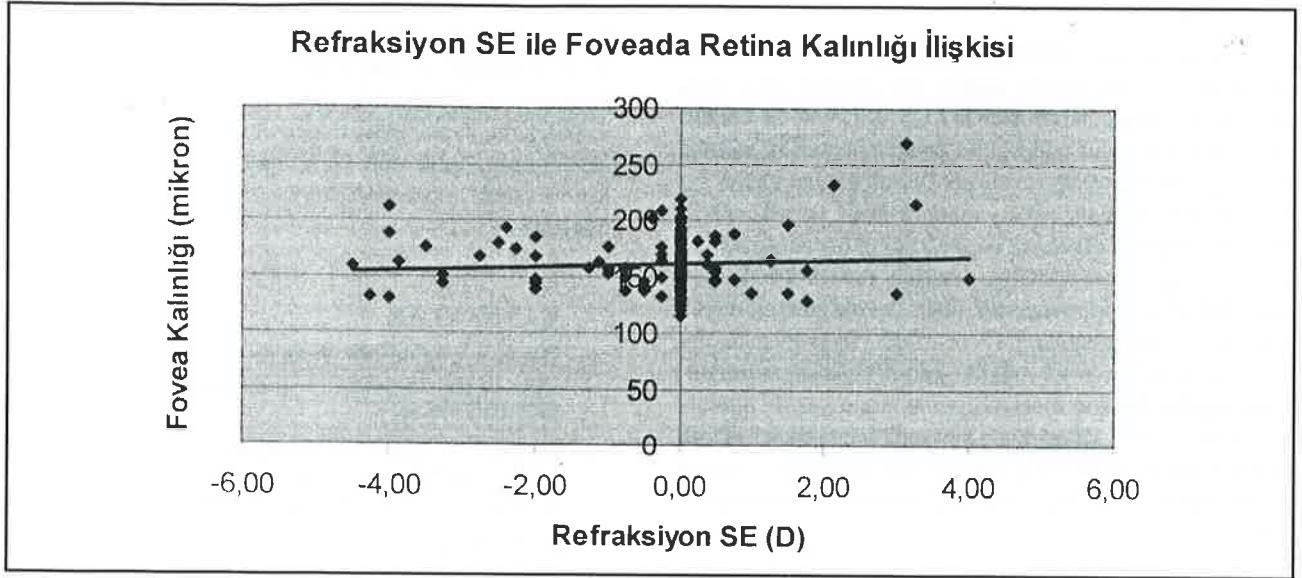
Optik sinir başı kadrana analizinde, çift hörgüç dağılımına (42,43) ve ISNT kuralına uygun olarak, RSLT'nin inferior ve superior kadrana daha kalın olduğunu, nazal ve temporal kadrana ise daha ince olduğunu gözlemledik. Literatürde, ISNT kuralına uygun RSLT dağılımının saptandığı (11, 43), ve saptanmadığı (9, 12, 44) çalışmalar mevcuttur.

Peripapiller RSLT kalınlığının yaşla birlikte azalma gösterdiği, daha önce pek çok çalışmada gösterilmiştir

(11,45,40,41,44). Pediatrik, adolesan ve erken erişkin yaş gruplarını inceleyen bu çalışmada ise, yaş grupları arasında RSLT kalınlığı parametreleri açısından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı. Repka ve Quigley de yaptıkları histolojik çalışmada, yaş ile sinir lifi sayısında değişiklik saptamadıklarını belirtmişlerdir (46).

Çalışmamızda, RSLT parametrelerinin çoğu kadınlarda, erkeklere göre daha kalın olarak saptandı. Schuman ve ark. da erkeklerde kadınlara göre daha ince

Şekil 9. Refraksiyon sferik eşdeğeri ile foveada en ince retina kalınlığı ilişkisi



Tablo 8. Maküla kalınlık parametrelerinin sağ ve sol gözlerde karşılaştırılması (Bağımsız gruplar t-testi) (n=203)

Değişken	Ortalama±SS		P değeri	
	Sağ (102)	Sol (101)		
Bağımsız değişkenler				
Yaş (yıl)	15.30 ± 7.67	15.32 ± 7.70	0.99	
Refraksiyon (D)	-0.21 ± 1.21	-0.18 ± 1.16	0.85	
Kalınlık (µ) Ortalama retina kalınlığı (µ)	Minimum fovea	163.65 ± 24.29	160.88 ± 20.99	0.39
	Fovea	196.29 ± 22.64	193.37 ± 18.45	0.32
Oran	Temporal maküla	262.91 ± 16.05	266.84 ± 13.75	0.06
	Superior maküla	280.25 ± 15.51	278.96 ± 15.20	0.55
	Nazal maküla	280.78 ± 16.51	270.17 ± 17.79	<0.001
	İnferior maküla	280.64 ± 15.82	278.01 ± 14.90	0.23
	Superior / İnferior maküla	1.00 ± 0.03	1.00 ± 0.03	0.28
	Temporal / Nazal maküla	0.94 ± 0.03	0.99 ± 0.04	<0.001
Hacim (mm ³)	Toplam maküla	7.10 ± 0.39	7.03 ± 0.37	0.23

RSLT kalınlığı saptamışlar; fakat istatistiksel olarak anlamlı bir fark gösterememişlerdir (44). Sony ve ark ise, cinsiyetin RSLT parametreleri üzerinde etkisini saptamışlardır (12).

Maküla kalınlığı, retinanın damarsal hastalıklarının erken tanı ve izleminde sıklıkla kullanılmaktadır. Fovea kalınlığı, klinik olarak anlamlı maküla ödeminin önemli bir belirleyicisidir (47). Ayrıca, maküla kalınlığı değişikliklerinin, glokomdaki RSLT yapısı ve görme fonksiyonu değişiklikleri ile ilişkili olduğu gösterilmiştir. OKT'deki maküla hacimlerinin, glokom evresi ile anlamlı derecede ilişkili olduğu belirtilmektedir (6,7).

Maküladaki retina kalınlığının değerlendirilmesi için yaygın olarak kullanılan yarıklı lamba biyomikroskopisi, stereoskopik fundus fotografisi ve fundus fluorescein anjiyografisi teknikleri, semi-kantitatif ve subjektif yorum gerektiren neticeler vermektedir (30). Makülanın yüksek çözünürlükte kesitsel görüntülenmesi, maküla hastalıklarının ayırıcı tanısında olduğu kadar (48), cerrahi tekniğin planlamasında da önemli bilgiler vermektedir.

Çalışmamızda, ortalama en ince fovea kalınlığı 162.27±22.69µ olarak saptanmıştır. Daha önceki benzer çalışmalarda da, bu değer yaklaşık 150µ (10,30), ve ya

yaklaşık 175µ (23,24), 1 çalışmada ise 210µ (40) olarak saptanmıştır.

Varma ve ark., erişkin olgularda yaptıkları normatif veritabanı çalışmalarında, maküla kalınlığının artan yaşla birlikte azaldığı göstermişlerdir (11). Kırk yaş ve üzerindeki olguların dahil edildiği bu çalışmada azalan maküla kalınlığı, artan yaş ile histolojik olarak azalan akson sayısı ile açıklanmıştır. Öte yandan Tewari ve ark, 10-78 yaş arası sağlıklı olguların incelendiği çalışmalarında yaş ile minimum fovea kalınlığı arasında pozitif korelasyon saptadıklarını bildirmişlerdir (10). Bizim çalışmamızda ise, 14-24 yaş grubunda 3-13 ve 25-36 yaş gruplarına göre daha fazla fovea ve maküla kalınlıkları saptanmıştır. Tüm olgular birlikte incelendiğinde, artan yaş ile maküla ve en ince fovea kalınlıkları arasında istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir artış olduğu; yaş ile toplam maküla hacmi arasında ise ilişki olmadığı gözlenmektedir (Şekil 7-9).

Tewari ve ark, refraksiyon ile minimum ve ortalama fovea kalınlığı arasında ilişki olmadığını belirtmişlerdir (10). Bizim sonuçlarımız da minimum ve ortalama fovea kalınlığı açısından benzer olmakla beraber, refraksiyon ile toplam maküla hacmi arasında pozitif korelasyon saptadık.

Yıldırım ve ark, 48 sağlıklı göz üzerinde yaptıkları benzer bir çalışmada, maküla kalınlıkları ve refraksiyon değerleri arasında anlamlı pozitif korelasyon, maküla kalınlıkları ve göz ön-arka eksen uzunlukları arasında ise anlamlı negatif korelasyon olduğunu göstermişlerdir (49). Ortalama yaşları 38.25±11.32 (17-56 arası) olan 48 olgunun dahil edildiği bu çalışmada da, yaş ve maküla kalınlığı arasında korelasyon gösterilememiştir.

Cinsiyet ile maküla ve fovea retina kalınlığı parametreleri arasında ilişki saptanmamıştır. Bu bulgu, literatürdeki diğer çalışmalarla uyumludur (10,11).

Çalışmamızda önemli RSLT ve maküla kalınlık parametreleri açısından, sağ ve sol gözler arasında anlamlı fark saptanmamıştır. Bu bulgu da, literatürdeki diğer çalışmalarla uyumludur (50).

Bizim sonuçlarımız, bugüne kadar yayınlanmış diğer bazı çalışmalardan farklılıklar göstermektedir. Bu farklılıklar, incelenen olgu grubunun etnik özellikleri ile, yaş grubu ile, ölçümde kullanılan cihazın teknik özellikleri ve kullanılan analiz protokolleri ile açıklanabilir. Ayrıca bu farklılıklar, klinik tanı ve takipte göz önüne bulundurulacak değerlerin, o topluma ait normatif veritabanına ait olması gerekliliğini düşündürmektedir. Uluslararası literatürdeki yayımların birbiriyle kıyaslanması sırasında da, her toplumun kendi normatif veritabanı göz önünde bulundurulmalıdır.

Sonuç olarak, bu çalışma sağlıklı Türk gözlerinde OKT ile ölçülen RSLT kalınlığı için bir normatif veritabanı sağlamaktadır. Sağlıklı gözlerde optik sinir başı RSLT kalınlığı ve makülada retina kalınlığı değerlerinin kantitatif olarak belirlenmesi ve yapısal değişkenlerle ilişkilerinin saptanması değerli bir bilgi sağlamaktadır. Bu bilginin, optik sinir ve retina hastalıklarının tanı, takip ve klinik araştırmalarına katkıda bulunacağını düşünüyoruz.

KAYNAKLAR

1. Sommer A, Miller NR, Pollack J, ve ark: The nerve fiber layer in the diagnosis of glaucoma. Arch Ophthalmol 1977;95:2149-56.
2. Quigley HA, Miller NR, George T: Clinical evaluation of nerve fibre layer as an indicator of glaucomatous optic nerve damage. Arch Ophthalmol 1980;98:1504-71.
3. Repka M, Quigley HA: The effect of age on normal human optic nerve fibre number and diameter. Ophthalmology 1989;96:26-32.
4. Hof ST, Greenfield DS, Mistlberger A, ve ark. Optical coherence tomography and scanning laser polarimetry in normal, ocular hypertensive, and glaucomatous eyes. Am J Ophthalmol 2000;129:129-35.
5. Parisi V, Mani G, Gandolfi SA, ve ark. Visual function correlates with nerve fiber layer thickness in eyes affected by ocular hypertension. Invest Ophthalmol Vis Sci 1999;40:1828-33.
6. Greenfield DS, Bagga H, Knighton RW. Macular thickness changes in glaucomatous optic neuropathy detected by optical coherence tomography. Arch Ophthalmol 2003;121:41-6.
7. Giovannini A, Amato G, Mariotti C. The macular thickness and volume in glaucoma: An analysis in normal and glaucomatous eyes using OCT. Acta Ophthalmol Scand Suppl 2002;236:34-6.
8. Podoleanu AG. Optical coherence tomography. Br J Radiol 2005;78:976-88.
9. Huynh SC, Wang XY, Rochchina E, ve ark. Peripapillary retinal nerve fiber layer thickness in a population of 6-year-old children. Ophthalmology 2006;113(9):1583-92.
10. Tewari Hem K, Wagh Vijay B, Sony P, ve ark. Macular thickness evaluation using the optical coherence tomography in normal Indian eyes. Indian Journal Ophthalmol 2004;52(3):199-204.
11. Varma R, Bazzaz S, Lai M. Optical Tomography-Measured Retinal Nerve Fiber Layer Thickness in Normal Latinos. Invest Ophth Vis Sci 2003;44(8):3369-73.
12. Sony P, Sihota R, Tewari Hem K, ve ark. Quantification of retinal nerve fiber layer thickness in normal Indian eyes with optical coherence tomography. Indian Journal Ophthalmol 2004;52(4):303-9.

13. Blumenthal EZ, Williams JM, Weinreb RN, ve ark. Reproducibility of nerve fiber layer measurements by use of optical coherence tomography. *Ophthalmology* 2000;107:2278-82.
14. Baumann M, Gentile RC, Lebmenn JM, ve ark. Reproducibility of retinal thickness measurements in normal eyes using optical coherence tomography. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging* 1998;29:280-85.
15. Toth CA, Narayan DG, Boppart SA, ve ark. A comparison of retinal morphology viewed by optical coherence tomography and by light microscopy. *Arch Ophthalmol* 1997;115:1425-8.
16. Zangwill LM, Bowd C, Bery CC, ve ark. Discriminating between normal and glaucomatous eyes using the Heidelberg Retinal Tomography, GDx nerve fibre analyzer and optical coherence tomography. *Arch Ophthalmol* 2001;119:985-93.
17. Mistlberger A, Liebmann JM, Greenfield DS, ve ark. Heidelberg retina tomography and optical coherence in normal, ocular hypertensive, and glaucomatous eyes. *Ophthalmology* 1999;106:2027-32.
18. Hoh ST, Greenfield DS, Mistlberger A, ve ark. Optical coherence tomography and scanning laser polarimetry in normal, ocular hypertensive, and glaucomatous eyes. *Am J Ophthalmol* 2000;129:120-33.
19. Niessen AG, Van Den Berg TJ, Langerhorst CT, ve ark. Retinal nerve fiber layer assessment by scanning laser polarimetry and standardized photography. *Am J Ophthalmol* 1996;121:484-93.
20. Mikelberg FS, Wijsman K, Schulzer M. Reproducibility of topographic parameters obtained with the Heidelberg retinal tomography. *J Glaucoma* 1993;2:101-3.
21. Hee MR, Izatt JA, Swanson EA, ve ark. Optical coherence tomography of the human retina. *Arch Ophthalmol* 1995;113:325-32.
22. Huang D, Swanson EA, Lin CP, ve ark. Optical coherence tomography. *Science* 1991;254:1178-81.
23. Massin P, Vicaud E, Haouchine B, ve ark. Reproducibility of retinal mapping using optical coherence tomography. *Arch Ophthalmol* 2001; 119:1135-42.
24. Muscat S, Parks S, Kemp E, ve ark. Repeatability and reproducibility of macular thickness measurements with Humphrey OCT system. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2002;43:490-5.
25. Toth CA, Bringruber R, Boppart SA, ve ark. Argon laser retinal lesions evaluation in vivo by optical coherence tomography. *Am J Ophthalmol* 1997;123:188-98.
26. Bowd CA, Zangwill LM, Berry CC, ve ark. Detecting early glaucoma by assessment of retinal nerve fiber layer thickness and visual function. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2001;42:1993-2003.
27. Greaney MJ, Hoffman DC, Garway-Heath DF, ve ark. Comparison of optic nerve imaging methods to distinguish normal eyes from those with glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2002;43:140-5.
28. Greenfield DS, Huang XR, Knighton RW. Effect of polarization axis on assessment of retinal nerve fiber layer thickness by scanning laser polarimetry. *Am J Ophthalmol* 2000;129:715-22.
29. Huang D, Swanson EA, Lin CP, ve ark. Optical coherence tomography. *Science* 1991;254:1178-81.
30. Schuman JS, Pedut-Kloizmen T, Hertzmark E, ve ark. Reproducibility of nerve fiber layer thickness measurements using optical coherence tomography. *Ophthalmology* 1996;103:1889-98.
31. Bowd C, Zangwill LM, Blumenthal EZ, ve ark. Imaging of the optic disc and retinal nerve fiber layer: the effects of age, optic disc area, refractive error, and gender. *J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis* 2002;19:197-207.
32. Jonas JB, Gusek GC, Naumann GO. Optic disc, cup and neuroretinal rim size, configuration and correlations in normal eyes. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1998;29:1151-8.
33. Savini G, Zanini M, Carelli V, ve ark. Correlation between retinal nerve fibre layer thickness and optic nerve head size: an optical coherence tomography study. *Br J Ophthalmol* 2005;89:489-92.
34. Carpineto P, Ciancaglini M, Aharrh-Gnama, ve ark. Custom measurement of retinal nerve fiber layer thickness using STRATUS OCT in normal eyes. *Eur J Ophthalmol* 2005;15:360-6.
35. Jonas JB, Schmidt AM, Muller-Bergh JA, ve ark. Human optic nerve fiber count and optic disc size. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1992;33:2012-8.
36. Bayraktar S, Bayraktar Z, Yilmaz OF. Influence of scan radius correction for ocular magnification and relationship between scan radius with retinal nerve fiber layer thickness measured by optical coherence tomography. *J Glaucoma* 2001;10:163-9.
37. Quigley HA, Brown AE, Morrison JD, ve ark. The size and shape of the optic disc in normal human eyes. *Arch Ophthalmol* 1990;108:51-7.
38. Poinosawmy D, Fontana L, Wu JX, ve ark. Variation of nerve fibre layer thickness measurements with age and ethnicity by scanning laser polarimetry. *Br J Ophthalmol* 1997;81:350-4.
39. Lou R, Ge J, Liu X, ve ark. A quantitative measurement of retinal nerve fiber layer thickness by optical coherence tomography in normal Chinese people. *Yan Ke Xue Bao* 1998;14:207-9.
40. Guedes V, Schuman JS, Hertzmerk E, ve ark. Optical coherence tomography measurement of macular and nerve fiber layer thickness in normal and glaucomatous eyes. *Ophthalmology* 2003;110:177-89.
41. Carpineto P, Ciancaglini M, Zuppari E, ve ark. Reliability of retinal nerve fibre layer thickness measurements using optical coherence tomography in normal and glaucomatous eyes. *Ophthalmology* 2003;110:190-5.
42. Caprioli J. The contour of the juxta-papillary nerve fibre layer in glaucoma. *Ophthalmology* 1990;97:358-65.

43. Varma R, Skaf M, Baron E. Retinal nerve fibre layer thickness in normal human eyes. *Ophthalmology* 1998;103:2114-9.
44. Schuman JS, Hee MR, Puliafito CA, ve ark. Quantification of nerve fibre layer thickness measured by optical coherence tomography. *Arch Ophthalmol* 1995;113:586-96.
45. Patker HM, Schuman JS, Hertzmerck E. Optical coherence tomography of the retinal-nerve fiber layer, with comparison to Heidelberg retinal tomography optic nerve head measurements, in normal and glaucomatous human eyes. In Lemji Hg, Schuman JS, editors. *The Shape of Glaucoma. Quantitative Neural Imaging Techniques*. The Hague: Kugler Publications, 2000; pp149-84.
46. Repka MX, Quigley HA. The effect of age on normal human optic nerve fiber number and diameter. *Ophthalmology* 1989;96:26-31.
47. Sanchez-Tocino H, Alvarez-Vidal A, Maldonado MJ, ve ark. Retinal thickness study with optical coherence tomography in patients with diabetes. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2002;43:1588-94.
48. Batoğlu F. Makula hastalıklarında optik koherens tomografi. *MN-Oftalmoloji Dergisi* 2001;8(1):4-9.
49. Yıldırım R, Uzun A, Üstündağ C, ve ark. Normal gözlerde maküla kalınlığı. *MN-Oftalmoloji Dergisi* 2004;11(1):44-6.
50. Maasin P, Erginay A, Haouchine B, ve ark. Retinal thickness in healthy and diabetic subjects measured using optical coherence tomography mapping software. *Eur J Ophthalmol* 2002;12:102-8.