

Goldmann Aplanasyon Tonometresi ve Pascal Dinamik Kontur Tonometrenin Karşılaştırılması ve Merkezi Kornea Kalınlığının Göz İçi Basıncı Ölçümlerine Etkisi

Comparison of Goldmann Applanation Tonometry and Pascal Dynamic Contour Tonometry and the Effect of Central Corneal Thickness on Intraocular Pressure Measurements

Eyyüp KARAHAN¹, Üzeyir GÜNENÇ², Gül ARIKAN¹, Mehmet Hilmi ERGİN²

Klinik Çalışma

Original Article

ÖZ

Amaç: Bu çalışmadaki amacımız, primer açık açılı glokom (PAAG), oküler hipertansiyon (OHT) ve kontrol grubu olgularında Goldmann aplanasyon tonometresi (GAT) ve Pascal dinamik kontur tonometre (DKT) yöntemlerini karşılaştırmak, merkezi kornea kalınlığı (MKK) ve diğer kornea özelliklerinin ölçümlere etkisini değerlendirmektir.

Gereç ve Yöntem: PAAG'lu 50 olgu, OHT'lu 43 olgu ve 50 kontrol grubu olgusunun GİB, GAT ve DKT yöntemleriyle ölçüldü. Tüm olguların MKK, ultrasonik pakimetri ile belirlendi. Olguların korneal eğrilik ve astigmatizma değerleri tespit edildi. Tüm gruplarda GAT ve DKT yöntemleri karşılaştırıldı. MKK ve diğer kornea özelliklerinin GİB ölçüm yöntemlerine etkisi incelendi.

Bulgular: Tüm gruplarda GAT ve DKT yöntemleri ile yapılan ölçümler birbiri ile uyum gösterdi. DKT ile yapılan ölçümler PAAG ve kontrol grubunda GAT'a göre anlamlı derecede yüksekti. OHT grubunda DKT ve GAT ölçüm değerleri arasında anlamlı fark yoktu. DKT ve GAT arasındaki GİB değeri farkı, düşük GİB değerlerinde daha fazla iken yüksek GİB değerlerinde farkın azaldığı tespit edildi. MKK, OHT grubundaki olgularda PAAG ve kontrol grubundaki olgulara göre anlamlı derecede kalındı. GAT ve DKT değerlerinin MKK ile uyum gösterdiği görüldü fakat GAT ve MKK arasındaki korelasyon GAT ve DKT arasındaki korelasyona göre daha fazlaydı. OHT grubuna göre daha ince kornea kalınlığı olan PAAG ve normal gruptaki olgularda DKT ile GAT arasındaki GİB değeri farkı daha fazla idi. GAT ve DKT yöntemlerinin, korneal kurtatür, korneal astigmatizma ve yaş faktörleri ile ilişkili olmadığı belirlendi.

Sonuç: GAT'a göre MKK'ından daha az ekilenen DKT yöntemi, günlük pratikte kullanılabilir bir yöntemdir. Glokom teşhisinde DKT yöntemi için yeni eşik GİB değerleri belirlenmelidir.

Anahtar Kelimeler: Pascal dinamik kontur tonometre, Goldmann aplanasyon tonometresi, primer açık açılı glokom, oküler hipertansiyon, santral kornea kalınlığı.

ABSTRACT

Purpose: To compare Pascal dynamic contour tonometry (DCT) and Goldmann applanation tonometry (GAT) in patients with primary open angle glaucoma (POAG) and ocular hypertension (OHT) and a control group, and to evaluate the effect of central corneal thickness (CCT) on measurements of intraocular pressure (IOP).

Materials and Methods: The IOP of 50 patients with POAG, 43 patients with OHT, and 50 subjects in the control group was measured with GAT and DCT. The CCT was measured by ultrasound pachimetry.

Results: GAT and DCT measurements were correlated in all groups. The measurements obtained with DCT were significantly higher than GAT measurements in the POAG and control groups. There was no significant difference between GAT and DCT in the OHT group. The difference between DCT and GAT was greater in patients with low IOP levels, whereas the difference was smaller in those with high IOP levels. The CCT in the group with OHT was significantly higher than that in the controls and patients with POAG. GAT and DCT were correlated with CCT but the correlation between GAT and CCT was higher than the correlation between DCT and CCT. The difference in IOP measurements between DCT and GAT was higher in patients in the POAG and control groups, which had lower CCT than the OHT group.

Conclusion: This study suggests that DCT is a reliable method for measuring intraocular pressure and is influenced by CCT less than GAT.

Key Words: Pascal dynamic contour tonometry, Goldmann applanation tonometry, primary open angle glaucoma, ocular hypertension, central corneal thickness.

Glo-Kat 2009;4:150-156

Geliş Tarihi : 24/03/2009

Kabul Tarihi : 29/06/2009

Received : March 24, 2009

Accepted : June 29, 2009

1- Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları A.D., İzmir, Uzm. Dr.
2- Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları A.D., İzmir, Prof. Dr.

1- M.D. Dokuz Eylül University School of Medicine, Department of Ophthalmology İzmir / TURKEY
KARAHAN E.,
ARIKAN G., gulozden@hotmail.com
2- M.D. Professor, Dokuz Eylül University School of Medicine, Department of Ophthalmology İzmir / TURKEY
GÜNENÇ U., ugunenc@deu.edu.tr
ERGİN M.H., mehmet.ergin@deu.edu.tr
Correspondence: M.D. Professor Üzeyir GÜNENÇ
Dokuz Eylül University School of Medicine, Department of Ophthalmology İzmir / TURKEY

GİRİŞ

Goldmann Aplanasyon Tonometresi (GAT), 1957 yılında üretilmiştir ve günümüzde göz içi basıncı (GİB) ölçümünde altın standart olarak kabul edilmektedir ama GAT'nin kornea kalınlığından ve yapısal sertlikten etkilenme gibi dezavantajları vardır.¹⁻⁵ GAT, kornea kalınlığı standart olarak 520 μ m kabul edilerek kalibre edilmiş bir cihazdır. İnce ve kalın kornealarda düşük veya yüksek GİB değeri ölçümleri yapabilmektedir.^{3,4,6} Kalın kornea nedeniyle bazı hastaların sınıflandırılmalarında hatalar olabilirken,⁷ ince kornea nedeniyle GİB düşük ölçülen hastaların tanısında ve dolayısıyla tedavisinde gecikmeler olabilmektedir.⁸

Artmış kornea kalınlıklarında yanlış yüksek veya azalmış kornea kalınlıklarında yanlış düşük GİB değerlerinin saptanmasından kaçınmak için GİB ölçümü yapan cihazların kornea kalınlığından asgari etkilenip gerçek değerlere yakın ölçümler yapmaları gerekliliği gündeme gelmiştir. Pascal Dinamik Kontur Tonometre (DKT), gözün deformasyonuna neden olmadan GİB ölçümü yapılmasını sağlayan bir yöntemdir. Dolayısıyla kornea özelliklerinden bağımsız GİB ölçümü yapmak için tasarlanmıştır.⁹ DKT, hassas tonometre ucu ile kornea yüzeyi arasındaki aralımda GİB ölçümü yapar. DKT ucu kornea merkezine değeri ve korneanın iç ve dışında basınç eşitliği sağlayacak şekilde hafifçe korneanın kendi konkav eğriliğinin şeklini almaya yönelir. Bu esnada basınç algılayıcısı GİB'ini ölçer. Bu çalışmadaki amacımız, primer açık açılı glokom (PAAG), oküler hipertansiyon (OHT) ve sağlıklı kontrol grubu hastalarında GAT ve DKT ile ölçülen GİB değerlerinin karşılaştırılması ve merkezi kornea kalınlığının (MKK) ve diğer kornea özelliklerinin bu ölçümler üzerindeki etkisinin araştırılmasıdır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmaya, kliniğimizde tanıları konmuş ve takipleri yapılmakta olan hastalar arasından PAAG'u olan 50 olgu, OHT tanısı alan 43 olgu ve kontrol grubu olarak poliklinikte rutin göz muayenesi yapılan hastalar arasından rastgele olarak seçilen 50 olgu alındı. Tüm olguların sadece sağ gözlerinde yapılan ölçümler değerlendirilmeye alındı. Grupların belirlenmesinde aşağıdaki kriterler kullanıldı.

PAAG grubuna dahil edilme kriterleri

- Tipik glokomatöz optik disk çukurlaşması: Cup/disk (C/D) oranı 0.5'in üzerinde olması veya iki göz arasındaki C/D oranı farkı 0.2'den büyük olması, nöroretinal rimde incelleme olması.
- Tipik glokomatöz görme alanı defekti: Lokalize defekt, parasantral skotom, Bjerrum skotomu, nasal step, temporal sektör defekti, diffüz defekt bulunması.
- Açık ön kamara açısı olması.
- Tedavisiz GİB'ı 21 mmHg üzerinde olması.

OHT grubuna dahil edilme kriterleri

- GİB değerinin ayrı günlerde alınan en az iki ölçümde 22 mmHg ve üzerinde olması.
- İndirekt oftalmoskopi ve +78 diyoptrilik (D) lens ile yapılan fundus muayenesinde glokomatöz değişiklik saptanmaması.
- Görme alanı sonuçlarının tamamen doğal olması.
- Yeni tanı alan hastalarda, diüurnal göz içi basıncı ölçümlerinde 5 mmHg'dan düşük gün içi değişim olması.

Tablo1: PAAG, OHT ve kontrol grubunda GAT ve DKT ölçümlerinin karşılaştırılması.

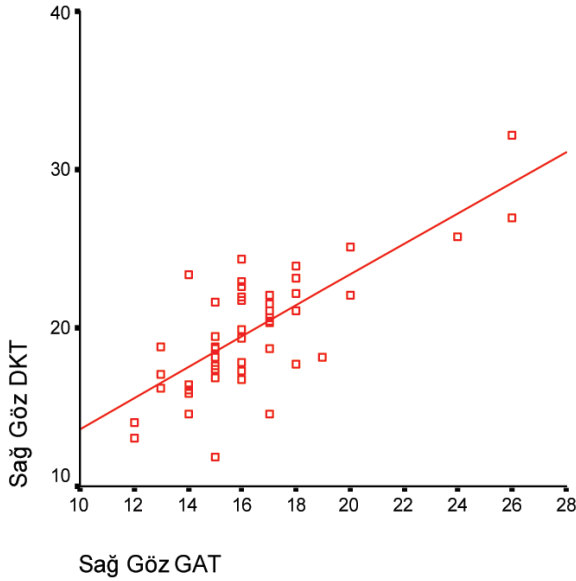
	PAAG (n=50)	p	OHT (n=43)	p	Kontrol (n=50)	p	Toplam (n=143)	p
GAT	16.4±2.9 mmHg	0.000	22.8±1.1 mmHg	0.862	15.6±1 mmHg	0.000	18.1±3.7 mmHg	0.000
DKT	19.8±3.7 mmHg		22.8±2.8 mmHg		18.8±2.5 mmHg		20.4±3 mmHg	

t-Test

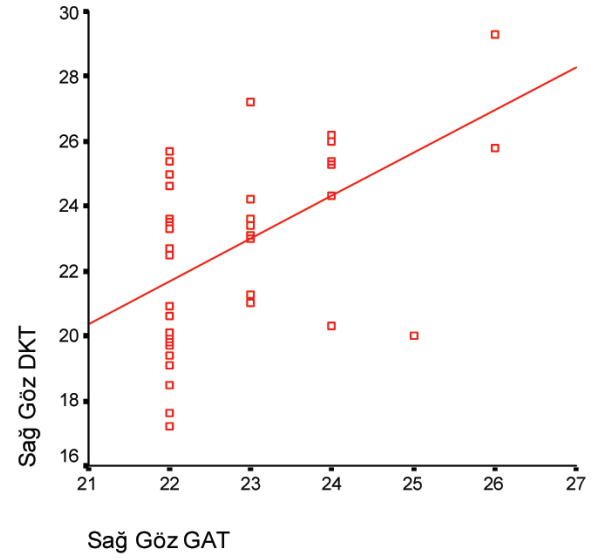
Tablo2: PAAG, OHT, kontrol grubunun MKK ölçümleri ve karşılaştırılması.

MKK	PAAG	OHT	Kontrol	p	Post-hoc*
	(a)	(b)	(c)		
n	50	43	50		
Ort ± SD	544.4±26 μ m	576.3±32 μ m	544.3±28.6 μ m	0.000	b>(a=c)
Minimum	493 μ m	485 μ m	481 μ m		
Maksimum	608 μ m	660 μ m	617 μ m		

ANOVA *Tukey HSD post hoc test sonucu, μ m:mikrometre.



Grafik 1: PAAG grubunda GAT ölçümleri ile DKT ölçümlerinin Pearson korelasyon analizi ile karşılaştırılması. ($R=0.743$, $p=0.001$)



Grafik 2: OHT grubunda GAT ölçümleri ile DKT ölçümlerinin Pearson korelasyon analizi ile karşılaştırılması. ($R=0.514$, $P=0.000$)

Kontrol grubuna dahil edilme kriterleri

- GİB yükselmesi öyküsü olmaması.
- İndirekt oftalmoskop ve +78 D ile yapılan fundus muayenesinde glokomatöz değişiklik saptanmaması.
- Görme alanı sonuçlarının tamamen doğal olması.

PAAG, OHT ve kontrol grubunda, korneal patoloji (ödem, skar, distrofi) olanlar, 2 D'den yüksek astigmatizması olanlar, oküler cerrahi öyküsü olanlar, DKT ölçümlerinde ölçüm güvenilirliğini gösteren Q değeri 3'ün üstünde olanlar çalışma grubundan çıkarıldı. Olgularda otorefraktometre ile keratometri ölçümü yapıldı ve refraksiyon durumu belirlendi. Snellen eşeli ile görme keskinliği bakıldı, biyomikroskop ile ön segment muayenesi yapıldı, gonyoskopi ile iridokorneal açı değerlendirildi, indirekt oftalmoskop ve +78 D lens ile fundus muayenesi yapıldı.

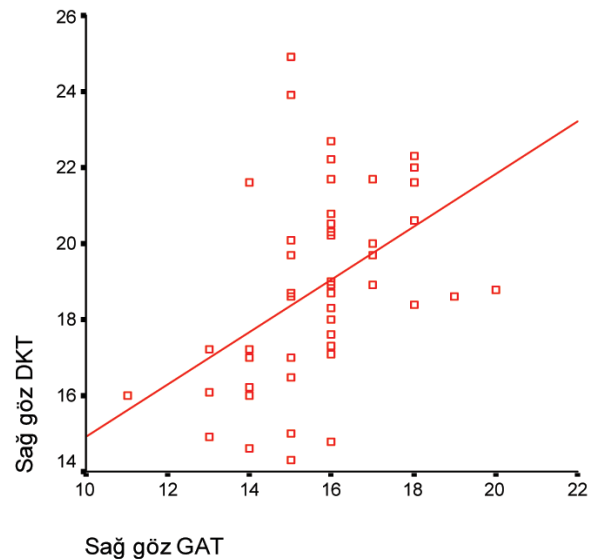
İlk ölçüm yöntemi, tek numara verilen olgularda GAT, çift numara verilen olgularda DKT olarak belirlendi. İlk aletle ölçüm yapıldıktan sonra ikinci aletle ölçüm yapılmadan önce 15 dakika beklendi. GAT ile üç ölçüm yapıldı ve ölçümlerin ortalaması alındı. DKT ölçümleri esnasında hastalardan iki gözlerini açık tutmaları, sakın bir şekilde nefes almaları ve belli bir noktaya bakmaları istendi. Her hastada 3 kez ölçüm yapıldı. Kontür ucu korneaya hafifçe değdirildi ve uygun kontür sağlandığını ve ölçüm alındığını gösteren ses duyulduktan sonra 5-10 saniye boyunca uç kornea üzerinde tutuldu. Üç ve altında Q değeri elde edilen 3 ölçümün ortalaması alındı. Üç ölçüm sonunda 3 veya altında Q değeri elde edilemeyen hastalar 1 gözde güvenilir ölçüm alınsa dahi çalışmadan çıkarıldı.

Tüm hastalarda GİB ölçümlerinden 1 saat sonra ultrasonik pakimetre yöntemiyle kornea kalınlığı ölçüldü.

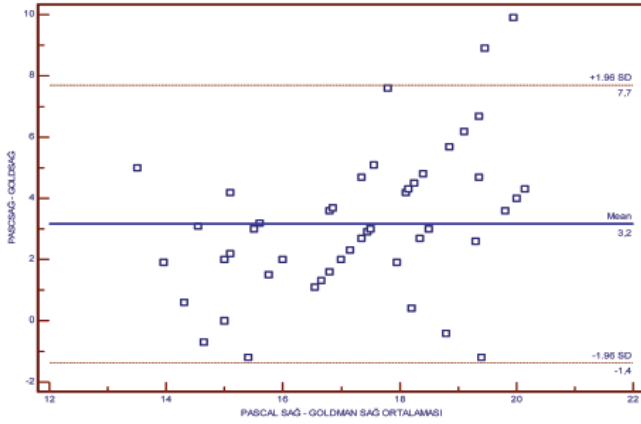
İstatistiksel analiz SPSS 11.0 (SPSS, Chicago, II, USA) paket programı kullanılarak yapıldı. Gruplar arası farkları karşılaştırmada paired t-testi, ki-kare testi, Pearson korelasyon analizi, ANOVA varyans analizi, çoklu regresyon analizi testleri kullanıldı. Ölçüm metodları arasındaki GİB dağılımı Blant&Altman analizi ile gösterildi.

BULGULAR

Çalışmaya dahil edilen olguların, PAAG grubunda 23'ü (%46) erkek, 27'si (%54) kadın, OHT grubunda 19'u (%44) erkek, 24'ü (%56) kadın, kontrol grubunda 22'si (%44) erkek, 28'i (%56) kadın idi. Gruplar arasında cinsiyet açısından istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu. PAAG grubundaki olguların yaş ortalamaları 62.4 ± 9.8 yıl (42-82 yıl), OHT grubundaki olguların yaş ortalamaları



Grafik 3: Kontrol grubunda GAT ölçümleri ile DKT ölçümlerinin Pearson korelasyon analizi ile karşılaştırılması. ($R=0.459$, $p=0.001$)



Grafik 4: PAAG grubunda GAT ile DKT ile ölçülen GİB farklarının Blant-Altman Analizi ile dağılımı. %95 güven aralığı kesik çizgilerle gösterilmiştir.

ları 58.6 ± 8.6 yıl (40-74 yıl), kontrol grubundaki olguların yaş ortalamaları 57.1 ± 10.2 yıl (42-79 yıl) olarak tespit edildi. PAAG grubundaki hastaların yaş ortalaması OHT ve kontrol grubundaki hastalardan yüksekti.

PAAG, OHT ve kontrol grubundaki hastaların korneal eğrilik değerleri ve korneal astigmatizma değerleri otorefraktometre ile belirlendi. Korneal eğrilik değerleri varyans analizine göre karşılaştırıldığında gruplar arasında farklılık olmadığı tespit edildi. Korneal astigmatizma değerleri varyans analizine göre karşılaştırıldığında gruplar arasında farklılık olmadığı tespit edildi.

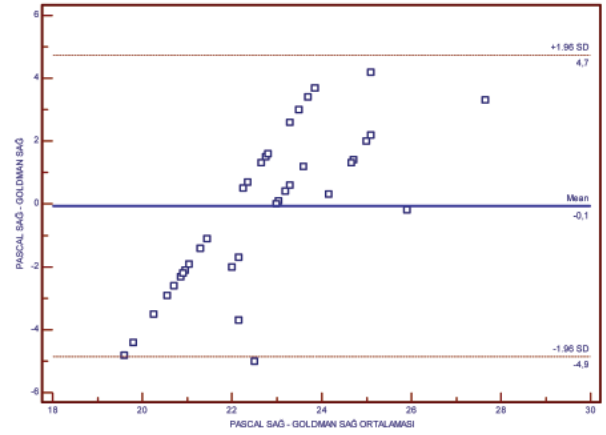
DKT ölçümlerinin PAAG ve kontrol grubunda GAT'a göre anlamlı derecede yüksek olduğu görüldü. OHT grubunda ise ölçümlerin birbirine yakın olduğu görüldü. PAAG, OHT ve kontrol grubunda GAT ve DKT ölçümlerinin karşılaştırılması Tablo 1'de verilmiştir.

Tüm gruplarda, GAT ve DKT yöntemlerinin birbiri ile korelasyonu Pearson korelasyon analizi ile değerlendirildi. Tüm gruplarda GAT ve DKT ölçümlerinin birbiri ile korele olduğu görüldü (Grafik 1-3).

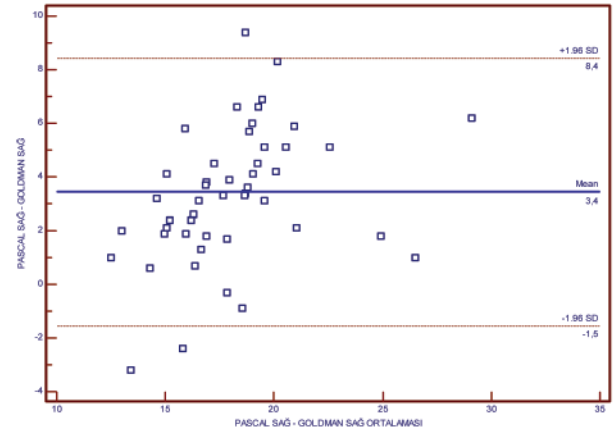
Blant-Altman analizi ile tüm gruplarda GAT ve DKT ile ölçülen GİB farklarının dağılımı değerlendirildi. İki ölçüm yönteminin ortalaması x aksında, DKT ile GAT ölçüm farkları ise y aksına yazıldı. En düşük ortalama fark değerinin OHT grubunda olduğu saptandı (Grafik 4-6).

Üç grubun MKK'ları karşılaştırıldığında, OHT grubundaki olgularda MKK'nın PAAG ve kontrol grubundaki olgulara göre daha kalın olduğu tespit edildi (Tablo 2).

Gruplarda ayrı ayrı GİB değerleri ve MKK korelasyonuna bakıldı ve hiçbir grupta GİB ölçümü ile SKK arasında istatistiksel bir uyum tespit edilmedi.



Grafik 5: OHT grubunda GAT ile DKT ile ölçülen GİB farklarının Blant-Altman Analizi ile dağılımı. %95 güven aralığı kesik çizgilerle gösterilmiştir.



Grafik 6: Kontrol grubunda GAT ile DKT ile ölçülen GİB farklarının Blant-Altman Analizi ile dağılımı. %95 güven aralığı kesik çizgilerle gösterilmiştir.

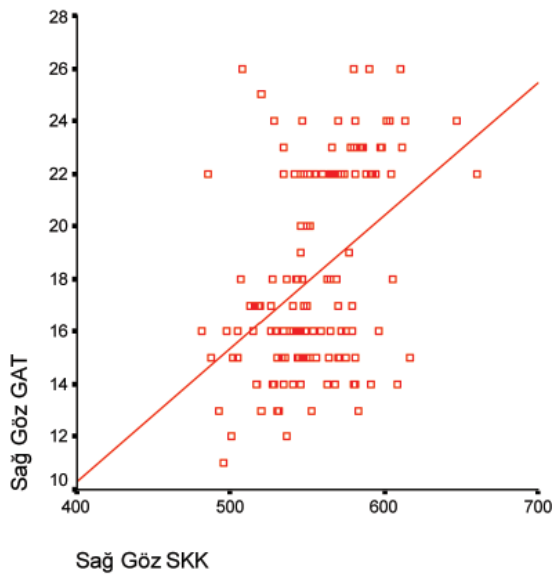
nuna bakıldı ve hiçbir grupta GİB ölçümü ile SKK arasında istatistiksel bir uyum tespit edilmedi.

Üç gruptaki 143 olgunun gözleri toplu olarak değerlendirmeye alınıp GİB ölçümleri ile MKK ile ilişkisine bakıldığında, GAT ve DKT değerlerinin MKK ile uyumlu olduğu fakat bu uyumun GAT ile MKK arasında daha güçlü olduğu görüldü (Grafik 7, 8).

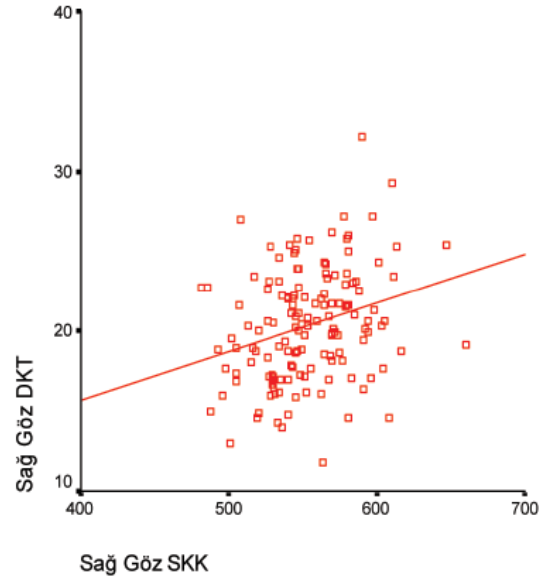
GAT ve DKT ölçümlerinin yaş, MKK, korneal eğrilik ve korneal astigmatizma değişkenleriyle ilişkisi çoklu regresyon analizi ile değerlendirildi. Bu analiz sonucunda GAT ve DKT ölçümlerinin MKK değişkeniyle anlamlı derecede ilişkili olduğu ve bu ilişkinin GAT ile MKK arasında daha güçlü olduğu görüldü (Tablo 3).

Tablo 3: GAT ve DKT ölçümlerinin diğer değişkenler ile ilişkisinin çoklu regresyon analizi ile sonuçları.

	GAT		DKT	
	İlişki katsayısı	p	İlişki katsayısı	p
SKK	0.440	0.000	0.280	0.001
Korneal kurvature	0.035	0.651	-0.037	0.651
Korneal astigmatizma	-0.026	0.745	-0.034	0.684
Yaş	-0.045	0.564	-0.119	0.153



Grafik 7: Tüm olguların GAT ölçümleri ile SKK ölçümlerinin Pearson korelasyon analizi ile karşılaştırılması. ($R=0.434$, $p=0.000$)



Grafik 8: Tüm olguların DKT ölçümleri ile SKK ölçümlerinin Pearson korelasyon analizi ile karşılaştırılması. ($R=0.278$, $p=0.001$)

TARTIŞMA

GAT, GİB ölçümünde altın standart olarak kabul edilmektedir.^{1,2,10,11} Hans Goldmann, tonometrelerin ölçüm doğruluğunun normal değerler dışındaki kornea kalınlıklarında şüpheli olabileceğini farketmiştir. Sağlıklı insanlarda kornea kalınlığının 500 ile 520 μm arasında olduğunu ve klinik pratikte kornea kalınlığının önemli bir faktör olmadığını ileri sürmüştür. Bununla birlikte, yapılan birçok yeni çalışma kornea kalınlığının çok geniş değişkenlikler gösterdiğini ortaya çıkarmıştır. Kornea kalınlığının GAT ile GİB ölçümünde klinik olarak önemli derecede düşük ve yüksek GİB ölçümlerine neden olduğu görülmüştür.^{3,4,12-15}

DKT, kornea kalınlığı, kornea sertliği, eğrilik ve ölçüm sırasında oluşan korneal değişikliklerden bağımsız olarak GİB ölçümü elde edilmesini amaçlayan bir cihazdır. Kangiesser ve ark. DKT ile ilgili teorik temelleri ve çalışma prensiplerini açıklamışlar ve bu yöntemin GİB ölçümünde meydana gelen hataları ortadan kaldırdığını belirtmişlerdir.⁹ Biz de bu çalışmada PAAG, OHT ve kontrol grubu olarak ayırdığımız olgularda, DKT ile GAT ölçümlerini birbiriyle karşılaştırdık, MKK ve diğer kornea özelliklerinin GAT ve DKT ile ilişkisini inceledik.

Pache ve ark. çalışmasında, 100 sağlıklı olgunun 100 gözü incelenmiştir.¹⁶ Ortalama DKT değerlerinin GAT değerlerine göre 1 mmHg daha yüksek olduğu görülmüştür. Blant-Altman analizinde ortalama fark -1.0 mmHg (-6.29 ile +4.18 mmHg arası) olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre 2 ölçüm yönteminin iyi bir uyum gösterdiği tespit edilmiştir. Francis ve ark. yaptığı çalışmada, 2157 sağlıklı insanda DKT ve GAT ile GİB ölçümü yapılmış ve GAT ölçümlerinin DKT ölçümlerine göre 1.7 ± 3.1 mmHg daha düşük olduğu görülmüştür.¹⁷

Eichenbaum ve ark.¹⁸ yaptığı çalışmada, 79 OHT, 42 PAAG, 146 kontrol grubu hastası ayrı ayrı değer-

lendirilmiştir. DKT, GAT ve elle taşınan tonometri yöntemleri birbiriyle karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada DKT ile GAT arasında çok iyi bir korelasyon olduğu görülmüştür. Blant-Altman analizi ile yapılan değerlendirmede kontrol grubu bir grup, PAAG ve OHT hastaları ayrı bir grup olarak değerlendirilmiştir. Genel kontrol grubunda GAT ile DKT tonometre ölçüm farkı ortalaması 0.07 mmHg, PAAG/OHT grubunda ise 0.13 mmHg olarak tespit edilmiştir. İki grupta da ölçüm farklarının çok önemli olmadığı DKT ile ölçümlerin GAT'den hafif derecede yüksek olduğu görülmüştür. Fakat bu çalışmada DKT değerlerinde diğer ölçüm yöntemlerine göre yüksek ölçümlerin belli GİB farklarında dikkat çekici olduğu görülmüştür. Düşük GİB değerlerinde (18 mmHg'nın altı) DKT değerlerinin GAT değerlerinden daha yüksek olduğu, yüksek GİB değerlerinde ise DKT değerlerinin GAT değerlerinden daha az yüksek veya düşük olduğu tespit edilmiştir.

Bizim çalışmamızda, PAAG, OHT ve kontrol grubunun gözleri değerlendirildiğinde tüm gruplarda DKT ile GAT ölçümlerinin birbiriyle iyi bir uyum gösterdiği görüldü. Ortalama GİB değerlerine bakıldığında her iki ölçüm yönteminde de GİB değerinin OHT grubunda diğer gruplara göre daha yüksek olduğu görüldü. PAAG ve kontrol grubunda DKT ölçümleri GAT ölçümlerine göre anlamlı derecede yüksekti. OHT grubunda ise GAT ve DKT değerleri arasındaki farkın azaldığı görüldü. Bu grupta DKT ile GAT ölçümleri arasındaki fark anlamlı değildi. Blant-altman analizi ile DKT ile GAT farkı incelendiğinde PAAG grubunda ortalama fark değeri 3.2 mmHg, kontrol grubunda 3.4 mmHg, OHT grubunda

0.1 mmHg. Blant-Altman analizinde de görüldüğü gibi 2 ölçüm yöntemi arasında en düşük fark OHT grubunda idi ve bu gruptaki ortalama GİB değerleri her 2 ölçüm yönteminde de diğer gruplardan daha yüksekti. Bizim çalışmamızda da literatür ile uyumlu olarak DKT, GAT'tan daha yüksek ölçüm yapma eğiliminde iken

daha yüksek GİB değerleri elde edilen OHT grubundaki olgularda DKT ve GAT ile ölçülen GİB değerleri birbirine yaklaşıyordu.

Argus, OHT'lu hastaların MKK'larının ($610 \pm 33 \mu\text{m}$) hem normal kontrol grubuna ($557 \pm 39 \mu\text{m}$) hem de glokomlu hasta grubuna ($567 \pm 36 \mu\text{m}$) göre daha yüksek olduğunu bildirmiştir.¹² Yazar, GİB'ları 21 mmHg'nin üzerinde olan hastalarına kornea kalınlıklarına göre GİB ayarlaması uyguladığında, hastaların %30'unun GİB'larının 18 mmHg'nin altında olduğunu belirtmiştir. Herndon ve ark. yaptığı çalışmada, OHT'lu hastaların kornea kalınlıkları normal ve glokom grubuna göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur.¹⁹ OHT hastalarının GİB değerlerini kornea kalınlığına göre değiştirdiklerinde hastaların %65'inin GİB değerlerini 21 mmHg'nin altında bulmuşlardır. Yıldırım ve ark., PAAG, OHT, normotansif glokom ve kontrol grubu olgularının gözlerinde MKK ile GİB arasındaki ilişkiyi değerlendirdikleri çalışmalarında, tüm olgularda anlamlı korelasyon saptamışlar ve GİB değerlendirilmesinde MKK'nın mutlaka göz önünde bulundurulması gerektiğini belirtmişlerdir.²⁰

Bizim çalışmamızda, MKK açısından 3 gruptaki olgular karşılaştırıldığında OHT grubundaki hastaların hem PAAG hem de kontrol grubundaki hastalardan daha kalın MKK'na sahip olduğu görüldü. Gruplar arasındaki GİB değerleri incelendiğinde MKK'nın yüksek olduğu OHT grubunda hem GAT hem de DKT değerlerinin PAAG ve kontrol grubundaki hastalara göre daha yüksek GİB değerleri ortaya koyduğu görüldü.

DKT'nin korneanın yapısal özelliklerinden bağımsız GİB ölçümü yaptığı iddia edilmektedir. GAT ve DKT yöntemlerini kornea kalınlığından ve diğer kornea özelliklerinden etkilenme yönünden karşılaştıran çalışmalar yapılmıştır. Kampeter ve ark. yaptığı çalışmada, 126 olgunun 176 gözü (39 göz PAAG, 137 göz normal) incelenmiştir. Ortalama DKT ölçüm değeri 18.71 ± 5.90 mmHg, GAT değeri 16.98 ± 5.86 mmHg olarak tespit edilmiştir. DKT ölçümlerinin GAT ölçümlerine göre anlamlı derecede yüksek olduğu belirtilmiştir.²¹ Bu çalışmada, GAT ölçümlerinin MKK ile güçlü bir uyum gösterdiği ($p=0.036$), DKT'nin ise MKK ile bir uyum göstermediği tespit edilmiştir ($p=0.32$). Başka bir çalışmada, PAAG ve OHT hastalarında non kontakt tonometre (NKT) ve DKT ile yapılan GİB ölçüm sonuçlarına MKK'nın etkisi incelenmiş, MKK'nın NKT ile yapılan ölçümleri doğrusal olarak etkilediği fakat DKT ile yapılan ölçümleri etkilemediği tespit edilmiştir.²² Eser ve ark. yaptığı çalışmada, DKT, NKT, GAT ve Tonopen ile GİB ölçümlerinin SKK ile ilişkisi araştırılmıştır.²³ MKK ince ($520 \mu\text{m}$ altındaki) olan gözlerde SKK ile DKT ölçümü arasında uyum olmadığı, diğer tonometrelerin MKK'dan etkilendiği görülmüş, normal kalınlıktaki kornealarda ($520-580 \mu\text{m}$) MKK ile GİB ölçümleri arasında en düşük uyumu sırayla DKT ve Tonopenin gösterdiği tespit edilmiştir.

Bizim çalışmamızda öncelikle Pearson korelasyon analizine göre GİB ölçümlerinin MKK ile korelasyonu ön-

celikle tüm gruplarda ayrı ayrı değerlendirildi. GİB değerleri ve MKK korelasyonuna bakıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum olmadığı görüldü. Üç grupta değerlendirilen toplam 143 olgunun gözleri toplu olarak değerlendirildiğinde ise GAT ile MKK ölçümlerinin bir-biri ile uyum gösterdiği görüldü ($R=0.434$, $p=0.000$). DKT ile MKK arasında da anlamlı bir uyum tespit edildi fakat bu korelasyonun GAT ile MKK arasında olan korelasyona göre daha zayıf olduğu tespit edildi ($R=0.278$, $p=0.001$). Gruplarda GİB ölçümleri MKK arasında uyum görülmez iken 143 olgunun toplu değerlendirilmesi ile korelasyon tespit edilmesi, grupların korelasyon elde edilmesi için yeterince geniş sayıda göz içermemesine bağlandı.

Francis ve ark. çalışmasında, geniş bir hasta grubunda (2157 hasta) GAT ve DKT ölçümlerinin MKK, korneal eğrilik ile ilişkisi değerlendirilmiştir.¹⁷ Bu çalışmada, DKT'nin MKK'indeki değişimlerden daha az etkilendiği görülmüştür. Korneal eğimin ise DKT ölçümlerini etkilediği ama GAT ölçümlerini etkilemediği belirtilmiştir. Ayrıca korneal eğimin DKT ölçümlerine yaptığı etkinin MKK'nın GAT'a yaptığı etkiden daha önemsiz olduğu belirtilmiştir. Erdurmuş ve ark. çalışmasında, DKT ile yapılan GİB ölçümlerine MKK, korneal eğim ve aksiyel uzunluk değerlerinin etkileri incelenmiştir. DKT ile yapılan GİB ölçümlerinin korneanın biyomekanik parametrelerinden etkilenmediği sonucuna varılmıştır.²⁴

Bizim çalışmamızda da GAT ve DKT ölçümlerinin MKK, korneal eğim, korneal astigmatizma ve yaş değişkenleriyle olan ilişkisi çoklu regresyon analizi ile değerlendirildi. Çoklu regresyon analizinde GAT ve DKT ölçümlerinin MKK, korneal eğim, korneal astigmatizma ve yaş faktörleriyle ilişkisi değerlendirildiğinde iki ölçüm aleti için de, belirtilen parametrelerle anlamlı ilişkinin olmasını sağlayan faktörün MKK olduğu görüldü. GAT ile MKK arasındaki ilişki katsayısının, DKT ile MKK arasındaki ilişki katsayısından iki kat daha fazla olduğu tespit edildi.

Bu çalışma, DKT yöntemi ile yapılan GİB ölçümlerinin GAT ile son derecede uyumlu olduğunu ve DKT yönteminin MKK'ından GAT'a göre daha az etkilendiğini göstermiştir. Ayrıca DKT yönteminin özellikle ince korneası olan ve GİB'nin düşük olduğu hastalarda GAT'a göre anlamlı derecede daha yüksek GİB değerleri elde ettiğini ortaya koymuştur. DKT yöntemi, MKK'ından GAT'a göre daha az etkilenme özelliği de göz önünde bulundurulduğunda günlük pratikte kullanılabilecek bir yöntemdir. Günlük pratikte PAAG tanısında, eşik GİB değerlerinin GAT ölçümleri altın standart kabul edilerek belirlendiği düşünülürse DKT yöntemi kullanıldığı takdirde yeni eşik değerlerinin belirlenmesinin gerekli olup olmadığı ile ilgili daha geniş hasta sayılı prospektif çalışmaların gerekli olduğu sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR/REFERENCES

1. Goldmann H, Schmidt T.: Uber applanationstonometrie. *Ophthalmologica*. 1957;134: 221-242.
2. Goldmann H.: Un nouveau tonometre d'applanation. *Bull Soc Ophthalmol Fr*. 1955;67:474-478.
3. Johnson M, Kass MA, Moses RA, et al.: Increased corneal thickness simulating elevated intraocular pressure. *Arch Ophthalmol* . 1978;96:664-665.
4. Whitacre MM, Stein R.: Sources of error with use of Goldmann-type tonometers. *Surv Ophthalmol*. 1993;38:1-30.
5. Whitacre MM, Stein RA, Hassanein K.: The effect of corneal thickness on applanation tonometry. *Am J Ophthalmol*. 1993;115: 592-596.
6. Doughty MJ, Zaman ML.: Human corneal thickness and its impact on intraocular pressure measures. *Surv Ophthalmol*. 2000;44:367-408.
7. Copt RP, Thomas R, Mermoud A.: Corneal thickness in ocular hypertension, primary open-angle glaucoma, and normal tension glaucoma. *Arch Ophthalmol*. 1999;117:146.
8. Shaikh NM, Shaikh S, Singh K, et al.: Progression to end-stage glaucoma after laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg*. 2002;28:356-359.
9. Kanngiesser HE, Kniestedt C, Robert YC.: Dynamic contour tonometry: presentation of a new tonometer. *J Glaucoma*. 2005;14: 344-350.
10. Goldmann H, Schmidt T.: Weiterer beitrag zur applanationstonometrie. *Ophthalmologica*. 1961;141:441-456.
11. Goldmann H, Schmidt T.: Studien mittels applanationstonographie. *Doc Ophthalmol*. 1966;20:184-213.
12. Argus WA.: Ocular hypertension and central corneal thickness. *Ophthalmology*. 1995;102:1810-1812.
13. Brandt JD, Beiser JA, Kass MA, et al.: Central corneal thickness in the Ocular Hypertension Treatment Study (OHTS). *Ophthalmology*. 2001;108:1779-1788.
14. Ehlers N, Hansen FK.: Central corneal thickness in low-tension glaucoma. *Acta Ophthalmol (Copenh)*. 1974;52:740-746.
15. Stodtmeister R, Kron M, Gaus W.: IOP measurement and central corneal thickness. *Br J Ophthalmol*. 2002;86:120-121.
16. Pache M, Wilmsmeyer S, Lautebach S, et al.: Dynamic contour tonometry versus Goldmann applanation tonometry: a comparative study. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2005;243:763-767.
17. Francis BA, Hsieh A, Lai MY, et al.: Effects of corneal thickness, corneal curvature, and intraocular pressure level on Goldmann applanation tonometry and dynamic contour tonometry. *Ophthalmology*. 2007;114:20-26.
18. Eichenbaum KD, Mezej M, Eichenbaum JW.: Comparing dynamic contour tonometry to Goldmann and hand-held tonometry in normal, ocular hypertension, and glaucoma populations. *Ann Ophthalmol*. 2007;39:41-49.
19. Herndon LW, Choudhri SA, Cox T, et al.: Central corneal thickness in normal, glaucomatous, and ocular hypertensive eyes. *Arch Ophthalmol*. 1997;115:1137-1141.
20. Yıldırım R, Oral Y, Bahçecioğlu H.: Santral kornea kalınlığı ve göz içi basınç değerleri arasındaki ilişki. *T Oft Gaz*. 2000;30:319-323.
21. Kampeter BA, Jonas JB.: Dynamic contour tonometry for intraocular pressure measurement. *Am J Ophthalmol*. 2005;140: 318-320.
22. Erdurmuş M, Totan Y, Yağcı R, et al.: Primer açık açılı glokom ve oküler hipertansiyonda dinamik kontur tonometre ve non-kontakt tonometrenin karşılaştırılması. *Türkiye Klinikleri J Ophthalmol* . 2007;16:108-113.
23. Eser E, Başer EF, Seymenoğlu G.: Dinamik kontur tonometre, nonkontakt tonometre, Tonopen ve Goldmann aplanasyon tonometresi ile göz içi basıncı ölçümlerinin santral kornea kalınlığı ile ilişkisi. *Glo-Kat*. 2008;3:107-112.
24. Erdurmuş M, Yağcı R, Aydın B, et al.: Dinamik kontur tonometre ile göz içi basıncı ölçümü üzerine santral kornea kalınlığı, kornea kurvatürü ve aksiyel uzunluğun etkisi. *MN Offalmol*. 2008;15: 14-18.