

1. GİRİŞ

Optik sinir, santral sinir sisteminin bir parçası olup, 1.2 milyon sinir lifinin birleşmesinden oluşmaktadır.(1) Optik disk (OD) ise optik sinirin intraoküler parçasıdır ve gözdeki muayenesinde değerlendirilebilen bölümüdür. Optik diskte yapısal veya bazı hastalıklara bağlı olarak değişiklikler görülebilir. Konjenital anomaliler, intrakraniyal hastalıklar, inflamatuvar, toksik ve iskemik optik nöropatiler, travma ve glokom OD’te değişiklik oluşturabilir.(1) OD’in özelliklerinin ve değişik varyasyonların bilinmesi tanı koydurucu olması nedeniyle önemlidir. Özellikle glokomun tipik OD değişikliklerine sahip olması ve erken tanı ve tedavinin körlüğü önleyebilmesi nedeniyle, bu grup hastada OD bulguları daha fazla önem kazanmaktadır.(2-4) Glokom, tüm dünyada körlüklerin en önemli ikinci nedenidir. Prevalansı farklı ülkelerde farklı olmasıyla birlikte %1.1 ila %2.1 civarındadır.(5) Erken glokomda, OD’te anatomik değişiklikler görme alanı değişikliklerinden daha önce oluşabilmektedir.(6) Önemli bulgular arasında retina sinir lifinde lokalize veya yaygın defektler, artmış C/D oranı, nöroretinal kenar incilmesi, β atrofi, çentiklenme ve OD başında hemoraji olmasıdır.(2, 7)

OD’i değerlendirmek için birçok yöntem bulunmaktadır. Bunlar; oftalmoskopik muayene, dijitalize planimetri, stereoskopik OD fotoğrafı, imaj analizörleri, konfokal tarayıcı lazer oftalmoskopi (HRT), optik koherens tomografi (OCT), tarayıcı lazer polarimetri (GDx) ve postmortem değerlendirmeleri içermektedir. Fakat bütün ölçüm metodları birbirinden farklı sonuçlar verdiği için birbiri yerine kullanılmamaktadır.(8-10)

Optik diskte ortaya çıkan patolojik değişiklikleri sağlıklı kişilerde mevcut olan normal yapısal değişikliklerden ayırt edebilmek için bir popülasyondaki normal varyasyonların çok iyi bilinmesi gerekmektedir. Çünkü popülasyondaki normal disk parametreleri, yaş, ırk, refraksiyon, ölçüm yöntemleri ve ölçümü yapan kişiye göre değişiklik göstermektedir.(1) Ülkemizde normal kişilerde OD parametrelerinin dağılımı, normal varyasyonlar ve bu parametrelerinin oküler, sistemik ve demografik faktörlerle ilişkisini inceleyen geniş kapsamlı çalışma bulunmamaktadır. Çalışmamızda Eskişehir bölgesinde yaşayan 40 yaş üzerindeki bireylerin OD parametrelerinin ve varyasyonlarının tanımlanması ve bu parametrelerin oküler,

demografik, sistemik faktörlerle ilişkisini ortaya koyarak ülkemiz için bu konuda ilk kez normal veri elde edilmesi çalışılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

Optik disk, optik sinirin göz muayenesinde görülebilen göziçi parçasıdır. Retina sinir lifi tabakasının uzantılarından oluşan diskin özgün görünümü normal popülasyonda kişiden kişiye farklılık gösterebilir. Bunun yanı sıra disk parametreleri ölçüm tekniklerine ve değerlendiren kişiye bağlı olarak da farklılık oluşabilmektedir. Bu nedenle yapılan birçok popülasyon çalışmasında OD parametrelerinin normal aralıkları belirlenmeye çalışılmıştır.(11-15)

2.1. Optik Sinirin Embriyolojisi ve Anatomisi

Embriyoloji: Optik sinir birinci ayda birinci optik vezikül ile beyin arasında kısa bir uzantı olup optik sinirin ilk taslağını oluşturur. İkinci optik vezikül oluşuktan sonra retinanın gangliyon hücrelerinden gelen sinir lifleri optik sinirin ikinci taslağını doldurmaya başlar. İkinci ayın sonunda sinir liflerinin tümü optik sinir taslağı içine yerleşmiştir ve hyaloid arteri çevrelemektedir. Üçüncü ve altıncı ay arasında çevredeki nöral krest hücrelerinden piya, dura ve araknoid kılıfı oluşur. Optik sinir liflerinin miyelinizasyonu yedinci ayda beyinde başlar ve doğumdan sonra birinci ayda lamina kribrozada sonlanır. Nadiren miyelinizasyon retinadaki sinir liflerine kadar uzanır ve muayenede retinada beyaz plaklar şeklinde gözlenir.(5)

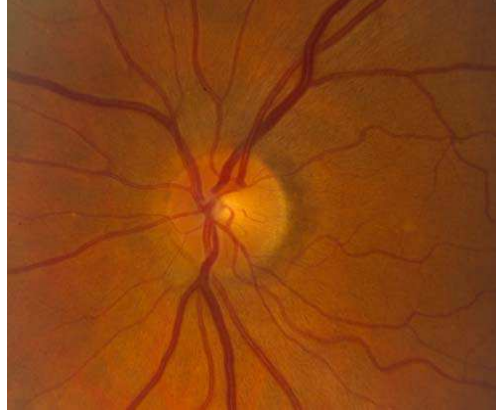
Anatomi: Normal optik sinir (OS), retina gangliyon hücre aksonlarından oluşmaktadır. Bu aksonlar retinanın iç tabakasında bulunmaktadır. (Şekil 2.1) Üst ve alt retina yarısından OS'e uzanan lifler ortadaki horizontal çizgide çaprazlaşmamaktadır, horizontal rafe üst ve alt retinal lifleri birbirinden ayırmaktadır. Maküler lifler horizontal olarak OS'e uzanarak papilomaküler demeti oluşturur ve OS'e temporalden girer. Retinanın en periferindeki lifler OS'in en periferinde yer almaktadır. Nöroretinal kenarda sinir dağılımı eşit değildir, üst ve altta en kalın, temporal ve nazalde en incedir.(1)

OS, yaklaşık 5 cm uzunluktadır ve optik kiazmada sonlanmaktadır. OS dört anatomik parçaya ayrılmaktadır:

- intraoküler kısım (diğer adıyla optik disk, 1mm uzunluğunda)
- intraorbital kısım (25mm uzunluğunda)
- intrakanaliküler kısım (optik kanal içerisinde, 9mm uzunluğunda)

- intrakraniyal kısım (16mm)

OD prelaminar, laminar ve retrolaminar olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır. OS intraoküler kısım dışında miyelinle çevrili olup intraoküler kısım miyelinsizdir, ancak toplumda %1 oranında miyelinli sinir lifi gözlemlenebilir.(1)



Şekil 2.1. Optik Sinirin Gözdibi Muayenesindeki Görünümü

2.2. Optik Disk Morfolojisi

OD Boyutları: Retina gangliyon sinir lifleri OD'yi destekleyen skleral halka olan lamina kribrozanın 200-300 deliğinden geçerek OS'i oluşturur.(5) OD hafif vertikal oval şekle sahiptir, vertikal çapı horizontal çaptan yaklaşık %7-10 daha uzundur. OD ortalama 1mm uzunluğundadır, 1.5 mm horizontal ve 1.8 mm vertikal çapa sahiptir. Miyopik gözlerde OD, diğer gözlere göre daha oval ve uzun olup genellikle oblik şekillidir. Bu durum, miyopik gözlerin bazı meridyenlere daha fazla traksiyon yapmasından kaynaklanıyor olabilir. Ortalama OD alanı 1.8 mm² olmakla birlikte farklı çalışmaların sonucuna göre 0.8 mm² ila 6.0 mm² arasında değişmektedir.(12, 15) Bazı çalışmalarda OD boyutlarının cinsiyetten etkilenmediği belirtilse de diğer çalışmalarda ortalama disk alanının erkeklerde daha fazla olduğu saptanmıştır.(11-14) Ayrıca beyaz ırkta OD'in siyah ırka göre daha küçük olduğu bulunmuştur. Optik disk boyutları kullanılan ölçüm cihazına bağlı olarak da farklılık gösterebilir.(12, 16-18)

Çukurluk (cup): optik sinir başının tam ortasında yer alan, nöral disk dokusunun bulunmadığı, soluk renkli bir çöküntüdür. Çukurluğun soluk rengi, lamina kribrozanın açığa çıkması ile glia dokusunun kaybından ileri gelmektedir.(19)

Çukurluk sınırları damar kıvrım yerlerine göre belirlenir. Çukurluk alanı her olguda değişken olmakla birlikte 0.0 ila 3.4 arasında değişmektedir.(20-21) Normal gözlerde çukurluk ve disk boyutları birbiri ile korelasyon gösterir. OD ne kadar büyükse optik çukurluk da o kadar büyüktür, disk küçüldükçe çukurluk da küçülmektedir. Çok küçük disklerde çukurluk genellikle oluşmamaktadır. Normal gözlerde çukurluğun horizontal çapı vertikal çapından %8 daha uzundur. Bu nedenledir ki nöroretinal kenarın üst ve alt bölgesi en kalındır. Glokomda çukurluk boyutları ve derinliği belirgin artış gösterir, diğer nedenlere bağlı OS hasarında ise çukurluk boyutlarında belirgin değişiklik oluşmaz.(12) Uchida H. ve ark'ı, çukurluk şeklindeki değişikliklerin, glokoma bağlı hasarı saptamada en hassas bulgu olduğunu ileri sürmüşlerdir.(22) Nönglokomatöz optik sinir hasarında ise çukurluk boyutlarında anlamlı değişiklik görülmemektedir.(12)

Nöroretinal Kenar (Rim): Nöroretinal kenar, çukurluk dışında kalan ve retina sinir liflerini içeren OD bölgesidir. Normal boyutları 0.8 ila 4.6 mm² arasında değişmektedir.(20-21) Nöroretinal kenar normal gözlerde karakteristik görünüme sahiptir. Normal OD'in vertikal çapta oval, çukurluğun horizontal çapta oval olmasından dolayı nöroretinal kenarda **İSNT** kuralı oluşmaktadır. Bu durumda kenar kalınlığı altta (**İnferior**) en geniş, sonra sırasıyla üstte (**Superior**), **Nazalde** ve **Temporalde** giderek incelmektedir.(12, 16, 23) Glokomda, hastalığın evresine göre nöroretinal kenarda incelme oluşmaktadır. Orta evreli glokomda kenar kaybı üst temporal ve alt temporalde en fazladır, daha ileri glokom evresinde ise temporaldeki kayıp belirginleşmektedir. Son evre glokomda ise sadece nazalde kenar kalıntıları görülmektedir. Glokoma bağlı olmayan optik nöropatilerde ise belirgin kenar kaybı görülmemektedir. Nöroretinal kenarda solukluk olması optik sinir hasarının bir göstergesidir.(12, 16)

Çukurluk/Disk Oranı: Çukurluğun çapı, diskin hem dikey hem de yatay meridyenlerindeki çapının içinde işgal ettiği oran olarak ifade edilir.(19) Çukurluk alanının tüm disk alanına bölünmesiyle çukurluk/disk oranı elde edilmektedir. Çukurluk/Disk (C/D) oranı normal popülasyonda değişiklik göstermekle birlikte ortalama 0.25'tir. Fakat %2.5 oranında 0.6 ve üzerinde olabilmektedir.(24) Çukurluğun vertikal ve/veya horizontal boyutunun diskin boyutuna bölünmesiyle vertikal ve /veya horizontal c/d oranı elde edilebilir. Normal gözlerde horizontal c/d

oranı vertikalden daha büyüktür.(12, 21) Glokomda ise vertikal c/d oranı horizontalden daha fazla artar, bu nedenle glokom tanısında vertikal c/d oranı daha fazla önem kazanmaktadır.(25) Küçük optik disklerde c/d oranı küçük, büyük disklerde ise büyüktür. Yani yüksek c/d oranı büyük diske sahip kişilerde fizyolojik olabilir. Çukurluk/disk oranı, fundus kameraların büyütme faktöründen etkilenmez bu nedenle değerlendirme sırasında düzeltme yapılması gerekmemektedir.(12)

2.3. Optik Diskte Görülebilen Patolojik Durumlar

OD kanamaları: Bazı olgularda OD başında mum alevi kanamalar saptanabilmektedir. Normal gözlerde çok nadir görülmesine rağmen glokomlu olgularda %4-7 oranında görülür.(12) Daha çok normal basınçlı glokomda görülmekle birlikte her tip glokomda rastlanabilmektedir.(16, 26) Kanamalar genellikle üst temporal veya alt temporalde yerleşmektedir ve lokalize retina sinir lifi kaybı ile ilişkilidir.(12) Kanamalar disk üzerinde veya hemen yanında bulunabilir. Damarlara yakın olmaları görünmelerini zorlaştırmaktadır. İlk kanamadan yaklaşık iki ay sonra lokalize sinir lifi kaybı ve görme alanı defekti gelişebilmektedir. Kanamalar tekrarlanabilmekte ve bu da glokomlu olgularda daha hızlı optik sinir hasarını destekleyebilmektedir.(16, 26)

Peripapiller Atrofi: OD çevresindeki koryoretinal atrofi ikiye bölünmektedir: içte optik diske yakın beta zon ve dışta alfa zon bulunur. α zon, düzensiz hiper- veya hipopigmentasyon ve koryoretinal incelme ile karakterizedir. β zon, retina pigment epitelinde ve koryokapillariste belirgin atrofi, koroidal damarlarda ve sklerada belirginleşme ile karakterizedir. Normal kişilerde her iki zon en sık OD'in temporalinde görülür, bunu alt ve üst temporal bölge izler. Nazalde ise en az sıklıkta ve en az miktarda bulunur.(12, 27-28) α atrofi, β atrofiden daha sık görülmektedir. α atrofi patolojik sayılmamaktadır, oysa β atrofi glokom için risk faktörüdür. Sinir lifi kaybı arttıkça peripapiller atrofisinin genişlediği gözlenmiştir. α ve β atrofisinin miyopik skleral kresentten ve tilted (eğri) diskte görülen alt skleral kresentten ayırd edilmesi gerekir.(12, 16, 28) Küçük OD'lerde peripapiller atrofisinin glokom tanısında c/d oranından daha duyarlı olduğu ileri sürülmüştür. Buna karşın glokomla ilişkili olmayan optik sinir hastalıklarında peripapiller atrofi genişleme göstermez.(16)

Miyelinli sinir lifi: Retinada, OD'e bitişik veya ayrı, gri-beyaz çizgili yamalar şeklinde görülür ve sinir lifi dağılımı ile aynı konfigürasyona sahiptir. Normal şartlarda lamina kribrosada biten miyelin kılıfı bu olgularda retinal sinir liflerine kadar uzanım göstermektedir. Makülayı etkilemediği sürece asemptomatik seyrederek ve çoğunlukla göz muayenesinde tesadüfen saptanır. Nadiren miyopi, şaşılık, iskelet deformiteleri, Gorlin sendromu ve nörofibromatozis ile birlikte görülebilir.

2.4. Optik Disk ve Hastalık İlişkisi

OD incelemesi bazı hastalıklar için destekleyici tanısal bulguların saptanmasını sağlayabilir. Optik diskte görmeyi ve/veya hayatı tehdit edebilen birçok sistemik, intraorbital veya intrakraniyal patolojilerle ilgili çeşitli bulgular gözlenebilir. Konjenital disk anomalilerinde OD değişiklikleri doğumdan itibaren mevcuttur. OD hipoplazisinde küçük disk boyutları ve azalmış sinir lifi dikkati çeker. Morning glory anomalisinde ise disk kabarık görünümde olup, diskin önünde glial doku mevcuttur ve retinal damarlar diskin kenarından çıkar. OD kolobomunda ise embriyonik fissürün tam kapanmamasına bağlı olarak diskin bir kısmı oluşmamıştır. Optik sinirin kenarında krater benzeri oluşum ise pit olarak adlandırılır ve seröz retina dekolmanına neden olarak görmeyi tehdit edebilir.(1) Miyelinli sinir lifleri normal popülasyonda görülebilmemesine rağmen makülayı da içine alan miyelinizasyon az görmeyi açıklayabilir. OD sınırlarının silinmesi ve kabarıklığı intrakraniyal basınç artışına neden olabilecek patolojilerin ekarte edilmesini gerektirir. Ayrıca OS'in iskemik ve enflamatuvar hastalıklarında da erken dönemde OD ödemi görülebilir. Yüksek hipermetropiye bağlı kalabalık disk, miyelinli sinir lifleri ve gömülmüş drusen, papilödem ile karışabilir. Dikkatli muayene gereksiz tetkiklerin yapılmasını önleyebilir. OD solukluğu, OS hastalıklarının sıklıkla geç dönem bulgusudur.(7) Ambliyopik gözlerde optik sinir boyutlarının normal olgulara kıyasla daha küçük olduğu belirtilmiştir. Bu olgularda az görmenin diğer faktörlere ek olarak OD boyutlarının küçük olmasından kaynaklanabileceği ileri sürülmüştür.(29-30) Tilted (eğri) diskler üst temporal bölgenin kabarıklığı ve alt nazal liflerin arkaya doğru çökmesiyle karakterizedir. Görme alanı defektlerine neden olabilir ve santral sinir sistemine bağlı patolojilerle karışabilir. Glokomlu olgularda da OD incelemesinin

tanısal önemi vardır. Glokomun erken tanı ve tedavisi körlüğü önleyebileceğinden ve glokom tanısında OD değişikliklerinin büyük rolü olduğundan dolayı, her olguda OD incelemesi büyük önem arz etmektedir. Retina sinir lifinde lokalize veya yaygın defektler, artmış C/D oranı, nöroretinal kenar incelmeleri, β atrofi, çentiklenme ve OD başında hemoraji glokomda tanıyı destekleyen bulgulardır.(2, 7) Artmış çukurluk oranı glokomu desteklemekle birlikte patognomonik değildir. Geniş çukurluk, ön iskemik optik nöropati, kompresif nöropati, otozomal dominant optik atrofi ve Leber'in herediter optik nöropatisinde de görülebilir.(7) OD boyutları, iskemik optik nöropati gelişimi için risk faktörü oluşturmaktadır. Küçük disklerde nöropati gelişme riski daha fazladır.(17, 31) OD kenarında çizgisel kanama normal popülasyonda çok nadir olup glokomlu olgularda daha sık rastlanmaktadır, bu nedenle varlığında ileri tetkiklerin yapılması gerekmektedir.(1)

2.5. Optik Disk Değerlendirme Yöntemleri

Glokom tanısında ve progresyonun değerlendirilmesinde OD incelemesi ve değişikliklerin saptanması çok önemlidir. OD yapısını değerlendirmek için birçok yöntem mevcuttur. Bunlar; oftalmoskopik muayene, dijitalize planimetri, stereoskopik OD fotoğrafı, imaj analizörleri, konfokal tarayıcı lazer oftalmoskopi (HRT), optik koherens tomografi (OCT), tarayıcı lazer polarimetri (GDx) ve postmortem değerlendirmedir. Her ne kadar son zamanlarda hızlı gelişen teknoloji, tanı ve takipleri kolaylaştırırsa da hekimin bu teknolojiyi kendi güvendiği muayene bulgularına ek olarak kullanması ve tek tetkik yöntemi ile sınırlı kalmaması önerilmektedir.(2)

Oftalmoskopik muayene: İlk olarak 1850 yılında Helmholtz tarafından bulunan en basit ve hızlı yöntemlerden biridir.(1) OD görünümü, çentiklenme, kenarda incelmeler, çukurluk boyutları ve derinliği, damar yapısı incelenebilir. Direkt oftalmoskop, taşınabilir bir alet olup iki boyutlu olarak retinanın incelenmesine olanak verir. Görüntüyü normal gözde 15 kat büyütürerek OD'in kolaylıkla incelenmesini sağlar. İndirekt oftalmoskop ise binoküler olarak kullanıldığı için derinlik algılaması daha kolaydır. İndirekt oftalmoskopla göz dibinde daha geniş alanı görmek mümkündür, fakat görüntü terstir ve OD, direkt oftalmoskopta olduğundan daha küçük görünür, ince detayları değerlendirmek zorlaşır.(1) Biyomikroskop,

gözün tüm dokularının ayrıntılı muayenesine ve göziçi basıncının ölçümüne olanak tanıyan ve oftalmoloji pratiğinde en çok kullanılan alettir. OD boyutunun hızlı ölçümü yapılabilir. Biyomikroskopta ışık boyutu OD boyutuna ayarlanarak ölçüm skalasındaki değer alınır ve daha sonra bu değer kullanılan lensin düzeltme faktörü ile çarpılır. Farklı diyoptrilerdeki lenslerin düzeltme faktörleri farklıdır: +60D lens için 1.0, +78D için 1.1, ve +90D lens için bulunan değer 1.3 ile çarpılmalıdır.(16) Horizontal ve vertikal çap ölçüldükten sonra OD alanı elips alanı formülü yardımıyla hesaplanır: alan = $\pi r / 4$ x horizontal çap x vertikal çap. Çukurluk sınırları damarların eğiminden bulunabilir.(12, 32) Fakat OD görünümü çok çeşitlilik gösterdiği ve normal veriler geniş aralıkta dağıldığı için hekimler arasındaki değerlendirme, hatta aynı hekimin olguyu farklı zamanlarda değerlendirmesi belirgin farklılık gösterebilmektedir.

Stereoskopik optik disk fotoğrafı: İlk fotoğraf, Nicephore Niepce tarafından cam zemin üzerinde 1826'da oluşturulmuş. Fundus fotoğrafı ilk olarak 1887'de Howe tarafından çekilmeye çalışılmış fakat yetersiz illuminasyon, göz hareketlerine bağımlılık ve uzun çekim süresi ciddi engeller oluşturmuş. Teknik gelişmeler sonucunda 1909'da Thorner tarafından ilk stereoskopik fundus fotoğrafı tanımlanmış, fakat ilk çekim 1930'da yapılmış.(1) Günümüzde stereoskopik fundus fotoğrafı çekimi, OD'i incelemek için kullanılan en yaygın ve ucuz yöntemdir. Çekimde ardışık ve simultane olan iki yöntem kullanılmaktadır. Ardışık yöntemde hasta hep aynı noktaya bakar, kameranın çekim açısı ise değişir. Simültane yöntemde ise özel bir stereokamera aynı anda çekilen iki ayrı fundus fotoğrafını 35 mm film çerçevesi içine ikiye bölünmüş şekilde kaydeder. Çekilen bu fotoğraflar özel stereoskopik gözlük yardımıyla değerlendirilir. Stereofotogrammetri ile bu fotoğraflarda derinlik ölçümü yapılabilmektedir. Bunun için bazı noktaların deneyimli kişi tarafından işaretlenmesi gerekmektedir.(33)

Dijitalize planimetri: Stereoskopik yöntemle elde edilen görüntüler, rakamların olduğu bir tablo üzerine yansıtılmakta ve bir bilgisayar aracılığıyla milimetrekare cinsinden alan ölçümlerinin yapılmaktadır. Sonuçların tekrarlanabilirliği, fotoğraf kalitesine bağlı olduğu için kullanımı sınırlıdır.(33) Normal disk parametreleri kullanılan aletin büyütme faktöründen, gözün optiğe olan

mesafeden, gözün aks uzunluğundan, refraksiyon derecesinden ve keratometriden etkilenebilir.(34)

İmaj analizörleri: Otomatik aletler olup standart fundus kamera optiklerini kullanmaktadırlar. Diskin boyutları, çukurluğu, kenar alanı ve diğer parametrelerin ölçümleri yapılabilmektedir. Bütün imaj analizörlerinde imaj toplama aleti, analiz istasyonu ve depolama birimi olmak üzere üç ortak özellik bulunmaktadır. Verilerin kalitesi görüntü kalitesine bağlıdır. Topcon IMAGnet, Rodenstock optik sinir başı analizörü, lazer tarayıcı oftalmoskoplar bu grupta sayılabilir.(33)

Konfokal tarayıcı lazer oftalmoskop: (KTLO) KTLO görüntüleme cihazı Heidelberg Retina Tomograph'tır (HRT). 670 nm diod lazer retinaya gönderilir ve retinadan yansıyan ışınlar detektör ile algılanarak iki boyutlu (x-y eksen) görüntü oluşturur. Birbirini izleyen doku derinlikleri taranarak elde edilen kesitler üst üste getirilir ve böylece optik sinir başının ve retinanın üç boyutlu görüntüsü elde edilir. Oluşan OD sınırları kullanıcı tarafından çizilir. Bu yöntemle OD boyutları, c/d oranı, çukurluk ve kenar boyutları ve sinir lifi tabakası kalınlığı ölçülebilir. Kullanımının kolay, tekrarlanabilirliği yüksek ve çekimin kısa sürmesi gibi avantajlarının yanında ortam opasitesinden etkilenmesi, gözün fiksasyonunu gerektirmesi, yeterli veritabanının bulunmaması ve referans planı gerektirmesi dezavantajlarını oluşturur. Ayrıca optik diskin büyüklüğü sonuçları etkiler. Çok küçük ve çok büyük disklerde güvenilirliği azalmaktadır.(35-36) Son geliştirilen HRT3 ile önceki HRT'lerin yetersizlikleri giderilmeye çalışılmıştır. HRT3'te daha geniş normatif veritabanı mevcuttur. Yeni sınıflandırma sistemi (Glaucoma Probability Score (GPS)) dahil edilmiştir. Ayrıca OD sınırlarının çizilmesi gerekmemektedir, böylece kullanıcının OD parametreleri üzerine etkisi azaltılmıştır.(37) HRT ile ölçülen OD kenar alanının, planimetrik ölçümlere göre daha büyük olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur. En önemli nedeninin, HRT'nin diskin santral damarlarını da kenarın hesabına kattığı düşünülmektedir. Diğer nedeni ise, OD sınırlarının manuel olarak çizilmesi gerektiği ve bunun da hataya neden olabileceğidir.(35)

Optik Koherens Tomografi (OKT): OKT daha çok retina ve makula görüntülemesi için kullanılan noninvazif ve nonkontakt yeni bir görüntüleme yöntemidir. Cihazda 850 nm dalga boyunda diod lazer kullanılır.(1) Eski modeller (OKT 1 ve OKT 2) 12-15 µm'lik rezolusyona sahipti. Sonra geliştirilen Stratus

OKT'de, dört kat daha hızlı çekim kapasitesi ve 10 µm'lik rezolasyon özelliği mevcut. 1.3 saniyede 512 adet kesit alabilmektedir. Son üretilen spektral OKT ise 4 µm'lik rezolusyona sahip ve bir saniyede 18 000 ila 40 000 kesit alabilmektedir, bu da göz hareketlerinden daha az etkilenmesini ve daha ince ayrıntıyı göstermesini sağlamaktadır. Glokomlu olgularda OKT özellikle retina sinir lifi kalınlığını değerlendirmek için kullanılmaktadır. Fakat glokom progresyonunu saptamak için güvenilirliği net değildir.(38) Ortega ve ark.'ın yaptığı retrospektif bir araştırmada OKT ile optik sinir başı çekiminde %12 oranında yanlış boyut ve alan hesaplamalarına neden olabilecek artefaktlara rastlanmıştır. Bu hatalar dört gruba bölünmüştür: retina vitreus sınırının yanlış tayini, optik sinir sınırının yanlış tayini, vitreus kalınlaşması gibi optik olmayan dokuların kenar hesabına dahil edilmesi, çukurluğu küçük olan veya olmayan küçük disklerde kenarın sıfır olarak hesaplanması. Glokomda OD değerlendirilirken bu tür hatalar göz önünde bulundurulmalıdır.(39)

Tarayıcı lazer polarimetre (GDx): Retina sinir liflerinin birefrinjan olarak kırılmaları ilkesine dayanır. Retinaya 780 nm boyunda polarize diod lazer gönderilir. Gelen polarize ışık, retinanın sinir lifi kalınlığına göre polarizasyon durumunu değiştirmekte ve değişik hızda iki hüzmeye ayırarak geri dönmektedir. İki hüzmeye arasındaki hız farkı ise gecikme olarak polarizasyon detektörü tarafından analiz edilmekte, elektrik sinyalleri dijitalize edilip bilgisayarda depolanmaktadır. Sinir lifi analizi OD etrafındaki 256x256 ayrı noktanın taranması ile gerçekleştirilmektedir. 2mm'lik dilate olmayan pupilden çekim yapılabilir. Fakat kornea ve lensin de birefrinjan özelliği olduğu için ölçümlerde artefaktlar oluşabilmektedir. Son üretilen polarimetre cihazına değişken kornea kompensatörü (GDx VCC) ve güçlendirilmiş kornea kompensatörü (ECC) eklenerek korneadan kaynaklanan hata payları azaltılmıştır. Ölçümler ayrıca, refraksiyon kusurundan, makula sorunlarından, peripapiller atrofiden ve göz hareketlerinden de etkilenmektedir. Tilted diskler, GDx için rölâtif kontraendikasyon oluşturmaktadır. Bu durumda OCT ile ölçümlerin daha güvenilir olduğu görülmüştür. Glokom progresyonunda GDx'in rölü tam olarak bilinmemekle birlikte GDx VCC'in seri analiz altyapısı mevcuttur.(40) Peripapiller atrofiye dikkat edilmezse OD parametreleri yanlış hesaplanabilir. Elle disk sınırları çizilen yöntemlerde atrofi çizilen halkanın dışında kalmalıdır. GDx ile yapılan disk

ölçümlerinde çeşitli boyutlarda halkalar kullanılabilir (küçük, orta ve büyük). Halka peripapiller atrofi üzerine düştüğünde yanlış sonuçlar alınabilmektedir. Kanimatsu S ve ark.'ı peripapiller atrofinin istenmeyen etkilerinden kurtulmak için orta boyutlu halkanın kullanılmasını önermektedirler.(41)

Direkt ölçümler: Gerçek göz kesitlerinde disk ölçümlerinin yapıldığı çalışmalar mevcuttur. Quigley ve ark., ölüm sonrası 1 ila 24 saat içinde elde edilen ve formaldehitte fikse edilen 60 yetişkin gözü incelemiştir. Oküler hastalık hikayeleri olguların ailelerinden alınarak, bilinen göz hastalığı olmayan olgular dahil edilmiştir. Olguların ortalama vertikal disk çapı 1.88 mm, horizontal çap 1.77 mm ölçülmüştür. Siyah ırkta vertikal çap, beyaz ırka göre daha uzun bulunmuştur. Vertikal çap horizontal çapa bölünerek diskin oval olma derecesi kıyaslandığında, siyah ırk ve kadınlarda, beyaz ırka ve erkeklere göre disklerin daha oval olduğu görülmüştür. Gözün aksiyel uzunluğu ile disk çapı arasında ilişki saptanmamıştır.(24)

3. GEREÇ ve YÖNTEM

Çalışma 31 ekim 2006'da 03 sayılı etik kurul kararı alınarak Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı tarafından Eskişehir ili Kaymaz Beldesi, Esentepe, Şirintepe ve Osmangazi Semtlerine bağlı sağlık ocaklarında yapıldı. Bütün olgulara çalışma hakkında bilgi verildikten sonra katılımları için izinleri alındı. Çalışmaya alınan 40 yaş üstünde 5184 olguya ait optik disk fotoğraflarından 3018'inin sağ ve sol optik diskleri planimetrik olarak incelendi.

Olguların özgeçmiş, soygeçmiş, demografik bilgileri ve risk faktörlerini belirlemek için eğitim almış teknisyen tarafından öncelikle anket yapıldı. (bkz. EK 1) Olguların yaşı, cinsiyeti, vücut kitle indeksi (VKİ), sistolik kan basıncı (SKB), diyastolik kan basıncı (DKB), hipertansiyon (HT), diyabet hikayesi, sigara, alkol kullanımı, göz hastalığı, kullandığı ilaçlar ve göz rengi kaydedildi. Hipertansiyon ortalama SKB>140mmHg ve/veya DKB>90mmHg ve/veya antihipertansif ilaç kullanımı olarak tanımlandı.

Anket sonrası göziçi basıncı (GİB) (Tono-pen XL medtronic, Solan, Florida, USA) ve korneal kalınlık (Pacline pakimetri – opticon, Rome, Italy) ölçümleri sarasıyla yapıldı. Göziçi basıncı ve santral kornea kalınlığı (SKK) üç araştırmacı tarafından ayrı ayrı ölçüldü ve değerlendirmeler için bu ölçümlerin ortalaması alındı.

Optik diskleri değerlendirmek için KOWA non midriyatik fundus kamera kullanıldı(Şekil 3.1). Olguların karanlık ortamda midriyatik ajanlar uygulanmadan gözdibi fotoğrafları çekildi. Değerlendirmede 45° ile çekilen fotoğraflar kullanıldı. Fundus kameranın software'nda bulunan bir program yardımıyla OD ve çukurluk sınırları manuel olarak belirlenerek planimetrik ölçümler elde edildi. OD sınırları çizilirken peripapiller atrofi ve skleral halka dışarıda kalacak şekilde ayarlandı, çukurluk sınırları ise solukluğa göre değil, damar traselerine göre ayarlandı. Bilgisayar programında hem disk çevresine hem çukurluk çevresine 12 adet nokta kişisel olarak işaretlendi, bilgisayar programı tarafından noktalar otomatik olarak birleştirildi. OD ve çukurluk boyutları matematiksel olarak ölçüldü, c/d alan oranı da çukurluk boyutlarının disk boyutlarına bölünmesiyle elde edildi. Vertikal c/d oranı ise ayrıca ölçüldü. Bunun için önce çukurluğun sonra diskin üst ve alt sınırını birleştirecek çizgi çizildi, oran otomatik olarak software tarafından ölçüldü.

Nöroretinal kenar alanı, disk alanından çukurluk alanı çıkarılarak hesaplandı. Kameranın büyütme faktörü, KOWA non midriyatik kamera ve IMAGEnet fundus kamera ile çekilen OD boyutları kıyaslanarak elde edildi. Nonmidriyatik fundus kameranın büyütme faktörü, büyütme faktörü bilinen Topcon fundus kamerada elde edilen 18 gözün disk boyutunun ortalamasının aynı ölçülerin nonmidriyatik kamerada elde edilen değere bölünmesiyle saptandı. Topcon fundus kamera ile elde edilen ortalama disk alanı 2.31 mm^2 , nonmidriyatik kamerada ise 2.73 mm^2 idi. Bu değerler birbirine bölünerek nonmidriyatik fundus kameranın büyütme faktörü 1.18 bulundu. Böylece nonmidriyatik kamerada düzeltilmiş disk alanı ortalaması 2.47 mm^2 hesaplandı. Ayrıca aynı ölçülerin HRT çekimlerinde OD boyutlarına bakıldı, HRT'ye göre büyütme faktörü 1.42 ve buna göre ortalama disk alanı 1.95 mm^2 bulundu.

Çalışmaya alınma kriterleri:

1. 40 yaş ve üstünde olmak
2. Eskişehir bölgesinde ikamet ediyor olmak
3. Fundus fotoğrafı çekimine, kornea kalınlığı ve GİB ölçümüne, görme alanı testine uyum sağlayabilecek bilinçsel kapasiteye sahip olmak

Çalışmadan çıkarılma kriterleri:

1. Herhangi bir nedenle fundus fotoğrafı çekimine, kornea kalınlığı ve GİB ölçümüne, görme alanı testine uyum sağlayamayan olgular
2. Ankette yer alan sorulara cevap vermeyen/veremeyen, kooperasyon kurmakta zorlanılan olgular



Şekil 3.1. Nonmidriyatik Fundus Kamera

İstatistiksel değerlendirme

Sonuçların istatistiksel analizi SPSS 16 programı ile yapıldı. İstatistiksel yöntem olarak Tanımlayıcı ve Frekans testleri, Spearman korelasyon testi, Pearson Ki-Kare, Mann Whitney U, Kruskal-Wallis ve One Way Analysis of Variance (ANOVA) testleri kullanıldı.

Tanımlayıcı ve Frekans testleri, toplumdaki yaş, GİB ortalama değerleri, SKK ortalama değerleri, disk, çukurluk ve nöroretinal kenar boyutları ve c/d oranları, alfa ve beta zon oranları, göz rengi ve OD özelliklerinin dağılımının hesaplanmasında kullanıldı.

Verilerin normal dağılıma uygunlukları Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleri ile değerlendirildi.

Spearman korelasyon testi, sağ ve sol gözün disk boyutları, vertikal c/d oranı, GİB ve SKK arasındaki ilişkiyi saptamak için kullanıldı.

Mann-Whitney U testi, cinsiyetler arasındaki ortalama disk alanı dağılımını ve hipertansiyon (HT) hikayesi olan ve olmayan olgularda vertikal c/d oranlarını değerlendirmek için kullanıldı.

Kruskal-Wallis testi, yaşa göre disk alanı ve vertikal c/d oranını belirlemek, disk alanı ile göz rengi ilişkisini değerlendirmek için kullanıldı.

One Way ANOVA testi, yaşa göre disk boyutlarını değerlendirmek için kullanıldı.

$p < 0.05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

4. BULGULAR

Çalışmamıza Eskişehir ili Kaymaz Beldesi, Esentepe, Şirintepe ve Osmangazi semtlerine bağlı sağlık ocakları kayıtlarından ulaşılan ve çağrılan 40 yaş ve üstü 5184 kişiden planimetrik OD ölçümleri yapılan 3038 kişinin 5718 gözü (2862 sağ ve 2856 sol göz) dahil edildi.

Çalışma kapsamındaki olguların cinsiyet dağılımı Tablo 4.1’de gösterilmiştir.

Tablo 4.1 Olguların Cinsiyet ve Yaş Dağılımı.

	Sayı (n)	Yüzde (%)	Yaş
Kadın	2241	73.8	55.6 ± 10.1
Erkek	797	26.2	59.2 ± 10.5
TOPLAM	3038	100	56.6 ± 10.4

Katılımcıların 2412’i kadın (%73.8), 797’i erkek (%26.2) idi. Kadınların yaş ortalaması 55.6 ± 10.1 yıl, erkeklerin 59.2 ± 10.5 yıl ve genel yaş ortalaması 56.6 ± 10.4 yıl (40-91) bulundu.

Olguların cinsiyete göre sağ ve sol gözdeki disk alanı değerleri Tablo 4.2’de gösterilmiştir.

Tablo 4.2. Cinsiyete Göre Disk Alanı

Cinsiyet	Disk Alanı (mm ²)	
	Sağ	Sol
Kadın	2.46 ± 0.47	2.47 ± 0.46
Erkek	2.48 ± 0.45	2.50 ± 0.45

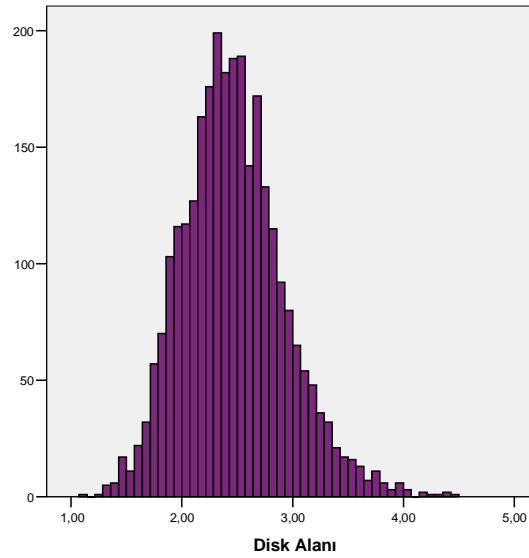
Mann-Whitney U testi, p>0.05

Tüm popülasyonda ortalama sağ disk alanı 2.46 mm² (1.3 - 5.28)(şekil 4.1), sol disk alanı 2.48 mm² (1.2 – 5.4) olup (şekil 4.2), kadınlarda sağ ve sol sırasıyla 2.46 mm² ve 2.47 mm² (şekil 4.3 ve 4.4), erkeklerde ise 2.48 mm² ve 2.50 mm² (şekil 4.5 ve 4.6) idi. Erkeklerde ortalama disk alanı kadınlarınkinden daha büyük olmasına rağmen aradaki fark anlamlı değildi (p>0.05).

Tablo 4.3. Sağ ve Sol Gözlerin Disk Alanı Yüzdeleri

Disk alanı (mm ²)	Sağ	Sol
<1.8	5.4	5.7
1.8-2.79	73.2	72.3
>2.8	21.4	22.1

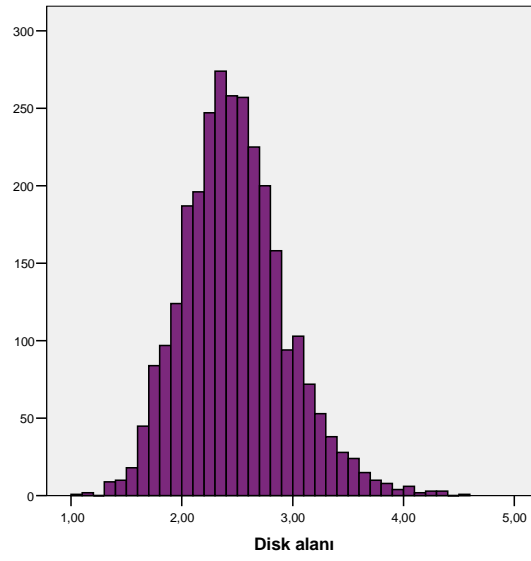
Olguların disk alanı dağılımının %73'ü 1.8 ila 2.8 mm² arasında bulundu.



Şekil 4.1. Sağ Gözlerde Disk Alanı Dağılımı

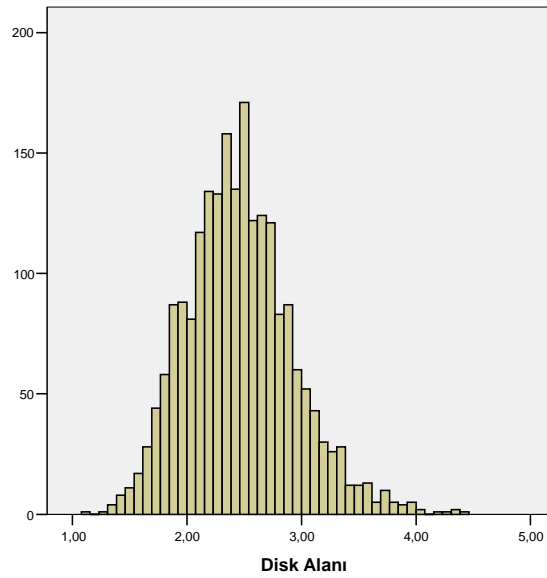
Sağ gözlerde disk alanının %95'i 1.56 - 3.36 mm² arasında idi.

%95 Güven Aralığı 2.45 ila 2.48 arasında idi.



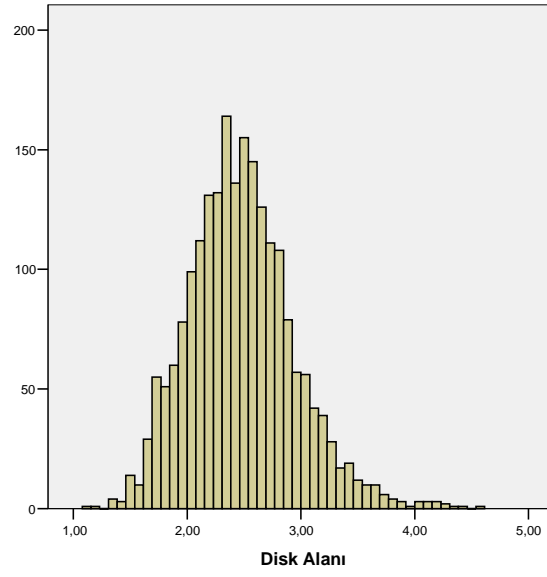
Şekil 4.2. Sol Gözlerde Disk Alanı Dağılımı

Sol gözlerde disk alanının %95'i 1.58 - 3.38 mm² arasında idi.
%95 Güven Aralığı 2.46 ila 2.49 arasında idi.



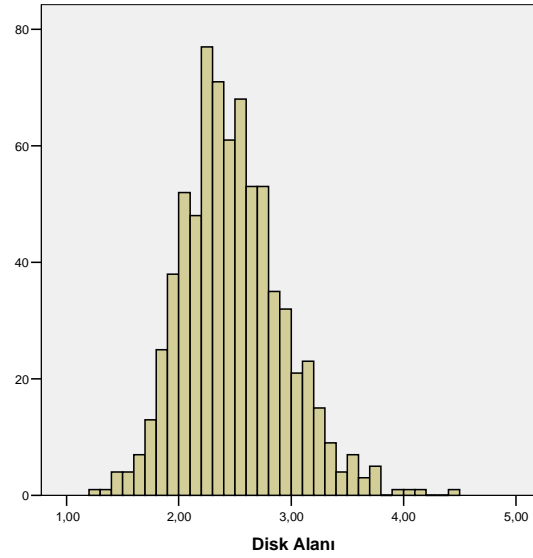
Şekil 4.3. Kadınlarda Sağ Göz Disk Alanı Dağılımı

Kadınlarda sağ gözlerde disk alanının %95'i 1.54-3.38 mm² arasında idi.



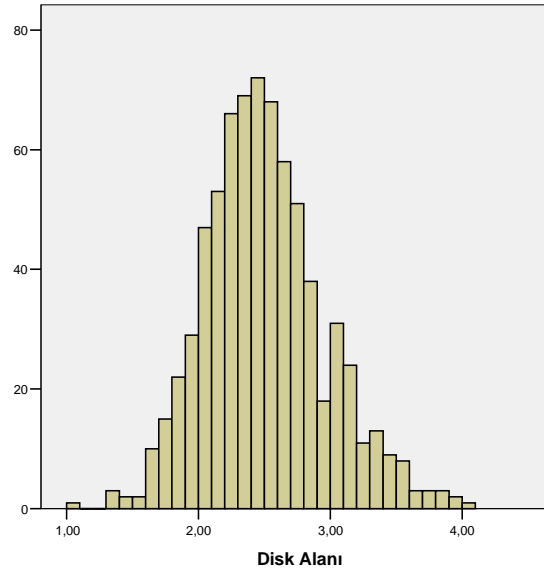
Şekil 4.4. Kadınlarda Sol Göz Disk Alanı Dağılımı

Kadınlarda sol gözlerde disk alanının %95'i 1.56-3.37 mm² arasında idi.



Şekil 4.5. Erkeklerde Sağ Göz Disk Alanı Dağılımı

Erkeklerde sağ gözlerde disk alanının %95'i 1.59-3.36 mm² arasında idi.



Şekil 4.6. Erkeklerde Sol Göz Disk Alanı Dağılımı

Erkeklerde sol gözlerde disk alanının %95'i 1.61-3.38 mm² arasında idi.

Tüm popülasyonda yaş gruplarına göre alan dağılımı Tablo 4.4'te gösterilmiştir.

Tablo 4.4. Yaş Gruplarına Göre Disk Alanı Dağılımı

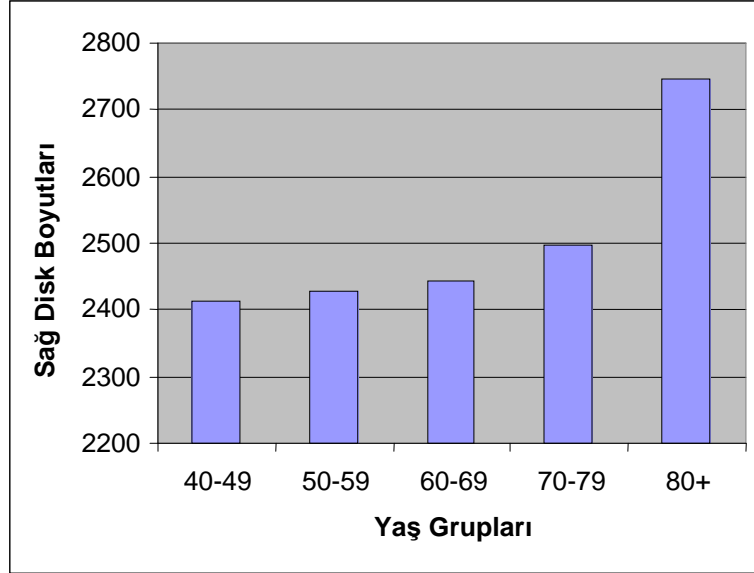
Yaş	n	Ortalama sağ disk alanı (mm ²)	Ortalama sol disk alanı (mm ²)
40-49	874	2.44	2.45
50-59	997	2.44	2.47
60-69	667	2.48	2.50
70-79	291	2.53	2.53
80+	32	2.73	2.67

One Way ANOVA testi, $p < 0.05$

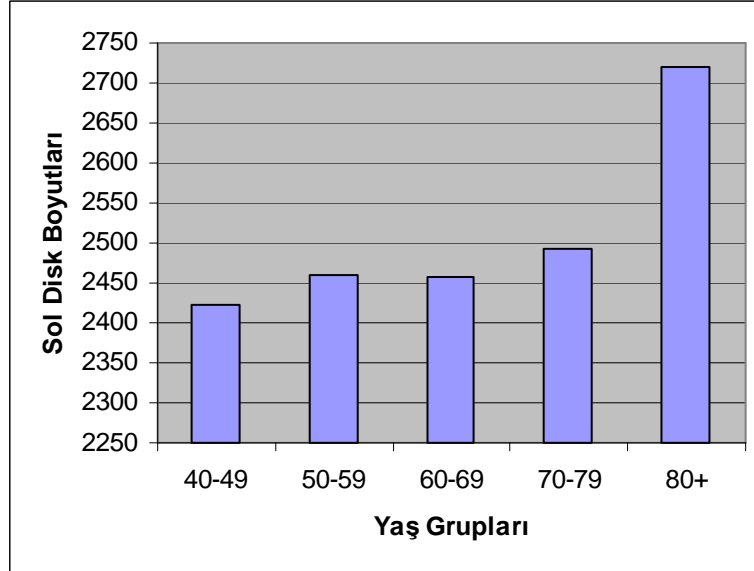
Cinsiyet ayırımı yapılmaksızın yaş gruplarına göre alan değerlerine bakıldığında sağ gözde disk alanı 40-49 yaş grubunda 2.41, 50-59'da 2.42, 60-69'da 2.44, 70-79'da 2.49 ve >80 yaş grubunda 2.74 mm², sol gözde 40-49 yaş grubunda 2.42, 50-59'da 2.46, 60-69'da 2.45, 70-79'da 2.49 ve >80 yaş grubunda 2.72 mm²

bulunmuştur. Yaş arttıkça alanda da artış saptandı. Özellikle 80 yaş üstü grubunun diğer gruplarla arasındaki fark anlamlıydı ($p<0.05$).

Yaş gruplarına göre disk alanı dağılımı şekil 4.7 ve 4.8’de gösterilmiştir.



Şekil 4.7. Yaş Gruplarına Göre Sağ Disk Alanı Dağılımı



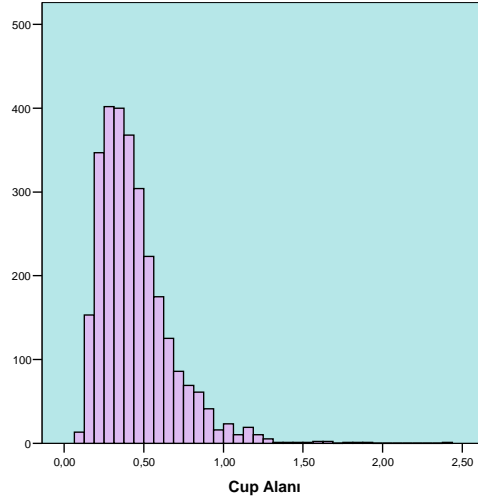
Şekil 4.8. Yaş Gruplarına Göre Sol Disk Alanı Dağılımı

Tablo 4.5. Yaş ve Cinsiyete Göre Disk Alanı Dağılımı

Yaş	Ortalama sağ disk alanı (mm ²)		Ortalama sol disk alanı (mm ²)	
	Kadın	Erkek	Kadın	Erkek
40-49	2.44	2.44	2.45	2.45
50-59	2.44	2.46	2.47	2.47
60-69	2.48	2.47	2.49	2.51
70-79	2.51	2.58	2.49	2.59
80+	2.70	2.76	2.62	2.74

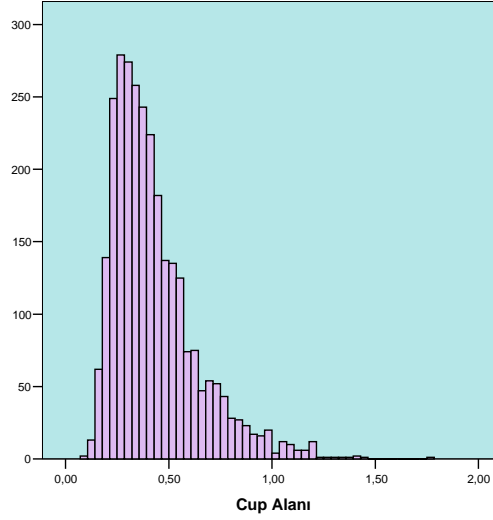
Cinsiyet ayırımı yapıldığında yaş gruplarına göre alan değerleri kadınlarda sağ gözde 40-49 yaş grubunda 2.44, 50-59'da 2.44, 60-69'da 2.48, 70-79'da 2.51 ve >80 yaş grubunda 2.70 mm², sol gözde 40-49 yaş grubunda 2.45, 50-59'da 2.47, 60-69'da 2.49, 70-79'da 2.49 ve >80 yaş grubunda 2.62 mm² bulunmuştur, erkeklerde sağ gözde 40-49 yaş grubunda 2.44, 50-59'da 2.46, 60-69'da 2.47, 70-79'da 2.58 ve >80 yaş grubunda 2.76 mm², sol gözde 40-49 yaş grubunda 2.45, 50-59'da 2.47, 60-69'da 2.51, 70-79'da 2.59 ve >80 yaş grubunda 2.74 mm² bulunmuştur. Yaş arttıkça alanda da artış saptandı. Özellikle 80 yaş üstü grubunun diğer gruplarla arasındaki fark anlamlıydı (p<0.05).

Çukurluk alanı ortalaması sağda 0.44±0.2, solda 0.42±0.2mm² idi. Kadınlarda sağ gözlerde ortalama çukurluk alanı 0.43mm², erkeklerde 0.44mm² bulundu. Çukurluk alanı dağılımları aşağıdaki şekillerde gösterilmiştir.



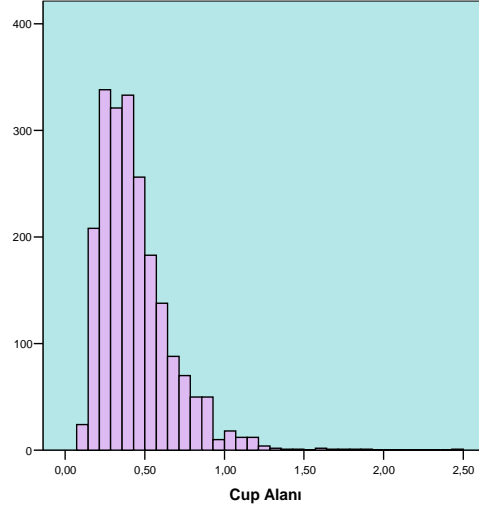
Şekil 4.9. Toplumda Sağ Göz Çukurluk Alanı Dağılımı.

Toplumda sağ gözlerde çukurluk alanının %95'i 0.18-0,87 mm² arasında idi.
%95 Güven Aralığı 0.43 ila 0.45 arasında idi.

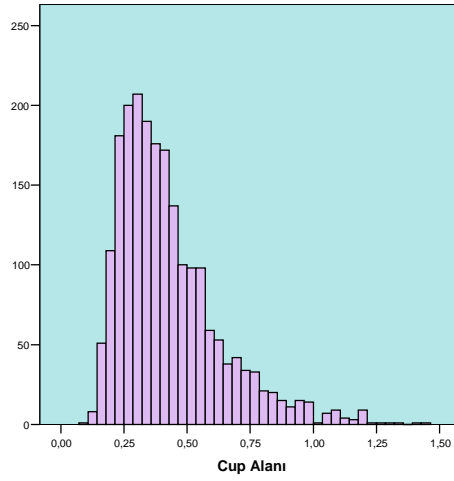


Şekil 4.10. Toplumda Sol Göz Çukurluk Alanı Dağılımı.

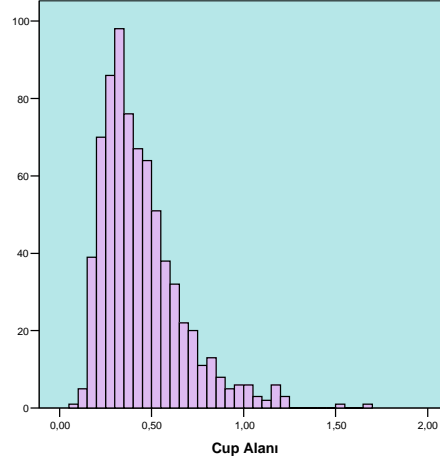
Toplumda sol gözlerde çukurluk alanının %95'i 0.2-0.85 mm² arasında idi.
%95 Güven Aralığı 0.42 ila 0.43 arasında idi.



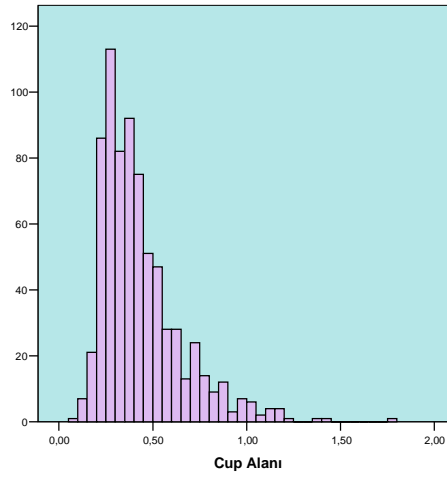
Şekil 4.11. Kadınlarda Sağ Göz Çukurluk Alanı Dağılımı



Şekil 4.12. Kadınlarda Sol Göz Çukurluk Alanı Dağılımı



Şekil 4.13. Erkeklerde Sağ Göz Çukurluk Alanı Dağılımı



Şekil 4.14. Erkeklerde Sol Göz Çukurluk Alanı Dağılımı

Tablo 4.6. Yaş ve Cinsiyete Göre Çukurluk Alanı Dağılımı

Yaş	Ortalama sağ çukurluk alanı (mm ²)		Ortalama sol çukurluk alanı (mm ²)	
	Kadın	Erkek	Kadın	Erkek
40-49	0.44	0.44	0.42	0.43
50-59	0.43	0.43	0.42	0.42
60-69	0.43	0.42	0.42	0.42
70-79	0.45	0.46	0.42	0.45
80+	0.57	0.53	0.52	0.60

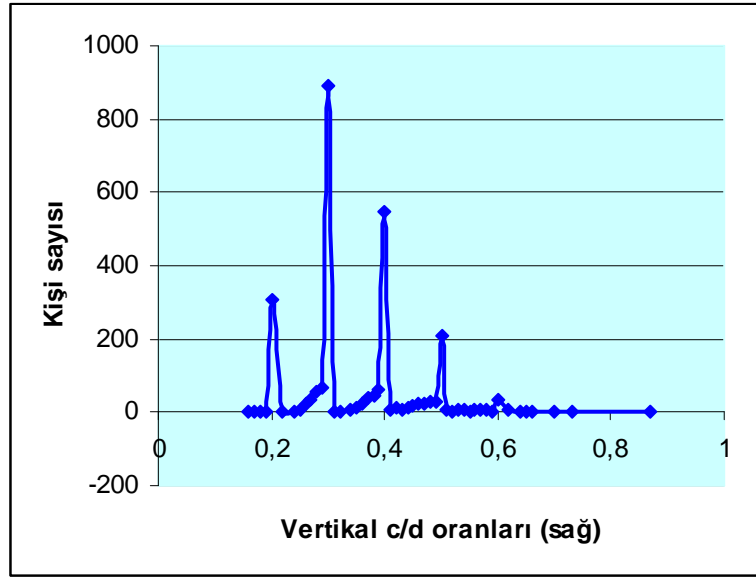
Yaş ve cinsiyete göre ortalama çukurluk alanları tablodaki gibidir. Yaş arttıkça çukurluk alanında artış görülmesine rağmen fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0.05$).

Ortalama vertikal c/d alanı sağ gözlerde 0.35 (0.16-0.87), sol gözlerde 0.35 (0.18-0.68) bulundu. Dağılım şekil 4.15 ve 4.16'da gösterilmiştir. Bu bulgular disk alanının çukurluk alanına bölünmesiyle elde edilen değerlere benzerdi: sağda 0.37, solda 0.36. Cinsiyetler arasında anlamlı c/d farkı yoktu ($p>0.05$).

Tablo 4.7. Sağ ve sol gözlerde çukurluk/disk oranı dağılım yüzdeleri

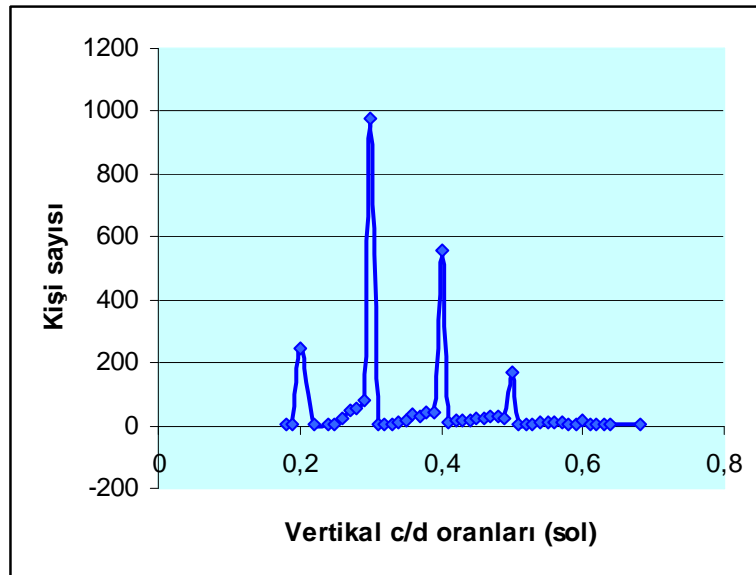
C/D	Sağ (%)	Sol (%)
<0.3	19.5	17.8
0.3-0.59	78.7	81.3
»0.6	1.8	0.9

Olguların %80'nde c/d oranı 0.3 ila 0.6 arasında idi.



Şekil 4.15. Sağ Gözlerde Vertikal c/d Dağılımı

Tüm olgularda sağ gözlerde vertikal c/d dağılımının %95'i 0.17 ila 0.52 arasında idi.



Şekil 4.16. Sol Gözlerde Vertikal c/d Dağılımı

Tüm olgularda sol gözlerde vertikal c/d dağılımının %95'i 0.19 ila 0.50 arasında idi.

Yaş gruplarına göre vertikal c/d oranı dağılımı Tablo 4.8’de gösterilmiştir.

Tablo 4.8. Yaş Gruplarına Göre Vertikal c/d Oranları

Yaş grupları	Kişi sayısı	Ortalama sağ vertikal c/d	Ortalama sol vertikal c/d
40-49	884	0.35	0.35
50-59	1035	0.35	0.35
60-69	713	0.34	0.34
70-79	354	0.35	0.34
80+	52	0.36	0.38

One Way ANOVA testi, $p>0.05$

Cinsiyet ayrımı yapılmaksızın yaş gruplarına göre vertikal c/d oranı değerlerine bakıldığında sağ gözde c/d oranı 40-49 yaş grubunda 0.35, 50-59’da 0.35, 60-69’da 0.34, 70-79’da 0.35 ve >80 yaş grubunda 0.36 mm² , sol gözde 40-49 yaş grubunda 0.35, 50-59’da 0.35, 60-69’da 0.34, 70-79’da 0.34 ve >80 yaş grubunda 0.38 mm² bulunmuştur. Yaş grupları arasında c/d oranı farklılığı yoktu ($p>0.05$).

Tablo 4.9. Yaş ve Cinsiyete Göre Vertikal c/d Oranı Dağılımı

Yaş	Ortalama sağ vertikal c/d oranı		Ortalama sol vertikal c/d oranı	
	Kadın	Erkek	Kadın	Erkek
40-49	0.35	0.36	0.34	0.35
50-59	0.34	0.35	0.34	0.34
60-69	0.34	0.34	0.33	0.34
70-79	0.35	0.34	0.35	0.33
80+	0.38	0.33	0.38	0.36

Cinsiyet ayrımı yapıldığında yaş gruplarına göre vertikal c/d oranı değerleri kadınlarda sağ gözde c/d oranı 40-49 yaş grubunda 0.35, 50-59’da 0.34, 60-69’da 0.34, 70-79’da 0.35 ve >80 yaş grubunda 0.38 mm² , sol gözde 40-49 yaş grubunda 0.34, 50-59’da 0.34, 60-69’da 0.34, 70-79’da 0.33 ve >80 yaş grubunda 0.36 mm², erkeklerde sağ gözde c/d oranı 40-49 yaş grubunda 0.36, 50-59’da 0.35, 60-69’da

0.34, 70-79'da 0.34 ve >80 yaş grubunda 0.33 mm² , sol gözde 40-49 yaş grubunda 0.35, 50-59'da 0.34, 60-69'da 0.34, 70-79'da 0.33 ve >80 yaş grubunda 0.36 mm² bulunmuştur. Yaş grupları arasında c/d oranı farklılığı yoktu (p>0.05).

Nöroretinal kenar alanı aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 4.10. Sağ ve Sol Gözlerde Nöroretinal Kenar Alanı Dağılımı

	N	Min.	Max.	Ortalama	Standart Sapma
Sağ	2861	0.58	3.68	2.03	0.38
Sol	2856	0.73	3.83	2.05	0.39

Yaşa göre nöroretinal kenar alanı Tablo 4.11'de gösterilmiştir.

Tablo 4.11. Yaşa Göre Nöroretinal Kenar Alan Dağılımı.

Yaş grupları	Kişi sayısı	Ortalama sağ kenar alanı	Ortalama sol kenar alanı
40-49	874	2.00	2.03
50-59	997	2.01	2.04
60-69	667	2.05	2.07
70-79	290	2.07	2.09
80+	32	2.17	2.11

Cinsiyete göre nöroretinal kenar alanı incelendiğinde kadınlarda ortalama sağ kenar alanı 2.02mm², sol 2.04mm² bulundu. Erkeklerde ise ortalama sağ kenar alanı 2.04mm², sol 2.06mm² bulundu.

Yaş ve cinsiyete göre nöroretinal kenar alanı dağılımı Tablo 4.12’de gösterilmiştir.

Tablo 4.12. Yaş ve Cinsiyete Göre Nöroretinal Kenar Alanı Dağılımı

Yaş	Ortalama sağ kenar alanı		Ortalama sol kenar alanı	
	Kadın	Erkek	Kadın	Erkek
40-49	2.00	1.99	2.03	2.01
50-59	2.01	2.02	2.04	2.04
60-69	2.05	2.04	2.07	2.08
70-79	2.05	2.11	2.06	2.14
80+	2.13	2.22	2.10	2.14

Yaş grupları arasındaki kenar alanı farkı her iki cinsiyette de istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p>0.05$).

Sağ ve sol gözlerde peripapiller atrofi dağılımı Tablo 4.13’te gösterilmiştir.

Tablo 4.13. Peripapiller atrofi dağılımı

	Sağ göz – α	Sol göz – α	Sağ göz – β	Sol göz - β
Var (%)	21.7	22.4	7.8	7.1
Yok (%)	78.3	71.6	92.2	92.9
Toplam (%)	100	100	100	100

Çalışmaya dahil edilen gözlerin 1303’nde (%22.8) alfa atrofi, 426’nda (%7.45) beta atrofi saptandı. Sağ gözlerde α atrofi 622 (%21.7), β atrofi 224 (% 7.8) gözde mevcuttu. Sol gözlerde ise α atrofi 681 (%22.4), β atrofi 202 (% 7.1) gözde mevcuttu.

Cinsiyete göre peripapiller atrofi dağılımı Tablo 4.14’te gösterilmiştir. Erkek ve kadınlarda atrofi dağılımı arasında anlamlı fark yoktu ($p>0.05$).

Tablo 4.14. Cinsiyete Göre Peripapiller Atrofi Dağılımı.

Peripapiller atrofi	Cinsiyet		İki taraflı atrofi (n)	p
	Kadın (n)	Erkek (n)		
Alfa	977	325	452	0.49
Beta	312	114	118	0.5
Toplam	1289	439	570	>0,05

Pearson Ki-Kare testi, $p>0.05$

Fundus fotoğraflarına göre OD morfolojisi de incelendi. OD'in morfolojik özellikleri Tablo 4.15'te özetlenmiştir.

Tablo 4.15. Optik Disk Morfolojik Özellikleri

	Sağ göz (n)	Sağ göz (%)	Sol göz (n)	Sol göz (%)
Tilted (eğik) disk	27	0.94	27	0.94
Diskte solukluk	9	0.3	6	0.2
Miyelinli sinir lifi	7	0.24	7	0.24
OD başında kanama	2	0.07	3	0.1

Tilted disk 54 (%0.94) gözde saptandı, toplam 21 olguda (42 göz) tilted disk iki taraflıydı.

Parsiyel veya total disk solukluğu 15 (%0.26) gözde saptandı.

Miyelinli sinir lifleri 14 (%0.24) gözde mevcuttu.

Optik sinir başında kanama 5 (%0.1) gözde saptandı.

GİB, SKK, HT, göz rengi, vücut kitle indeksi (VKİ) ile disk alanı, vertikal c/d oranı ve peripapiller atrofi arasındaki ilişki incelendiğinde;

Sağ ve sol gözdeki GİB ve SKK'nın vertikal c/d oranı ve disk alanı ile ilişkisi Tablo 4.16'da gösterilmiştir.

Tablo 4.16. GİB ve SKK'nın c/d oranı ve disk alanı ile ilişkisi

		Sağ disk alanı	Sol disk alanı	Sağ c/d oranı	Sol c/d oranı
Sağ GİB	r	-0.028	-0.014	-0.019	-0.032
	p	0.141	0.467	0.330	0.103
Sol GİB	r	-0.041	-0.027	-0.017	-0.020
	p	0.027	0.153	0.373	0.316
Sağ SKK	r	-0.018	-0.019	-0.018	-0.021
	p	0.142	0.380	0.421	0.352
Sol SKK	r	-0.033	-0.016	-0.021	-0.021
	p	0.122	0.450	0.358	0.356

Spearman Korelasyon testi, $p > 0.05$

Sağ GİB ile disk alanı ve c/d oranı arasında zayıf negatif korelasyon mevcuttu (sırasıyla $r = -0.028$ ve $r = -0.019$). Sol GİB ile disk alanı ve c/d oranı arasında da zayıf negatif korelasyon mevcuttu (sırasıyla $r = -0.027$ ve $r = -0.020$).

Sağ SKK ile disk alanı ve c/d oranı arasında zayıf negatif korelasyon mevcuttu (sırasıyla $r = -0.018$ ve $r = -0.018$). Sol SKK ile disk alanı ve c/d oranı arasında da zayıf negatif korelasyon mevcuttu (sırasıyla $r = -0.016$ ve $r = -0.021$).

Hiçbirinde anlamlı korelasyon bulunmadı ($p > 0.05$).

GİB 21mmHg ve altında olanlar ile 22mmHg ve üstünde olanların SKK ve c/d oranı ortalamaları Tablo 4.17 ve 4.18’de gösterilmiştir.

Tablo 4.17. Sağ gözlerde GİB, SKK ve c/d oranları

	Sağ GİB (mmHg)	Ortanca	Ortalama	Standart sapma	p
Sağ SKK	≤21	568,5	565,8	47,80	0.009
	≥22	579,5	571,0	69,12	
Sağ Vertikal C/D	≤21	0,3	0,34	0,09	0.66
	≥22	0,36	0,36	0,11	

Mann-Whitney U testi

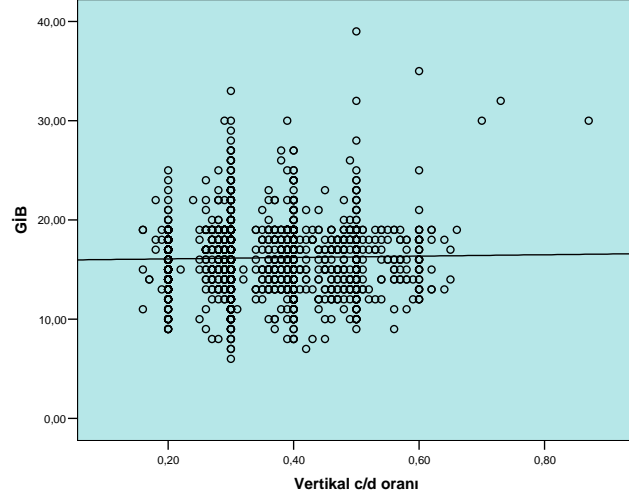
Tablo 4.18. Sol gözlerde GİB, SKK ve c/d oranları

	Sol GİB (mmHg)	Ortanca	Ortalama	Standart sapma	p
Sol SKK	≤21	555	553,50	34,07	0.02
	≥22	564	561,50	37,94	
Sol Vertikal C/D	≤21	0,3	0,34	0,08	0.2
	≥22	0,3	0,36	0,09	

Mann-Whitney U testi

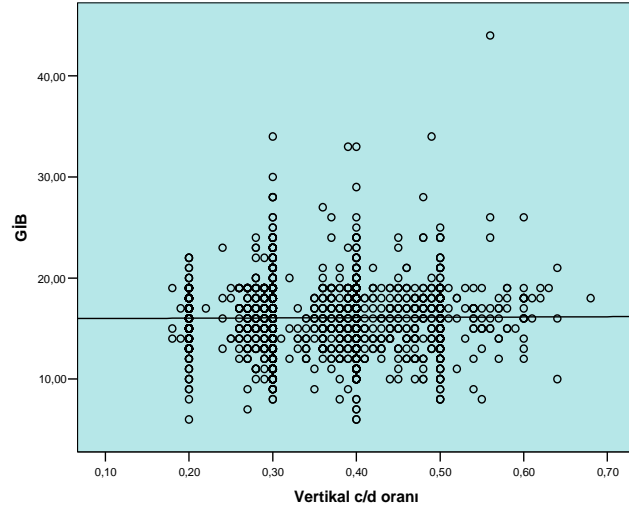
GİB 22mmHg ve üzeri olan olgularda 21mmHg ve altı olan olgulara göre daha kalın kornea kalınlığı mevcuttu ($p < 0.05$). Vertikal c/d oranı ortalaması da GİB 22mmHg ve üstü olanlarda daha yüksekti fakat gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p > 0.05$).

GİB ve c/d oranı ilişkisi Şekil 4.17 ve 4.18'de gösterilmiştir.



Şekil 4.17. Sağ Gözde GİB ile c/d Oranı İlişkisi

$$y=0.253+0.039x, r^2=0.033$$



Şekil 4.18. Sol Gözde GİB ile c/d Oranı İlişkisi

$$y=0.263+0.033x, r^2=0.029$$

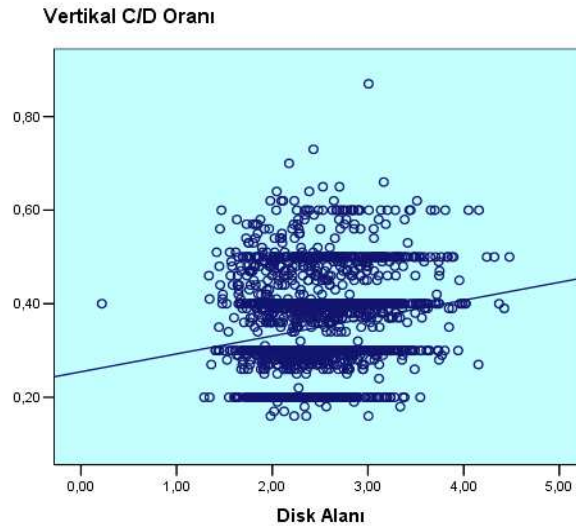
Tablo 4.19 ve Şekil 4.19 ve 4.20’de disk alanının vertikal c/d oranı ile ilişkisi gösterilmiştir.

Tablo 4.19. Disk alanı ve vertikal c/d oranı ilişkisi

		Sağ c/d oranı	Sol c/d oranı
Sağ disk alanı	r	0.182	0.179
	p	0.000	0.000
Sol disk alanı	r	0.882	0.163
	p	0.000	0.000

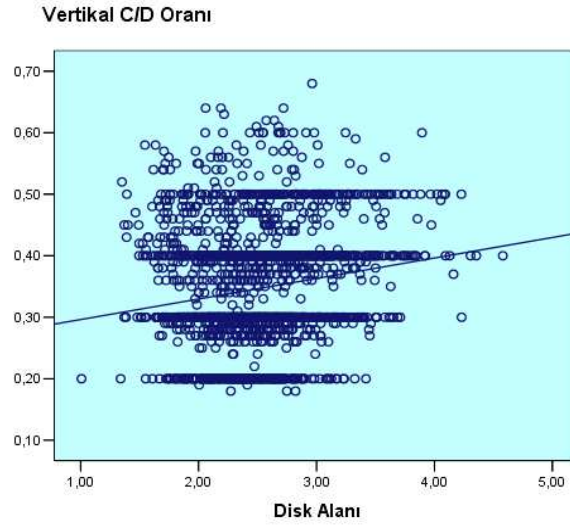
Spearman Korelasyon testi, $p < 0.05$

Disk alanı ile vertikal c/d oranı arasında pozitif yönde bir korelasyon mevcuttu ($p < 0.05$).



Şekil 4.19. Sağ gözlerde Optik Disk Alanı ile Vertikal C/D oranı ilişkisi

$$y = 0.253 + 0.039x, r^2 = 0.034$$



Şekil 4.20. Sol gözlerde Optik Disk Alanı ile Vertikal C/D oranı ilişkisi
 $y=0.263+0.033x$, $r^2= 0.029$

Vertikal c/d oranı ile sistolik ve diyastolik kan basıncı ilişkisi tablo 4.20’de gösterilmiştir.

Tablo 4.20. Vertikal c/d Oranı ile SKB ve DKB İlişkisi

		SKB	DKB
C/D – sağ	r	-0.070	-0.066
	p	0.000	0.001
C/D – sol	r	-0.046	-0.053
	p	0.018	0.07

Spearman Korelasyon testi, $p<0.05$

Hem sağ hem sol gözlerde vertikal c/d oranı ile SKB ve DKB arasında negatif korelasyon mevcuttu ($p<0.05$).

Disk alanı ile iris rengi arasındaki ilişki Tablo 4.21’de gösterilmiştir.

Tablo 4.21. Disk alanı ile iris rengi ilişkisi

İris rengi	Disk alanı –sağ	Disk alanı –sol
Mavi	2.40	2.41
Yeşil	2.41	2.41
Kahverengi	2.43	2.46
Siyah	2.33	2.25
Ela	2.40	2.43
p	0.20	0.46

Kruskal-Wallis testi, $p>0.05$

Disk alanı ile iris rengi arasında anlamlı ilişki saptanmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 4.22’de göz rengi ile peripapiller atrofi ilişkisi gösterilmiştir.

Tablo 4.22. Göz rengi ile peripapiller atrofi ilişkisi

Peripapiller atrofi (%)	Göz rengi					p
	Mavi	Yeşil	Kahverengi	Siyah	Ela	
Alfa-sağ	11.5	11.5	67.8	0.3	8.9	0.05
Alfa-sol	10	11.6	69.1	0.2	9.1	0.19
Beta-sağ	14.8	10.6	65.7	0.5	8.3	0.015
Beta-sol	13	11.9	64.8	0	10.4	0.17

Pearson Ki-Kare testi

Peripapiller atrofi ile göz rengi ilişkisine bakıldığında hem alfa hem beta atrofi kahverengi gözlerde daha fazla saptandı.

VKİ ile OD alanı ve vertikal c/d oranı arasındaki ilişki Tablo 4.23'te gösterilmiştir.

Tablo 4.23. VKİ ile Disk Alanı ve Vertikal c/d oranı ilişkisi

		Vertikal c/d-Sağ	Vertikal c/d-Sol	Disk Alanı-Sağ	Disk Alanı-Sol
VKİ	r	-.007	-.001	-.011	-.026
	p	.74	.97	.58	.19
	N	2383	2365	2616	2607

Spearman korelasyon testi, $p>0.05$

VKİ ile disk alanı ve vertikal c/d oranı arasında anlamlı ilişki saptanmadı ($p>0.05$).

5. TARTIŞMA

Optik disk değerlendirmesi çeşitli oküler ve sistemik hastalıkların tanısında yardımcı yöntemlerden birisidir. Optik disk değişiklikleri, özellikle önlenebilir körlük sebebi olan glokomun tanı ve takibinde önemli rol oynar. Patolojik bulguları normal bulgulardan ayırt edebilmek için normal OD veri dağılımının ve varyasyonlarının bilinmesi gerekmektedir. Normal OD değerlerinin dağılımını saptamak için çeşitli çalışmalar yapılmıştır.(20, 24, 26) Ülkemizde bu konuyla ilgili az sayıda olguyu kaplayan bir çalışma mevcuttur.(42) Çalışmalarda OD alanı, nöroretinal kenar alanı, çukurluk/disk oranı gibi disk parametrelerinin normal popülasyondaki dağılımları, varyasyonları ve demografik, oküler ve sistemik faktörlerle ilişkileri değerlendirilmiştir. Durukan AH. ve ark'ı normal olgularda disk parametrelerini HRT ile değerlendirmişlerdir. Japonya'da yapılan bir çalışmada glokom taraması amacıyla kullanılan HRT ve non midriyatik fundus kamera kıyaslandığında, fundus kameranın HRT'ye göre daha sensitif ve spesifik olduğu saptanmıştır.(43) Çalışmamızda Eskişehir bölgesindeki 40 yaş üstü normal popülasyonda nonmidriyatik fundus kamera ile elde edilen fotoğrafların planimetrik ölçümleri değerlendirildi.

Çalışmamıza 40 yaş ve üstü 5184 kişiden planimetrik OD ölçümleri yapılan 3038 kişinin 2862 sağ ve 2856 sol gözü dahil edildi. Katılımcıların 2412'i kadın (%73.8), 797'i erkek (%26.2) idi. Genel yaş ortalaması 56.6 ± 10.4 yıl (40-91) idi.

Çalışmamızda planimetrik ölçümlerle bulunan ortalama disk alanı 2.47mm^2 ($1.2 - 5.4$) saptandı. Bunun %73'ü 1.8 ila 2.8mm^2 arasındaydı, %22'i 2.8mm^2 'den büyük ve %5'i 1.8mm^2 'den küçüktü. Bu bulgular, olgularımızın disk alanı dağılımının, popülasyon bazlı bir çalışma olan Beijing Eye çalışmasındakine benzerdi. Beijing Eye çalışmasında 4439 Çin taramasında dijital fotoğraflarda planimetrik disk ölçümleri yapılmış ve ortalama disk alanı 2.65mm^2 ($1.03-7.75$) bulunmuştur.(44) Türkiye'de Durukan H. ve ark.'nın yaptığı çalışmada 551 normal olgunun HRT incelemesinde ortalama disk alanı 2.12mm^2 bulunmuş.(42) Spencer AF ve ark.'ı, vertikal disk boyutunu HRT ve planimetrik olarak ölçmüşler ve HRT ölçümlerinin daha küçük olduğunu saptamışlardır ($1.58 - 1.61\text{mm}$). (45) Thomas R. ve ark'ın yaptığı çalışmada da disk alanı, HRT'de planimetrik ölçümlere göre daha

küçük ($2.24 \text{ mm}^2 - 2.58 \text{ mm}^2$) olduğu görüldü.(46) Bu bulgular çalışmamızdaki bulguları destekler niteliktedir. İki yöntem arasındaki farklı sonuçlar, çekim açısının ve büyütmelelerinin farklı olmasına ve disk sınırının belirlenmesindeki farklılıklara bağlı olabilir. OD fotoğrafları iki boyutlu olup sınırları mouse yardımıyla belirlenerek çizilir. HRT’de ise disk sınırlarına birkaç nokta konur, alet otomatik olarak çizgiyi tamamlar. Ayrıca çizim yapılırken üç boyutlu ve hareketli görüntüden de faydalanılabilir. Barkana Y. ve ark.’ın 48 kişi üzerinde yaptığı çalışmada disk boyut ölçümünde fundoskopi, HRT ve OCT’yi kıyaslamışlar ve farklı sonuçlar elde etmişlerdir ve bu yöntemlerin birbiri yerine kullanılamayacağını belirtmişlerdir. Vertikal OD boyutu fundoskopi ile ortalama 1.58mm, HRT ile 1.70mm ve OCT ile 1.90mm bulunmuş.(47) Normal popülasyonda OD ve çukurluğun boyutlarının değişkenlik göstermesi, glokom başta olmak üzere birçok hastalık tanısında önemli bir kriter olan optik sinir değişikliklerinin değerlendirilmesini zorlaştırmaktadır. Quigley HA ve ark., beyaz ve siyah ırktan olan 60 kişinin otopsilerinden aldıkları gözlerin incelemesinde disk çaplarını ölçmüşler ve ortalama vertikal çapı 1.88 mm, horizontal çapı 1.77 mm bulmuşlardır. Disk alanı ise değerlendirilmemiştir.(24) Xu ve ark.’ın fundus fotoğrafları ile yapılan çalışmasında ortalama disk alanı 2.38 mm^2 bulunmuştur.(20) Etnik gruplara bakıldığında, Çinlilerin beyaz ırka göre daha büyük disk alanına sahip olduğu görülmüştür. Bu, ön iskemik optik nöropati gibi bazı disk patolojilerinin disk boyutlarına bağlı olması nedeniyle klinik öneme sahiptir.(17, 26) Sekhar GC ve ark.’ın Hindistan’da 153 kişi üzerinde yaptıkları çalışmada vertikal çap 2.12 mm, horizontal çap 1.94 mm, ortalama disk alanı 3.37 mm^2 ($2.04-4.7$) saptanmış. Disk alanı, Zeiss fundus kamerası ile çekilen fotoğrafların planimetrik ölçümlerinden elde edilmiş. Bu çalışmadaki disk alanı değeri, birçok çalışmaya göre daha yüksek bulunmuş ve sebebi etnik farklılıklara ve kullanılan farklı ölçüm metodlarına bağlanmıştır.(48)

Normal, oküler hipertansif ve glokomatöz olgularda OD parametreleri incelendiğinde, OD boyutlarının gruplar arasında fark göstermediğini saptayan çalışmalara (49) karşın hemen tüm parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı fark bulan çalışmalar da mevcuttur (15, 50) Bizim çalışmamızda glokomatöz nonglokomatöz ayırımı yapılmamıştır.

Çalışmamızda erkeklerde ortalama disk alanı $2.48 \pm 0.45 \text{ mm}^2$ iken,

kadınlarda $2.46 \pm 0.47\text{mm}^2$ idi. Erkeklerde ortalama optik disk alanı daha büyük olmasına rağmen aradaki fark anlamlı değildi ($p>0.05$). Varma R ve ark.'ın çalışmasında sağlıklı 3387 Amerikalı incelenmiş ve hem siyah hem beyaz ırkta disk alanı erkeklerde daha büyük bulunmuştur. Siyah ırkta fark daha belirgin bulunmuştur.(14) Buna karşın cinsiyetler arasında fark olmadığını belirten çalışmalar da mevcuttur.(21, 42)

Çalışmamızda yaşla birlikte disk alanında artış saptandı, bu fark özellikle 80 yaş üstü olanlar ve diğer gruplar arasında anlamlıydı. Quigley ve ark.'ın postmortem gözlerde yaptıkları çalışmada yaş ve disk çapı arasında anlamlı ilişki saptanmamıştır.(24) Aynı sonuç 1988'de Jonas ve ark.'nın yaptığı popülasyon çalışmasında(21), Baltimore popülasyon çalışmasında (14) ve Beijing Eye çalışmasında da bulunmuştur.(26) You ve ark.'nın çalışmasında ise kalabalık disklerin belirgin ölçüde küçük disk alanı ve genç yaş ile ilişkisi bulunmuştur.(31) Durukan ve ark.'nın çalışmasında da disk alanı 30 yaş altında 2.09mm^2 , 30-60 yaş arasında 1.91mm^2 , 60 yaş üstünde ise 2.36mm^2 bulunmuş. Altmış yaş üstü ve 60 yaş altı arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.(42) Bu bulgular bizim çalışmamızla uyumlu olup Türkiye'de yaşın disk alanı üzerine etkisinin, diğer ülkelerden daha farklı olduğunu gösterebilir.

Çalışmamızda çukurluk alanı ortalaması sağda 0.44 , solda 0.42mm^2 idi. Kadınlarda sağ gözlerde ortalama çukurluk alanı 0.43mm^2 , erkeklerde 0.44mm^2 bulundu. Durukan ve ark.'ın HRT incelemelerinde erkeklerde ortalama çukurluk alanı 0.49mm^2 , kadınlarda 0.48mm^2 bulunmuş.(42) Her iki çalışmada da cinsiyetler arasındaki fark anlamlı değildi. Xu ve ark.'ın çalışmasında 40 yaş üstü Çin popülasyonunda ise ortalama çukurluk alanı 0.68mm^2 bulunmuş.(20) Çalışmalar arasındaki fark, etnik grupların farklı olmasından kaynaklanıyor olabilir.

Çukurluk/disk oranı, glokom progresyonunun en önemli göstergelerinden olduğu ve fonksiyonel defektlerin gelişiminden önce değişikliğe uğradığı için değerlendirmesi kritik öneme sahiptir.(51-52) Glokom takibinde c/d oranının subjektif olarak değerlendirilmesi halen en sık kullanılan yöntemdir. Fakat araştırmacılar arasında ve hatta aynı araştırmacının farklı zamanlardaki değerlendirmeleri arasında fark olabilmektedir.(10, 53) Ortalama vertikal c/d oranı bizim çalışmamızda 0.35 , Jonas JB ve ark.'ın yaptığı çalışmada 0.34 ,(21) Sekhar GC

ve ark.'ın çalışmasında 0.37 (0.19-0.55)(48), Crowston JG ve ark.'ın çalışmasında 0.43,(25) idi. Bütün çalışmalarda fundus fotoğrafları üzerinde yapılan planimetrik ölçümler kullanılmış, fakat katılımcı sayısı, araştırmacılar ve toplum farklılık göstermişti. Çalışmamıza 3038 Türk, Jonas ve ark.'ın çalışmasına 319 Alman, Sekhar ve ark.'nın çalışmasına 153 Hintli, Crowston ve ark.'ın çalışmasına ise 3654 Avustralyalı olgu dahil edilmişti.

Stereoskopik OD fotoğrafı, glokomatöz hasar takibinde altın standart sayılmaktadır.(54) Fakat optik sinir başı fotoğrafları kullanıldığında bile, araştırmacılar arasındaki farklar ve OD parametrelerindeki çeşitlilik nedeniyle bu değerlendirme yetersiz kalabilmektedir. Bundan yola çıkarak birçok yöntemi birbiri ile kıyaslayan çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Stereoskopik değerlendirme stereoskopik olmayan metodlar ile kıyaslandığında c/d oranının stereoskopi ile daha büyük (10) veya daha küçük (54) ölçülebileceği bildirilmiştir. Çukurluk/disk oranının objektif ölçümü, HRT ve OCT ile yapılabilmektedir. Arthur SN ve ark., HRT, OD fotoğrafları, ve OCT ile normal ve glokomlu olguların c/d oranlarını ölçmüşler ve her üç teknikle farklı sonuçlar elde etmişlerdir (normal olgularda sırasıyla 0.26, 0.33 ve 0.43, glokomlu olgularda 0.52, 0.62 ve 0.62). Vertikal ve horizontal c/d oranı OCT ile en büyük, horizontal c/d oranı fotoğraflarla en küçük ve vertikal c/d oranı HRT ile en küçük ölçülmüştür. Fakat aletler arasındaki farkların (korelasyon katsayısı 0.77), araştırmacılar arasındaki farka (korelasyon katsayısı 0.85) benzer olduğu için bu yöntemlerin güvenle kullanılabilceği ileri sürülmüştür.(8) Oysa bir diğer çalışmada deneyimli kişiler tarafından stereoskopik fotoğraflarda vertikal c/d oranı hesabı yapıldığında araştırmacılar arasındaki uyum yüksek olmasına rağmen (fark 0.18), stereoskopinin oftalmoskopi ile (fark 0.28), HRT ile (fark 0.31) ve digital stereoskopik OD kamera (DİSCAM) ile (fark 0.31) ölçülen c/d oranları kıyaslandığında uyumun zayıf olduğu görülmüştür. Özellikle HRT ve DİSCAM ile küçük disklerde daha yüksek c/d oranı ve büyük disklerde daha küçük c/d oranı elde edilmiştir. Sonuç olarak bu yöntemlerin birbiri yerine kullanılmaması önerilmiştir.(9) Medeiros FA ve ark. ve Lamoureux ve ark. ise sırayla stereoskopik ve nonmidriyatik fundus kamera ile çekilen fotoğraflarda ölçülen c/d oranını, HRT'deki oranlarla kıyaslamışlar ve yüksek oranda uyum saptamışlardır ($r=0.78$ ve 0.83). Medeiros ve ark.'na göre stereoskopik fotoğraflar ve HRT birbiri yerine kullanılabilir. Lamoureux

ve ark. ise nonmidriyatik fundus kameranın glokom şüphesi olan olguların taranmasında güvenle kullanılabileceğini vurgulamışlardır.(4, 55) Arvind H. ve ark. deneyimli kişiler tarafından klinik olarak değerlendirilen c/d oranının planimetrik ölçümlerle belirgin uyum gösterdiğini saptamışlardır. Araştırmacıların değerlendirmesinde ortalama vertikal c/d oranı 0.47, planimetrik olarak ise 0.43 (korelasyon katsayısı 0.65) bulunmuş.(56) Buna karşın glokomlu olgularda yapılan c/d oran ölçümlerinde glokom uzmanları ve dijital planimetrik ölçümler kıyaslandığında, en fazla ölçüm farklılığı araştırmacılar arasında olduğunu gösteren çalışmalar da mevcuttur. Kwon ve ark.'ın çalışmasında araştırmacılar arasındaki varyasyon katsayısı %10.65 iken, dijital planimetrik ölçümlerin varyasyon katsayısı %7.6 bulunmuştur.(57) Hangi teknik kullanılırsa kullanılsın, takiplerde aynı yöntemlerin kullanılması, hataların azaltılmasına ve diskteki değişikliklerin daha erken saptanmasına yardımcı olur.

Çalışmamızda OD alanından çukurluk alanı çıkarılarak elde edilen nöroretinal kenar alanı sağ gözde ortalama 2.03 mm² (0.58-3.68) sol gözde ortalama 2.05 mm² (0.73-3.83) idi. Cinsiyete göre nöroretinal kenar alanı incelendiğinde kadınlarda ortalama sağ kenar alanı 2.02 mm², sol 2.04 mm² bulundu. Erkeklerde ise ortalama sağ kenar alanı 2.04 mm², sol 2.06 mm² bulundu. Durukan ve ark.'nın yaptığı çalışmada kadınlarda ortalama rim alanı 1.57 mm², erkeklerde 1.56 mm² bulunmuş. Çalışmamızda 40 yaş üstü olgular dahil edilmiş olup ölçümler planimetrik olarak yapıldı. Durukan ve ark.'nın çalışmasında ise 11 yaş üstü olgular dahil edilmiş ve ölçümler HRT ile yapılmıştır.(42) Jonas ve ark. fundus fotoğraflarında yaptıkları morfometrik ölçümlerde ortalama nöroretinal kenar alanını 1.97 mm² (0.8-4.66) bulmuşlardır. İnceledikleri olgular, ortalama yaşı 42.7 yıl olan Alman olgulardan oluşmaktaydı.(21) Hintli olgularda ise nöroretinal kenar alanı daha fazla saptanmıştır (ortalama 2.29 mm²). Ölçümler stereoskopik fotoğraflarda planimetrik olarak yapılmış.(58) Çalışmalar arasındaki farkların, ölçüm metodların farklı olması ve etnik grup farklılıklarından kaynaklanabileceği düşünüldü.

Peripapiller atrofi, OD çevresinde retina pigment epiteli (α atrofi) ve koryoretinal tabakada değişikliklerle (β atrofi) karakterize bir durumdur. α atrofi, β atrofünün her zaman dışında yerleşmektedir.(3, 12, 59) Beta atrofi, normal ve glokomatöz olguları birbirinden ayırmada yardımcı bir özellik olması nedeniyle

mevcudiyeti önem taşımaktadır. Beta atrofi, glokomlu olgularda hem daha sık görülmekte hem daha geniş alana sahiptir.(16, 26, 28, 60-61) Çalışmamızda alfa atrofi %22, beta atrofi %7.45 gözde saptandı. Alfa atrofilerin %34.7'si, β atrofilerin ise %27.7'si iki taraflıydı. Erkek ve kadınlar arasında anlamlı fark yoktu. Beijing Eye çalışmasında geniş çaplı 40 yaş üstü popülasyon taraması yapılmış ve α atrofi %71.2, β atrofi ise %19.9 oranında saptanmıştır. Erkek ve kadınlar arasında anlamlı fark bulunmamıştır.(26-27) Beijing Eye çalışması ile bizim çalışmamız arasındaki fark toplumların farklı olmasına (Türk vs Çin) ve değerlendirmeyi yapan kişilerin deneyim farklılıklarına bağlı olabilir. İskemik optik nöropatilerde peripapiller atrofinin önemi araştırılmış, fakat sıklığı ve boyutları normal olgulardan farklı bulunmamıştır.(62) Atrofinin iris rengi ile de anlamlı ilişkisi saptanmamıştır.(63) Çalışmamızda hem alfa hem beta atrofi kahverengi gözlerde daha sık görüldü. Bu durum, kahverehgi göz sayısının belirgin ölçüde daha fazla olmasına bağlandı.

Tilted (eğri) disk, OD'in normalden küçük ve oblik lokalizasyonlu olması durumudur. Sıklıkla OD torsiyonu, astigmatik refraksiyon kusuru, retinal damarların situs inversusu, peripapiller beta atrofi, alt nazalde koryoretinal incelleme ve görme alanı defektleriyle karakterize olan tilted disk sendromunun bir parçası olarak görülmektedir. Diğer konjenital disk patolojileriyle karışabildiği için ve görme alanında defektlere neden olarak intrakraniyal patolojileri taklit edebildiği için tanınması ve sıklığının bilinmesi önemlidir. Çoğunlukla ilerleyici değildir.(64) Çalışmamızda tilted disk sıklığı %0.94 bulunmuştur. Diğer popülasyon çalışmaları olan Blue Mountain Eye çalışmasında bu oran %1.6 (64), Beijing Eye çalışmasında ise %0.36 (65) bulunmuştur. Türkiye'de tilted disk sıklığı ile ilgili çalışma bulunamadı.

Optik siniri etkileyen patolojik durumlar disk solukluğuna neden olabilir. Atrofiler intrakraniyal ve sistemik sorunların bir bulgusu olarak karşımıza çıkabilir. Beijing Eye çalışmasında glokomatöz olmayan disk atrofilerin mortalite ile ilişkili olduğu saptanmıştır.(26) Çalışmamızda parsiyel veya total disk solukluğu sıklığı %0.25 idi. Etiyolojik araştırma yapılmadığı için optik nöropatilerin başka bir hastalığa ikincil olup olmadığı bilinmemektedir. Çinlilerde nonarteritik iskemik optik nöropati 4500 olgudan sadece bir olguda (%0.02) saptanırken ABD'den bildirilen çalışmalarda Beyaz ırkta bu oranlar %2.3-10.3 arasında değişmektedir.(66-67) Bu

farklılıklar öncelikle etnik grupların oluşturduğu disk alanı farklılıklarına bağlandı. İskemik optik nöropati daha küçük disklerde daha kolay gelişebilmektedir. Disk alanı büyüklüğü ise Afrikan Amerikalılarda en fazla, Asyalılarda daha az ve Beyazlarda en az bulunmuştur. Bu nedenle Beyaz ırkta iskemik optik nöropati sıklığının daha fazla olduğu düşünülmektedir.(26)

Miyelinizasyon prenatal dönemde lateral genikulat cisimde başlar ve doğumdan hemen sonra lamina kribrosa seviyesinde sonlanır. Nadiren miyelinli sinir lifleri, oligodendrositlerin retinaya anormal göçünün devam etmesiyle oluşur.(5, 68) Çalışmamızda %0.24 gözde miyelinli sinir lifi saptanmıştır. Beijing Eye Çalışması'nda normal popülasyonda sıklığı %0.4,(69) geniş çaplı otopsi çalışmasında ise %0.54 bulunmuştur.(70) Genellikle tesadüfen bulunmasına rağmen ambliyopi, miyopi ve şaşılık ile birlikte görülebilir.(68, 71) Görme keskinliği düzeyi miyelinizasyonun yerine, boyutlarına ve eşlik eden sorunlara bağlıdır. Miyelinli sinir lifleri bölgesinde neovaskülarizasyon, ven veya arter dal tıkanıklığı, vitreus kanaması gibi damarsal patolojiler görülebilir. Ayrıca nörofibromatosis Tip 1 ve Gorlin sendromu olan olgularda da rastlanabilir. Çoğu zaman boyutlarının değişmemesine karşın, progresyon veya regresyon da bildirilmiştir.(68) Regresyon, multipl skleroza bağlı gelişen optik nöropati, (72) Leber'in herediter optik nöropatisi, radyasyon retinopatisi(73), progresif diyabetik retinopati (74), lazer tedavisi sonrası, retinal arter tıkanıklığı ve kronik glokomda gözlenmiştir.(68) Miyelinli sinir liflerinin en sık alt temporalde yerleştiği görülmüştür.(69)

Disk kanamaları, glokomun gelişimi ve progresyonu için risk faktörüdür.(26, 75-76) Ocular Hypertension Treatment (OHT) çalışmasında kanamaların varlığı, oküler hipertansiyonun açık açılı glokoma progresyonu için risk faktörü olduğu saptanmıştır.(76) Ayrıca disk kanamaları β atrofi ile ilişkili bulunmuştur. Kanamalar, atrofi olan disklerde daha sık görülmekte ve atrofının en geniş olduğu bölgede yerleşmektedir.(59, 77-78) OD kanamaları, fundus fotoğraflarında muayeneden daha sık saptanmaktadır. Bu, fotoğrafların genellikle geniş pupilden çekilmesine ve daha uzun süre incelenebilmesine bağlı olabilir, muayenede ise pupil dar olabilmektedir ve muayene süresi daha kısıtlıdır.(76) Bizim çalışmamızda OD başında kanama %0.1 olguda görülmüştür. OHT çalışmasında disk kanamalarının insidansı %0.5,(76) Beijing Eye çalışmasında %1.2(26) bulunmuştur. Glokomlu olgularda ise kanama

görülme sıklığı artmaktadır. Araştırmaların arasındaki fark, OHT çalışmasındaki olguların tedavi almaları ve glokomlu olguların dahil edilmemesi ile açıklanabilir.(26, 76)

Çalışmamızda peripapiller atrofi, miyelinli sinir lifi ve disk kanamaları diğer çalışmalara göre daha az oranda saptanmıştır. Bu farklılıklar inceleme metodlarına ve araştırmacıların deneyimlerinin farklı olmasına bağlı olabilir.

GİB, SKK, HT, göz rengi, vücut kitle indeksi (VKİ) ile disk alanı, vertikal c/d oranı ve peripapiller atrofi arasında ilişki incelemesi.

Ocular Hypertension Treatment çalışmasında SKK ve GİB'in glokom gelişimi için risk faktörü oldukları saptanmıştır.(79) SKK'nın sadece doğru GİB ölçümünü etkilemekle kalmayıp optik sinir duyarlılığını etkileyebileceği de düşünülmektedir.(80-81) Çalışmamızda SKK'nın disk alanına etkisi bulunmamıştır. Tomais ve ark. da normal, oküler hipertansif ve glokomu olan olgularda SKK ve disk alanı ilişkisini incelemişler ama hiçbir grupta anlamlı ilişki saptamamışlardır.(81) Buna karşın Çankaya ve ark.'nın çalışmasında SKK ve disk alanı arasında negatif korelasyon saptanmıştır.(82) Beijing Eye popülasyon çalışmasında ise disk alanı büyük olan olgularda SKK'nın daha yüksek olduğu görülmüştür.(83) Çalışmalar arasındaki farklılıklar kullanılan farklı ölçüm metodlarına, araştırmacılara ve örnek dağılımı farklılıklarına bağlı olabilir. Çankaya ve ark.'nın çalışmasına Türk popülasyonundan 40-59 yaş arası sağlıklı 208 olgu, Beijing Eye çalışmasına ise Çin popülasyonundan 45 yaş üstü 3251 olgu dahil edilmiştir.

Çalışmamızda SKK'nın c/d oranına etkisi bulunmamıştır. Tomais ve ark.'nın çalışmasında glokomlu olgularda SKK'nın c/d oranı ile negatif korelasyonu saptansa da normal olgularda anlamlı ilişki saptanmamıştır.(81) Bu bulgular çalışmamıza benzerdir ve SKK'nın glokomlu ve oküler hipertansif olgularda daha önemli olduğunu göstermektedir. Glokomlu olgularda yapılan birçok diğer çalışmada da SKK ve c/d oranı arasında negatif korelasyon görülmüştür. Kornea kalınlığı incelendiğinde c/d oranında artış görülmüştür. Bu, ince kornea kalınlığının göziçi basıncının yanlış düşük ölçülmesine bağlı olabilir.(84-85)

Çalışmamızda GİB ile disk alanı ve vertikal c/d oranı arasında anlamlı ilişki

saptanmadı. Göziçi basıncı, SKK ve vertikal c/d oranı birlikte incelendiğinde, SKK artınca GİB da artmaktaydı, c/d oranında ise artış yoktu. Bu olgularda GİB'nin yüksek ölçülmesi, olguların glokomlu olduklarından değil, ki bunu normal vertikal c/d oranı da desteklemektedir, SKK'nın yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. SKK'nın GİB'ı ile pozitif korelasyon gösterdiği birçok çalışma ile kanıtlanmıştır.(86-88) Çalışmamızda GİB ile c/d oranı arasında ilişki bulunmaması SKK'nın etkisine bağlı olabilir. GİB 21mmHg altı ve 22mmHg üstü olarak gruplara ayrıldığında, SKK'da 22mmHg ve üstü olan grupta anlamlı artış saptandı, c/d oranında ise artış olmasına karşın fark anlamlı değildi.

OD boyutları da c/d oranlarını belirgin ölçüde etkilemektedir. Büyük diskler daha büyük, küçük diskler daha küçük c/d oranına sahip olabilmektedir, yani büyük disklerde geniş çukurluk her zaman patolojik değildir.(48) Çalışmamız da bu bulguları destekler niteliktedir. OD boyutları arttıkça c/d oranında da anlamlı artış saptadık. Buna karşın küçük disklerde henüz hiç çukurluk belirginleşmeden ciddi görme alanı kayıpları görülebilir.(48) OD boyutu bu nedenle her zaman değerlendirilmelidir.(2, 20, 25, 89)

Çalışmamızda iris rengi ile sağ ve sol gözdeki disk alanı boyutları arasında anlamlı ilişki saptanmadı ($p>0.05$). Disk boyutlarının iris rengi ile ilişkisi diğer çalışmalarda da araştırılmış fakat anlamlı bir sonuç bulunamamıştır.(63)

Çalışmamızda c/d oranının, yaş, cinsiyet, vücut kitle indeksi (VKİ), GİB ve sistemik kan basıncı ile ilişkisi araştırılmıştır. Göziçi basıncı, VKİ, cinsiyet ve yaşın c/d oranına etkisini saptayamadık. Bütün yaş gruplarında ve cinsiyetler arasında c/d oranı benzerdi. Fakat düşük sistolik ve diyastolik kan basıncının daha yüksek c/d oranı ile ilişkili olduğunu gördük ($p<0.05$). Durukan ve ark.'nın çalışmasında ise c/d oranı cinsiyetler arasında değişmemekte, yaşla birlikte artmaktaydı. Bu çalışmada farklı olarak vertikal c/d oranı değil, c/d alan oranı kullanılmıştır, ayrıca ölçümler HRT ile yapılmıştır, bizim çalışmamızda ise planimetrik ölçümler kullanılmıştır.(42) Bu nedenle iki çalışma arasındaki uyumsuzluğun kullanılan yöntemlerin farklılıklarına bağlı olabileceğini düşündük. Amerasinghe N. ve ark.'ın çalışmasına 40 yaş üstü 3280 kişide yaptığı çalışmada vertikal c/d oranının yaşla, erkek cinsiyetle, yüksek GİB, düşük VKİ ve düşük diyastolik kan basıncı ile arttığı görülmüştür. Göziçi basıncı c/d oranının en önemli belirleyicisi bulunmuştur.(90) Bu

Çalışmada GİB'ı aplanasyon tonometresi ile, c/d oranı ise biyomikroskopta slit ışık ile ölçülmüştür. Bizim alışmamızda ise GİB'ı Tono-pen, c/d oranı ise planimetrik olarak ölçüldü. Aradaki fark yöntemlerin aynı olmamasına bağlı olabilir.

6. SONUÇ

Optik disk değerlendirmesi, glokom başta olmak üzere birçok intraoküler ve sistemik hastalığın tanı ve takibinde önemlidir. Çalışmamızda Eskişehir bۆlgesinde 40 yaş üstü popölasyonda OD parametrelerinin oküler, sistemik ve demografik faktörlerle ilişkisi değerlendirilmiştir.

Bu alışma Eskişehir ili Kaymaz Beldesi, Esentepe, şirintepe ve Osmangazi Semtlerine bağlı sağlık ocakları kayıtlarından ulaşılan 40 yaş ve üstündeki 5184 kişiden planimetrik OD ölçümleri yapılan 3038 kişi ile yapıldı. Optik disk özellikleri nonmidriyatik fundus kamera ile çekilen gözdeki fotoğraflarından elde edildi. Disk ve çukurluk boyutları, c/d oranları, gözdeki fotoğraflarında planimetrik ölçümler yapılarak elde edildi. Hastaların demografik özellikleri, GİB ve SKK ölçümleri anketlerde mevcuttu.

Ortalama disk alanı ve çukurluk alanı sağ gözlerde 2.46 ± 0.46 ve 0.44 ± 0.2 , sol gözlerde 2.48 ± 0.46 ve $0.42 \pm 0.2 \text{ mm}^2$ ölçüldü. Yaş ortalaması 56.6 ± 10.4 idi. Kadınlarda ortalama disk ve çukurluk alanı 2.46 ve 0.43 mm^2 , erkeklerde ise 2.48 ve 0.44 mm^2 ölçüldü. Ortalama vertikal c/d oranı ve c/d alan oranları sağ gözlerde sırasıyla 0.35 ve 0.37 , sol gözlerde 0.35 ve 0.36 bulundu. Yaş ve cinsiyetin c/d oranlarına etkisi bulunmadı. Peripapiller atrofi dağılımına bakıldığında toplam %22.8 gözde alfa atrofi, %7.45 beta atrofi saptandı. Tilted disk, OD'te solukluk, miyelinli sinir lifi ve diskte kanama, sağ gözlerde sırasıyla %0.94, %0.3, %0.24, %0.07; sol gözlerde sırasıyla %0.94, %0.2, %0.24, %0.1 bulundu.

Göziçi basıncının disk alanı ve vertikal c/d oranı ile anlamlı ilişkisi bulunmadı. Santral kornea kalınlığının disk alanı ve vertikal c/d oranı ile de anlamlı ilişkisi bulunmadı. Disk alanı arttıkça vertikal c/d oranında da artış görüldü. İris rengi ile disk alanı arasında ilişki saptanmadı. Peripapiller atrofi kahverengi gözlerde daha fazla idi. Bunun, kahverengi göz sayısının fazla olmasından kaynaklanabileceği düşünölmüştür. Vücut kitle indeksinin de disk alanına ve vertikal c/d oranına etkisi bulunmamıştır.

Sonuç olarak bu çalışmada Türk toplumunda disk boyutları ve demografik

zellikler ile ilişkisi incelenmiş olup normal veri dağılımı elde edilmeye çalışılmıştır. Bu verilerin inceleme metoduna, inceleyen kişiye ve topluma göre farklılık gösterdiğini hatırd tutmak gerekmektedir.

KAYNAKLAR

1. Williams ZP-K, T. Schuman, JS. Disc analysis. 2nd edition ed: St.Louis: Mosby; 2004.
2. Greenfield DS, Weinreb RN. Role of optic nerve imaging in glaucoma clinical practice and clinical trials. *Am J Ophthalmol* 2008;145:598-603.
3. Fingeret M, Medeiros FA, Susanna R, Jr., Weinreb RN. Five rules to evaluate the optic disc and retinal nerve fiber layer for glaucoma. *Optometry* 2005;76:661-8.
4. Lamoureux EL, Lo K, Ferraro JG, Constantinou M, Keeffe JE, Muller A, Taylor HR. The agreement between the Heidelberg Retina Tomograph and a digital nonmydriatic retinal camera in assessing area cup-to-disc ratio. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006;47:93-8.
5. American Academy of Ophthalmology Basic and Clinical Science Course. In: *Fundamentals and principles of ophthalmology*: LEO; 2008.
6. Weinreb RN, Khaw PT. Primary open-angle glaucoma. *Lancet* 2004;363:1711-20.
7. Riordan-Eva P. Clinical assessment of optic nerve disorders. *Eye (Lond)* 2004;18:1161-8.
8. Arthur SN, Aldridge AJ, De Leon-Ortega J, McGwin G, Xie A, Girkin CA. Agreement in assessing cup-to-disc ratio measurement among stereoscopic optic nerve head photographs, HRT II, and Stratus OCT. *J Glaucoma* 2006;15:183-9.
9. Jayasundera T, Danesh-Meyer HV, Donaldson M, Gamble G. Agreement between stereoscopic photographs, clinical assessment, Heidelberg retina tomograph and digital stereoscopic optic disc camera in estimating vertical cup:disc ratio. *Clin Experiment Ophthalmol* 2005;33:259-63.

10. Hanson S, Krishnan SK, Phillips J. Observer experience and Cup:Disc ratio assessment. *Optom Vis Sci* 2001;78:701-5.
11. Bourne RR, Foster PJ, Bunce C, Peto T, Hitchings RA, Khaw PT, Seah SK, Garway-Heath DF. The morphology of the optic nerve head in the Singaporean Chinese population (the Tanjong Pagar study): part 1--Optic nerve head morphology. *Br J Ophthalmol* 2008;92:303-9.
12. Jonas JB, Budde WM, Panda-Jonas S. Ophthalmoscopic evaluation of the optic nerve head. *Surv Ophthalmol* 1999;43:293-320.
13. Miglior S, Brigatti L, Velati P, Balestreri C, Rossetti L, Bujtar E, Orzalesi N. Relationship between morphometric optic disc parameters, sex and axial length. *Curr Eye Res* 1994;13:119-24.
14. Varma R, Tielsch JM, Quigley HA, Hilton SC, Katz J, Spaeth GL, Sommer A. Race-, age-, gender-, and refractive error-related differences in the normal optic disc. *Arch Ophthalmol* 1994;112:1068-76.
15. Zangwill LM, van Horn S, de Souza Lima M, Sample PA, Weinreb RN. Optic nerve head topography in ocular hypertensive eyes using confocal scanning laser ophthalmoscopy. *Am J Ophthalmol* 1996;122:520-5.
16. Susanna R, Jr., Vessani RM. New findings in the evaluation of the optic disc in glaucoma diagnosis. *Curr Opin Ophthalmol* 2007;18:122-8.
17. Meyer T, Howland HC. How large is the optic disc? Systematic errors in fundus cameras and topographers. *Ophthalmic Physiol Opt* 2001;21:139-50.
18. Marsh BC, Cantor LB, Wudunn D, Hoop J, Lipyanik J, Patella VM, Budenz DL, Greenfield DS, Savell J, Schuman JS, Varma R. Optic Nerve Head (ONH) Topographic Analysis by Stratus OCT in Normal Subjects: Correlation to Disc Size, Age, and Ethnicity. *J Glaucoma* 2009.
19. Kanski JJ. Glaucomas. In: Kanski JJ, ed. *Clinical Ophthalmology*. 4th ed: St.Louis: Mosby; 2001.

20. Xu L, Wang Y, Yang H, Zhang L, Jonas JB. Size of the neuroretinal rim and optic cup and their correlations with ocular and general parameters in adult Chinese: the Beijing eye study. *Br J Ophthalmol* 2007;91:1616-9.
21. Jonas JB, Gusek GC, Naumann GO. Optic disc, cup and neuroretinal rim size, configuration and correlations in normal eyes. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1988;29:1151-8.
22. Uchida H, Brigatti L, Caprioli J. Detection of structural damage from glaucoma with confocal laser image analysis. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1996;37:2393-401.
23. Wang Y, Xu L, Jonas JB. Shape of the neuroretinal rim and its correlations with ocular and general parameters in adult chinese: the beijing eye study. *Am J Ophthalmol* 2007;144:462-4.
24. Quigley HA, Brown AE, Morrison JD, Drance SM. The size and shape of the optic disc in normal human eyes. *Arch Ophthalmol* 1990;108:51-7.
25. Crowston JG, Hopley CR, Healey PR, Lee A, Mitchell P. The effect of optic disc diameter on vertical cup to disc ratio percentiles in a population based cohort: the Blue Mountains Eye Study. *Br J Ophthalmol* 2004;88:766-70.
26. Jonas JB, Xu L, Wang YX. The Beijing Eye Study. *Acta Ophthalmol* 2009;87:247-61.
27. Wang Y, Xu L, Zhang L, Yang H, Ma Y, Jonas JB. Peripapillary atrophy in elderly Chinese in rural and urban Beijing. *Eye (Lond)* 2008;22:261-6.
28. Jonas JB. Clinical implications of peripapillary atrophy in glaucoma. *Curr Opin Ophthalmol* 2005;16:84-8.
29. Pineles SL, Demer JL. Bilateral abnormalities of optic nerve size and eye shape in unilateral amblyopia. *Am J Ophthalmol* 2009;148:551-7 e2.

30. Lempert P. Optic nerve hypoplasia and small eyes in presumed amblyopia. *J AAPOS* 2000;4:258-66.
31. You QS, Xu L, Jonas JB. Prevalence of crowded optic discs in adult Chinese. The Beijing Eye Study. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2008;246:1291-3.
32. Ruben S. Estimation of optic disc size using indirect biomicroscopy. *Br J Ophthalmol* 1994;78:363-4.
33. Arslan F. Oftalmolojide Görüntüleme Yöntemleri; XIX. Ulusal Oftalmoloji Kursu.
34. Bengtsson B, Krakau CE. Correction of optic disc measurements on fundus photographs. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 1992;230:24-8.
35. Jonas JB, Mardin CY, Grundler AE. Comparison of measurements of neuroretinal rim area between confocal laser scanning tomography and planimetry of photographs. *Br J Ophthalmol* 1998;82:362-6.
36. Coops A, Henson DB, Kwartz AJ, Artes PH. Automated analysis of heidelberg retina tomograph optic disc images by glaucoma probability score. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006;47:5348-55.
37. Strouthidis NG, Garway-Heath DF. New developments in Heidelberg retina tomograph for glaucoma. *Curr Opin Ophthalmol* 2008;19:141-8.
38. Sakata LM, Deleon-Ortega J, Sakata V, Girkin CA. Optical coherence tomography of the retina and optic nerve - a review. *Clin Experiment Ophthalmol* 2009;37:90-9.
39. Ortega Jde L, Kakati B, Girkin CA. Artifacts on the optic nerve head analysis of the optical coherence tomography in glaucomatous and nonglaucomatous eyes. *J Glaucoma* 2009;18:186-91.
40. Da Pozzo S, Marchesan R, Ravalico G. Scanning laser polarimetry - a review. *Clin Experiment Ophthalmol* 2009;37:68-80.

41. Kunimatsu S, Tomidokoro A, Saito H, Aihara M, Tomita G, Araie M. Performance of GDx VCC in eyes with peripapillary atrophy: comparison of three circle sizes. *Eye (Lond)* 2008;22:173-8.
42. Durukan AH, Yucel I, Akar Y, Bayraktar MZ. Assessment of optic nerve head topographic parameters with a confocal scanning laser ophthalmoscope. *Clin Experiment Ophthalmol* 2004;32:259-64.
43. Ohkubo S, Takeda H, Higashide T, Sasaki T, Sugiyama K. A pilot study to detect glaucoma with confocal scanning laser ophthalmoscopy compared with nonmydriatic stereoscopic photography in a community health screening. *J Glaucoma* 2007;16:531-8.
44. Wang Y, Xu L, Zhang L, Yang H, Ma Y, Jonas JB. Optic disc size in a population based study in northern China: the Beijing Eye Study. *Br J Ophthalmol* 2006;90:353-6.
45. Spencer AF, Sadiq SA, Pawson P, Vernon SA. Vertical optic disk diameter: discrepancy between planimetric and SLO measurements. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1995;36:796-803.
46. Thomas R, George R, Muliylil J, Jonas JB. Correlation of confocal laser scanning tomography with planimetric photographic measurements of the optic disc in a normal South Indian population: the Vellore Eye Study. *Indian J Ophthalmol* 2005;53:289-94.
47. Barkana Y, Harizman N, Gerber Y, Liebmann JM, Ritch R. Measurements of optic disk size with HRT II, Stratus OCT, and funduscopy are not interchangeable. *Am J Ophthalmol* 2006;142:375-80.
48. Sekhar GC, Prasad K, Dandona R, John RK, Dandona L. Planimetric optic disc parameters in normal eyes: a population-based study in South India. *Indian J Ophthalmol* 2001;49:19-23.

49. Iester M, Broadway DC, Mikelberg FS, Drance SM. A comparison of healthy, ocular hypertensive, and glaucomatous optic disc topographic parameters. *J Glaucoma* 1997;6:363-70.
50. Larrosa JM, Polo V, Perez-Inigo A, Ferreras A, Garcia-Feijoo J, Anton A, Honrubia FM. [Optic nerve head parameters as measured by confocal scanning laser (Heidelberg Retina Tomograph II) in normal, ocular hypertensive and glaucomatous subjects]. *Arch Soc Esp Oftalmol* 2008;83:407-15.
51. Quigley HA, Addicks EM, Green WR. Optic nerve damage in human glaucoma. III. Quantitative correlation of nerve fiber loss and visual field defect in glaucoma, ischemic neuropathy, papilledema, and toxic neuropathy. *Arch Ophthalmol* 1982;100:135-46.
52. Sommer A, Katz J, Quigley HA, Miller NR, Robin AL, Richter RC, Witt KA. Clinically detectable nerve fiber atrophy precedes the onset of glaucomatous field loss. *Arch Ophthalmol* 1991;109:77-83.
53. Abrams LS, Scott IU, Spaeth GL, Quigley HA, Varma R. Agreement among optometrists, ophthalmologists, and residents in evaluating the optic disc for glaucoma. *Ophthalmology* 1994;101:1662-7.
54. Parkin B, Shuttleworth G, Costen M, Davison C. A comparison of stereoscopic and monoscopic evaluation of optic disc topography using a digital optic disc stereo camera. *Br J Ophthalmol* 2001;85:1347-51.
55. Medeiros FA, Zangwill LM, Bowd C, Vasile C, Sample PA, Weinreb RN. Agreement between stereophotographic and confocal scanning laser ophthalmoscopy measurements of cup/disc ratio: effect on a predictive model for glaucoma development. *J Glaucoma* 2007;16:209-14.
56. Arvind H, George R, Raju P, Ramesh SV, Mani B, Kannan P, Vijaya L. Agreement between clinical estimates and planimetric measures of vertical cup:disc ratio. *Clin Experiment Ophthalmol* 2007;35:881-2.

57. Kwon YH, Adix M, Zimmerman MB, Piette S, Greenlee EC, Alward WL, Abramoff MD. Variance owing to observer, repeat imaging, and fundus camera type on cup-to-disc ratio estimates by stereo planimetry. *J Glaucoma* 2009;18:305-10.
58. Arvind H, George R, Raju P, Ve RS, Mani B, Kannan P, Vijaya L. Neural rim characteristics of healthy South Indians: the Chennai Glaucoma Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2008;49:3457-64.
59. Radcliffe NM, Liebmann JM, Rozenbaum I, Sbeity Z, Sandler SF, Tello C, Ritch R. Anatomic relationships between disc hemorrhage and parapapillary atrophy. *Am J Ophthalmol* 2008;146:735-40.
60. Jonas JB, Martus P, Horn FK, Junemann A, Korth M, Budde WM. Predictive factors of the optic nerve head for development or progression of glaucomatous visual field loss. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2004;45:2613-8.
61. Xu L, Wang Y, Yang H, Jonas JB. Differences in parapapillary atrophy between glaucomatous and normal eyes: the Beijing Eye Study. *Am J Ophthalmol* 2007;144:541-6.
62. Jonas JB, Xu L. Optic disc morphology in eyes after nonarteritic anterior ischemic optic neuropathy. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1993;34:2260-5.
63. Jonas JB, Budde WM, Stroux A, Oberacher-Velten IM. Iris colour, optic disc dimensions, degree and progression of glaucomatous optic nerve damage. *Clin Experiment Ophthalmol* 2006;34:654-60.
64. Vongphanit J, Mitchell P, Wang JJ. Population prevalence of tilted optic disks and the relationship of this sign to refractive error. *Am J Ophthalmol* 2002;133:679-85.
65. You QS, Xu L, Jonas JB. Tilted optic discs: The Beijing Eye Study. *Eye (Lond)* 2008;22:728-9.

66. Johnson LN, Arnold AC. Incidence of nonarteritic and arteritic anterior ischemic optic neuropathy. Population-based study in the state of Missouri and Los Angeles County, California. *J Neuroophthalmol* 1994;14:38-44.
67. Hattenhauer MG, Leavitt JA, Hodge DO, Grill R, Gray DT. Incidence of nonarteritic anterior ischemic optic neuropathy. *Am J Ophthalmol* 1997;123:103-7.
68. Tarabishy AB, Alexandrou TJ, Traboulsi EI. Syndrome of myelinated retinal nerve fibers, myopia, and amblyopia: a review. *Surv Ophthalmol* 2007;52:588-96.
69. You Q, Xu L, Jonas JB. Prevalence of myelinated retinal nerve fibres in urban and rural adult Chinese populations: the Beijing Eye Study. *Acta Ophthalmol Scand* 2007;85:631-2.
70. Straatsma BR, Foos RY, Heckenlively JR, Taylor GN. Myelinated retinal nerve fibers. *Am J Ophthalmol* 1981;91:25-38.
71. Lee MS, Gonzalez C. Unilateral peripapillary myelinated retinal nerve fibers associated with strabismus, amblyopia, and myopia. *Am J Ophthalmol* 1998;125:554-6.
72. Sharpe JA, Sanders MD. Atrophy of myelinated nerve fibres in the retina in optic neuritis. *Br J Ophthalmol* 1975;59:229-32.
73. Mashayekhi A, Shields CL, Shields JA. Disappearance of retinal myelinated nerve fibers after plaque radiotherapy for choroidal melanoma. *Retina* 2003;23:572-3.
74. Gentile RC, Torqueti-Costa L, Bertolucci A. Loss of myelinated retinal nerve fibres in diabetic retinopathy. *Br J Ophthalmol* 2002;86:1447.
75. Ishida K, Yamamoto T, Sugiyama K, Kitazawa Y. Disk hemorrhage is a significantly negative prognostic factor in normal-tension glaucoma. *Am J Ophthalmol* 2000;129:707-14.

76. Budenz DL, Anderson DR, Feuer WJ, Beiser JA, Schiffman J, Parrish RK, 2nd, Piltz-Seymour JR, Gordon MO, Kass MA. Detection and prognostic significance of optic disc hemorrhages during the Ocular Hypertension Treatment Study. *Ophthalmology* 2006;113:2137-43.
77. Jonas JB, Martus P, Budde WM, Hayler J. Morphologic predictive factors for development of optic disc hemorrhages in glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2002;43:2956-61.
78. Ahn JK, Kang JH, Park KH. Correlation between a disc hemorrhage and peripapillary atrophy in glaucoma patients with a unilateral disc hemorrhage. *J Glaucoma* 2004;13:9-14.
79. Gordon MO, Beiser JA, Brandt JD, Heuer DK, Higginbotham EJ, Johnson CA, Keltner JL, Miller JP, Parrish RK, 2nd, Wilson MR, Kass MA. The Ocular Hypertension Treatment Study: baseline factors that predict the onset of primary open-angle glaucoma. *Arch Ophthalmol* 2002;120:714-20; discussion 829-30.
80. Kaushik S, Gyatsho J, Jain R, Pandav SS, Gupta A. Correlation between retinal nerve fiber layer thickness and central corneal thickness in patients with ocular hypertension: an optical coherence tomography study. *Am J Ophthalmol* 2006;141:884-90.
81. Tomais G, Georgopoulos G, Koutsandrea C, Moschos M. Correlation of central corneal thickness and axial length to the optic disc and peripapillary atrophy among healthy individuals, glaucoma and ocular hypertension patients. *Clin Ophthalmol* 2008;2:981-8.
82. Cankaya AB, Elgin U, Batman A, Acaroglu G. Relationship between central corneal thickness and parameters of optic nerve head topography in healthy subjects. *Eur J Ophthalmol* 2008;18:32-8.

83. Zhang H, Xu L, Chen C, Jonas JB. Central corneal thickness in adult Chinese. Association with ocular and general parameters. The Beijing Eye Study. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2008;246:587-92.
84. Gunvant P, Porsia L, Watkins RJ, Bayliss-Brown H, Broadway DC. Relationships between central corneal thickness and optic disc topography in eyes with glaucoma, suspicion of glaucoma, or ocular hypertension. *Clin Ophthalmol* 2008;2:591-9.
85. Kniestedt C, Lin S, Choe J, Nee M, Bostrom A, Sturmer J, Stamper RL. Correlation between intraocular pressure, central corneal thickness, stage of glaucoma, and demographic patient data: prospective analysis of biophysical parameters in tertiary glaucoma practice populations. *J Glaucoma* 2006;15:91-7.
86. Wong TT, Wong TY, Foster PJ, Crowston JG, Fong CW, Aung T. The relationship of intraocular pressure with age, systolic blood pressure, and central corneal thickness in an asian population. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2009;50:4097-102.
87. Kotecha A, Crabb DP, Spratt A, Garway-Heath DF. The relationship between diurnal variations in intraocular pressure measurements and central corneal thickness and corneal hysteresis. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2009;50:4229-36.
88. Su DH, Wong TY, Foster PJ, Tay WT, Saw SM, Aung T. Central corneal thickness and its associations with ocular and systemic factors: the Singapore Malay Eye Study. *Am J Ophthalmol* 2009;147:709-16 e1.
89. Garway-Heath DF, Ruben ST, Viswanathan A, Hitchings RA. Vertical cup/disc ratio in relation to optic disc size: its value in the assessment of the glaucoma suspect. *Br J Ophthalmol* 1998;82:1118-24.
90. Amerasinghe N, Wong TY, Wong WL, Mitchell P, Shen SY, Loon SC, Saw SM, Foster PJ, Aung T. Determinants of the optic cup to disc ratio in an

Asian population: the Singapore Malay Eye Study (SiMES). Arch Ophthalmol 2008;126:1101-8.

