

Sağlıklı Gözlerde Tomey FT-1000 Non-Kontakt Tonometre ve Canon XT-20 Non-Kontakt Tonometre Güvenilirliklerinin Değerlendirilmesi*

Evaluation on the Reliability of Tomey FT-1000 Non-Contact Tonometer and Canon XT-20 Non-Contact Tonometer in Healthy Eyes

Halil Hüseyin ÇAĞATAY¹, Metin EKİNCİ¹, Emre İstiklal DURGUNLU², Yaran KOBAN¹, Zeliha YAZAR³

ÖZ

Amaç: Tomey FT-1000 non-kontakt tonometre (TNKT) ve Canon XT-20 non-kontakt tonometre (CNKT) ile yapılan göz içi basıncı (GİB) ölçümlerinin Goldmann applanasyon tonometresi (GAT) ile karşılaştırmak ve merkezi kornea kalınlığının (MKK) ölçüm sonuçlarına etkisinin değerlendirilmesi.

Gereç ve Yöntem: Herhangi bir oküler patolojisi bulunmayan 65 olgunun 65 sağ gözü bu prospektif randomize çalışmaya alındı. Tüm hastaların MKK ölçümleri ultrasonik pakimetriyle, GİB ölçümleri GAT, TNKT ve CNKT ile alındı.

Bulgular: Olguların MKK ortalaması 517.1±31.4 µm idi. Ortalama düzeltilmiş GİB değerleri TNKT, CNKT ve GAT ile ölçümleri sırasıyla 16.1±4.5 mmHg, 16.9±4.4 mmHg ve 19.7±4.5 mmHg bulundu. Hem TNKT hem de CNKT ile ölçülen GİB ortalamaları GAT ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı düşük idi (p<0.001). GAT ile TNKT ve CNKT arasında iyi derecede anlamlı korelasyon saptandı. (r=0.695, p<0.001), GAT ile CNKT arasında da iyi derecede (r=0.759, p<0.001) Bland-Altman analizinde, TNKT ve GAT arasında ortalama 2.4±4.1 mmHg fark saptandı, %95 uyum limiti TNKT ve GAT için -5.5 ile +10.4 mmHg tespit edildi, CNKT ve GAT arasında ise ortalama 1.6±3.2 mmHg fark saptandı, %95 uyum limiti CNKT ve GAT için -4.7 ile 8.0 mmHg tespit edildi.

Sonuç: Non kontakt tonometreler ve GAT arasında iyi derecede klinik uyum saptanmış olsa da, her iki tonometre de GİB'i GAT'a göre anlamlı ölçüde düşük ölçmektedir. Klinik kullanımları sırasında bu özellikleri göz önünde bulundurulmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Glokom, göz içi basıncı, non kontakt tonometre, Goldmann applanasyon tonometresi.

ABSTRACT

Purpose: To compare the intraocular pressure (IOP) readings taken with Tomey FT-1000 non contact tonometer (TNCT) and Canon XT-20 non contact tonometer (CNCT) with the Goldmann applanation tonometer (GAT) and to evaluate the influence of central corneal thickness (CCT) on the IOP measurements.

Materials and Methods: A total of 65 right eyes of 65 subjects without any ocular pathology were included in this prospective and randomised study. All patients underwent ultrasonic CCT measurement, followed by IOP evaluation with the GAT, TNCT and CNCT.

Results: The average CCT was 517.1±31.4 µm. The mean corrected IOP values obtained by GAT, TNCT and CNCT were 16.1±4.5 mmHg, 16.9±4.4 mmHg and 19.7±4.5 mmHg respectively. Both of the non contact tonometers significantly underestimated IOP compare with the GAT measurements. (p<0.001) There was a significantly good correlation between GAT and TNCT (r=0.695, p<0.001), as well as between GAT and CNCT (r=0.759, p<0.001). The Bland-Altman analysis showed a mean difference between TNCT and GAT of 2.4±4.1 mmHg, with 95% limits of agreement determined as -5.5 to +10.4 mmHg, a mean difference between CNCT and GAT of 1.6±3.2 mmHg, with 95% limits of agreement determined as -4.7 to 8.0 mmHg.

Conclusions: Although there is good clinical accordance between non contact tonometers and GAT, both of the non contact tonometers significantly underestimated IOP compare with the GAT. This should always be taken into consideration when it is used clinically.

Key Words: Glaucoma, intraocular pressure, non contact tonometer, Goldmann applanation tonometry.

*Bu çalışma TOD 46. Ulusal Oftalmoloji Kongresi'nde sunulmuştur.

- 1- M.D. Asistant Professor, Kafkas University Faculty of Medicine, Department of Ophthalmology, Kars/TURKEY
CAGATAY H.H., drhhegty@gmail.com
EKINCI M., drmetinekinci@gmail.com
KOBAN Y., yarankoban@yahoo.com.au
- 2- M.D. Asistant, Kafkas University Faculty of Medicine, Department of Ophthalmology, Kars/TURKEY
DURGUNLU E.I., emre_136136@hotmail.com
- 3- M.D. Professor, Kafkas University Faculty of Medicine, Department of Ophthalmology, Kars/TURKEY
YAZAR Z., yazarzeliha@hotmail.com

Geliş Tarihi - Received: 16.07.2013

Kabul Tarihi - Accepted: 13.11.2013

Glo-Kat 2014;9:122-126

Yazışma Adresi / Correspondence Address: M.D., Asistant Professor, Halil Hüseyin CAGATAY, Kafkas University Faculty of Medicine, Department of Ophthalmology, Kars/TURKEY

Phone: +90 505 445 14 94

E-Mail: drhhegty@gmail.com

GİRİŞ

Glokom dünyadaki en önemli körlük sebeplerinden biridir.¹ Göz içi basıncı (GİB) yüksekliği nedeni tam olarak açıklanamasa da Glokomdaki en önemli risk faktörüdür ve tek kontrol edilebilen parametre olan GİB'nın düşürülmesi ile hastalığın ilerlemesi durdurulabilmektedir.^{2,3} GİB ölçümünde Goldmann applanasyon tonometresi (GAT) altın standart olarak kabul edilmektedir.⁴ GAT ile GİB ölçüm sonuçlarının hastanın MKK'dan etkilediğini gösteren birçok çalışma bulunmaktadır.⁵⁻¹¹

Bu nedenle GAT ile GİB ölçümünde MKK'ya bağlı olarak ortaya çıkacak hataları düzeltmek için formüller ve nomogramlar oluşturulmuştur.^{12,13} GİB ölçümü için günümüzde çeşitli alternatif metodlar geliştirilse de altın standart olan GAT'nin; MKK'dan etkilenmesi, slit lamba mikroskopi gerektirmesi, lokal travmaya neden olması, topikal anestezi gerektirmesi ve enfeksiyon riski gibi dezavantajları mevcuttur ve kullanılan topikal anestezinin bazı hastalarda refleks blefarospazm ve allerjik reaksiyonlara yol açtığı literatürde mevcuttur.^{14,15} Bu dezavantajları ortadan kaldıracak çeşitli arayışlara girilmiştir.

Çalışmamızda hiçbir oküler patolojisi olmayan gözlerde, Tomey FT-1000 non-kontakt tonometre (TNKT) ve Canon XT-20 non-kontakt tonometre (CNKT) ile yapılan GİB ölçümlerinin; GAT ile karşılaştırılarak güvenilirliklerinin değerlendirilmesi ile elde edilen ölçümler arasındaki farklılıkları ve her bir ölçüm yöntemi için MKK'nın ölçüm sonuçlarına etkisini değerlendirmeyi amaçladık.

GEREÇ VE YÖNTEM

Prospektif randomize çalışmada herhangi bir oküler patolojisi bulunmayan erişkin hastalar çalışma kapsamına alındı. Çalışma Helsinki Bildirgesinin yönergelerine uygun olarak Kafkas Üniversitesi Tıp Fakültesi Kurulu'ndan onayı ile tüm hastalardan Helsinki Deklarasyonuna uygun yazılı onam formu alınarak yapılmıştır. Tüm hastalara tam oftalmolojik muayene yapıldı. Hastaların en iyi düzeltilmiş görme keskinlikleri, biomikroskopik, gonyoskopik ve funduskopik muayeneleri yapıldı.

Floresinli topikal anestezi (Proparacaine, Alcaine, Alcon, ABD) kullanılarak Goldmann applanasyon tonometrisi (Haag Streit, Koeniz, Switzerland) ile 3 kez GİB ölçüldü ve ortalama değer alındı. Non kontakt tonometre ile yapılan ölçümlerde TNKT ve CNKT cihazları kullanılarak önce sağ göz, sonra sol göz GİB ölçümleri otomatik olarak ardışık üç ölçümün ortalaması alınarak yapıldı. Bir cihazla yapılan ölçümlerde fark 3 mmHg üstünde olduğunda sonuçlar değerlendirilmeye alınmayarak test tekrarlandı.

Her bir metotla gerçekleştirilen ölçümler birbirlerinden habersiz üç farklı hekim (HHÇ, ME, EİD) tarafından gerçekleştirildi ve sadece sağ gözlere ait veriler değerlendirilmeye alındı. Hastaların merkezi kornea kalınlıkları (MKK) santral ultrasonik pakimetri (Pacline pachymeter, Optikon 2000, Italy) ile ölçüldü. Pakimetri probu kornea santraline yerleştirildikten sonra 3 ölçüm alınıp, ortalaması alınmıştır. Merkezi kornea kalınlığına bağlı düzeltilmiş GİB hesaplanmasında Doughty ve Zaman formülü kullanıldı.²¹ Bu formüle göre hesaplama şu şekilde yapıldı: düzeltilmiş GAT=ölçülen GAT-[(MKK-535)x(2.5/50)]. Düzeltilmiş GAT altın standart olarak kabul edildi. Ön kamara derinliği (ÖKD) ve aksiyel uzunluk (AXL) ölçümü ise ultrasonik biyometri (Bioline, Optikon 2000) ile 3 ölçüm gerçekleştirilip, ortalama değerler elde edilmiştir.

İstatistiksel Analiz: Verilerin analizi MedCalc, (MedCalc software, Broekstraat 52, B-9030 Maria-kerke, Belgium) 11.1.1.0 istatistik paket programında yapıldı. Veriler ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum biçiminde gösterildi. MKK'ya göre düzeltme yapılarak TNKT ve CNKT cihazlarıyla saptanan GİB ölçümleri tek değişkenli doğrusal regresyon yöntemi kullanılarak tahmin edildi. GAT ile sırasıyla; TNKT ve CNKT arasında GİB ölçümlerine ait ortalamalar yönünden farkın önemliliği Bağımlı t-testiyle değerlendirildi. Bland-Altman yöntemi kullanılarak applanasyon tonometresiyle sırasıyla; TNKT ve CNKT ile yapılan GİB ölçümleri arasındaki uyum farkı (bias) ve bu farka ait %95 güven aralıkları hesaplandı. Sürekli değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon olup olmadığı ise Pearson'un korelasyon testiyle araştırıldı. Olgular, unilateral olarak sadece sağ gözlerine ait ölçümler üzerinden değerlendirildi. p<0.05 için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

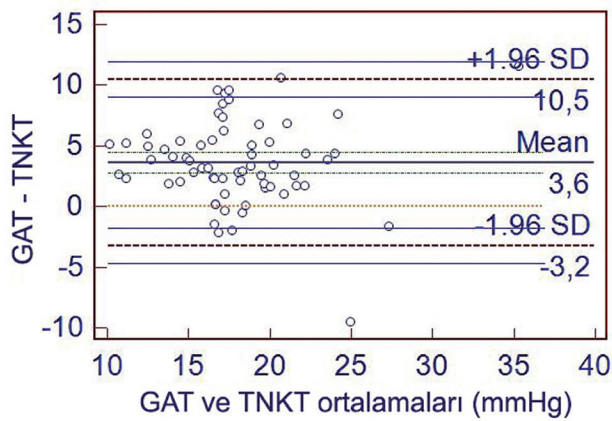
Çalışmaya 65 olgunun (30 erkek, 35 kadın) 65 gözü dahil edildi. Hastaların ortalama yaşı 47.5±15.8 (18-77) yılıdır. TNKT cihazı ile yapılan ölçümleri gerçek ölçümlere dönüştürmede MKK'ya göre düzeltme yapıldı. Tek değişkenli doğrusal regresyon analizine göre aşağıdaki bağıntı elde edildi: Düzeltilmiş (gerçek) TNKT=TNKT-(MKK-517.1)*0.070 Bu formüle göre MKK düzeyinde meydana gelen her 10 µ'luk değişim TNKT ile elde edilen göz içi basıncında 0.70 mmHg'lık artışa neden olmaktadır (p<0.001). CNKT cihazı ile yapılan ölçümleri gerçek ölçümlere dönüştürmede MKK'ya göre düzeltme yapıldı. Tek değişkenli doğrusal regresyon analizine göre aşağıdaki bağıntı elde edildi: Düzeltilmiş (gerçek) CNKT=CNKT-(MKK-517.1)*0.069 Bu formüle göre MKK düzeyinde meydana gelen her 10 µ'luk değişim CNKT ile elde edilen GİB'nda 0.69 mmHg'lık artışa neden olmaktadır (p<0.001).

Tablo 1: MKK'na göre düzeltilmiş TNKT, CNKT ve GAT ölçümleri.

Değişkenler	Ortalama	Std.Sapma	Minimum	Maksimum
TNKT	16.1	4.5	7.5	29.7
CNKT	16.9	4.4	10.5	34.8
GAT	19.7	4.5	12.0	41.0

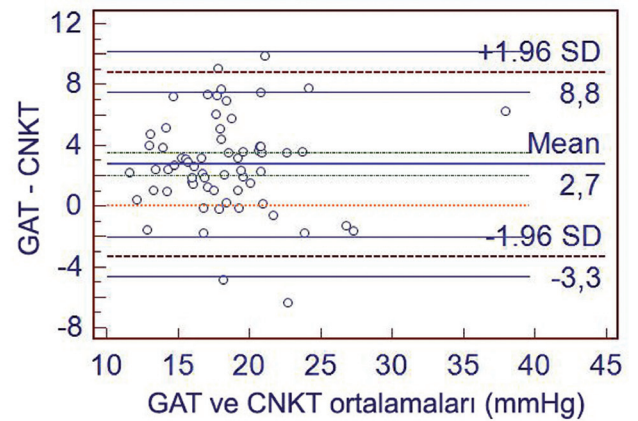
MKK; Merkezi kornea kalınlığı

TNKT; Tomey FT-1000 Non-Kontakt Tonometre, CNKT; Canon XT-20 Non-Kontakt Tonometre, GAT; Goldmann Applanasyon Tonometresi.



Grafik 1: GAT ve TNKT cihazı arasında GİB ortalamalarına ilişkin Bland-Altman diagramı. [n=65, ortalama fark=3.61 mmHg (koyu lacivertle gösterilen çizgi); SD=3.49]. Yöntemler arasındaki uyum %95 güven aralığı -3.24 ile 10.46 mmHg arasında değişmektedir.

GAT ölçümlerinin gerçek GAT ölçümlerine dönüştürülmesinde Doughty ve Zaman tarafından geliştirilen düzeltme formülü kullanıldı. Düzeltilmiş (gerçek) $GAT = GAT - (MKK - 535) * 0.05$. Tüm gözlerin ortalama düzeltilmiş GİB değerleri TNKT, CNKT ve GAT ile ölçümleri sırasıyla 16.1 ± 4.5 mmHg, 16.9 ± 4.4 mmHg ve 19.7 ± 4.5 mmHg bulundu (Tablo 1). Bağımlı t-testine göre GAT ile yapılan GİB ortalamasının hem TNKT hem de CNKT ile yapılan ölçümlere göre istatistiksel anlamlı olarak daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.001$). TNKT ile yapılan GİB ölçümlerine göre olguların %7.7'si GAT ile yapılan GİB ölçümlerinin ± 1 mmHg aralığı içerisinde, %24.6'sı GAT ile yapılan GİB ölçümlerinin ± 2 mmHg aralığı içerisinde, %44.6'sı ise GAT ile yapılan GİB ölçümlerinin ± 3 mmHg aralığı içerisinde yer almaktaydı. CNKT ile yapılan GİB ölçümlerine göre olguların %12.3'ü GAT ile yapılan GİB ölçümlerinin ± 1 mmHg aralığı içerisinde, %35.4'ü GAT ile yapılan GİB ölçümlerinin ± 2 mmHg aralığı içerisinde, %50.8'i ise GAT ile yapılan GİB ölçümlerinin ± 3 mmHg aralığı içerisinde yer almaktaydı. GAT ile TNKT arasında iyi derecede ($r = 0.695$, $p < 0.001$), GAT ile CNKT arasında da iyi derecede ($r = 0.759$, $p < 0.001$) klinik olarak anlamlı korelasyon saptandı. %95 uyum limiti TNKT ve GAT için -3.24 mmHg ile +10.46 mmHg (n=65, ortalama fark 3.61 mmHg) tespit edildi (Grafik 1).



Grafik 2: GAT ve CNKT cihazı arasında GİB ortalamalarına ilişkin Bland-Altman diagramı. [n=65, ortalama fark=2.74 mmHg (koyu lacivertle gösterilen çizgi); SD=3.09]. Yöntemler arasındaki uyumun %95 güven aralığı -3.33 ile 8.80 mmHg arasında değişmektedir.

CNKT ve GAT için ise %95 uyum limiti -4.7 ile 8.0 mmHg (n=65, ortalama fark 1.6 ± 3.2 mmHg) arasında bulundu (Grafik 2).

TARTIŞMA

GİB'nin doğru bir şekilde ölçümü glokom tanı ve takibinde son derece önemlidir. GİB'nin belirlenmesinde geçmişte birçok farklı ölçüm yöntemi kullanılmıştır. 1957 yılında kullanıma giren GAT; ölçüm sırasında ve ölçümler arasında farklı hekimlerin benzer sonuç elde etmesi, kooperasyonu iyi olan hastalarda kolaylıkla ölçüm alınabilmesi nedeniyle günümüzde göz hekimleri arasında halen yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.¹⁶

Ancak slit lamba mikroskopisi gerektirmesi, lokal anestezi gerektirmesi, kooperasyonu zayıf olan hastalarda zorlukla ölçüm alınabilmesi, enfeksiyon riski, merkezi kornea kalınlığından etkilenmesi, topikal anestezinin bazı hastalarda refleks blefarospazm ve allerjik reaksiyonlara yol açması, en az onun kadar kesin ölçüm yapabilen cihazlara ihtiyaç duyulmaktadır.^{14,15} NKT ile GİB ölçümünün kolay olması ve girişimsel yönünün olmaması nedeni ile sıklıkla tarama amaçlı kullanılmakla birlikte, literatürde non kontakt tonometreler ile yapılan çalışmalarda farklı sonuçlar elde edilmiştir.

Çaça ve ark.,¹⁷ Canon TX-F NKT ile Schiötz ve GAT'ni karşılaştırdıkları çalışmalarında NKT'nin ve GAT'ne göre anlamlı olarak yüksek ölçtüğünü, özellikle glokom takibinde GAT'nin kullanılması gerektiğini ileri sürmüşlerdir. Akman ve ark.,¹⁸ normal GİB olan olgularda XPERT NKT ve GAT ile yapılan ölçümlerde benzer sonuçlar bulmuşlar ve XPERT NKT cihazını tarama testlerinde kullanılmasının uygun olacağını önerirken yüksek değerlerin GAT ile doğrulanmasını önermişlerdir. Ayrıca NKT ile GİB ölçümlerinin MKK'dan etkilendiğini bildirmişlerdir. GAT'nin merkezi kornea kalınlığından etkilendiği daha önce bir çok çalışmada gösterilmiştir.

Tonnu ve ark.,¹⁹ tonopen, GAT, NKT ve pnomotometre ile GİB ölçümlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında tüm yöntemlerin MKK'dan etkilendiğini bildirmişlerdir. Aynı çalışmada NKT'nin MKK'dan GAT'ne göre anlamlı olarak daha fazla etkilendiği tespit edilmiştir. Diğer bazı çalışmalarda da bu sonuçları destekleyen veriler elde edilmiştir.²⁰⁻²⁵ Harada ve ark.,²⁶ 87 hasta üzerinde yaptıkları çalışmalarında, MKK'nın GAT'ne göre NKT ile elde edilen sonuçları daha fazla etkilediğini, korneal eğrilik yarıçapının NKT ile elde edilen sonuçları etkilemediği fakat GAT ile elde edilen sonuçları etkilediğini bu yüzden de her iki parametrenin de iki metod arasında uyumsuzluğa yol açabileceğini öne sürmüşlerdir. Toker ve ark.,²⁷ Diaton Transpalpebral Tonometre (DTT), Canon TX-F NKT ve GAT'ni karşılaştırdıkları çalışmalarında, DTT'nin özellikle kornea patolojilerinde GİB ölçümünde yararlı olabilir ancak GAT'ne göre düşük ölçüm yaptığını, Canon TX-F NKT'nin ise normotansif olgular için güvenilir bir cihaz olarak görünmekle birlikte GAT'ne göre yüksek ölçümler yaptığını saptamışlardır.

Şakalar ve ark.,²⁸ GAT, tonopen ve NKT ile GİB ölçümlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, normal gözlerde en yüksek GİB ölçümleri NKT ile elde ettiklerini, GAT ve NKT'nin MKK'dan anlamlı olarak etkilendiğini saptamışlardır. Dolayısı ile glokom tanı ve takibinde GİB ölçümlerinde NKT'nin yüksek ölçümü göz önünde bulundurulması gerektiğini GAT ve NKT ile elde edilen GİB değerlerinde MKK'ya etkisi göz önüne alınması gerektiğini ifade etmişlerdir. Alagöz ve ark.,²⁹ NKT, GAT ve Schiötz tonometresi ile yapılan GİB ölçümlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında NKT ile yüksek ölçülen değerlerin diğer yöntemlerle teyit edilmesi gerektiğini, düşük değerlerin ise başka bir bulgu söz konusu değilse güvenilir kabul edilebileceğini öne sürmüşlerdir. Kapran ve ark.,³⁰ yaptıkları çalışmada gerek yüksek GİB olanlarda, gerekse de normal sınırlarda GİB olanlarda GAT, Reichert XPERT NKT ve Keeler Pulsair NKT cihazı ile yapılan ölçüm sonuçlarını karşılaştırmışlar, GAT ile Keeler Pulsair NKT sonuçlarını benzer bulurken bunları Reichert XPERT NKT sonuçlarından anlamlı derecede yüksek tespit etmişlerdir.

Bizim çalışmamızda TNKT ve CNKT, GİB'ni GAT'a göre anlamlı olarak düşük ölçtüğünü ve MKK'dan etkilendiğini tespit ettik. Glokom taramalarında ve GAT'nin kullanılmadığı durumlarda bu özellikleri göz önünde bulundurulmalıdır. Bununla birlikte çalışmamızın sonuçlarının desteklenmesi için bu konuda yapılacak olan daha geniş serili araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR/REFERENCES

1. Leske MC. The epidemiology of open-angle glaucoma: a review. *Am J Epidemiol* 1983;118:166-91.
2. Landers J, Goldberg I, Graham SL. Analysis of risk factors that may be associated with progression from ocular hypertension to primary open angle glaucoma. *Clin Exp Ophthalmol* 2002;30:242-7.
3. Kass MA, Heuer DK, Higginbotham E et al. The Ocular Hypertension Treatment Study: a randomized trial determines that topical ocular hypotensive medication delays or prevents the onset of primary open-angle glaucoma. *Arch Ophthalmol* 2002;120:701-13.
4. Kass MA. Standardizing the measurement of intraocular pressure for clinical research Guidelines from the Eye Care Technology Forum. *Ophthalmology* 1996;104:184-5.
5. Ehlers N, Bramsen T, Sperling S. Applanation tonometry and central corneal thickness. *Acta Ophthalmol* 1975;53:34-43.
6. Whitacre MM, Stein RA, Hassanein K. The effect of corneal thickness on applanation tonometry. *Am J Ophthalmol* 1993;115:592-6.
7. Ehlers N, Hansen FK, Aasved H. Biometric correlation of corneal thickness. *Acta Ophthalmol* 1975;53:652-9.
8. Wolfs RC, Klaver CC, Vingerling JR et al. Distribution of central corneal thickness and its association with intraocular pressure: The Rotterdam Study. *Am J Ophthalmol* 1997;123:767-72.
9. Bhan A, Browning AC, Shah S et al. Effect of corneal thickness on intraocular pressure measurements with the pneumotonometer, Goldmann applanation tonometer, and Tono-Pen. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2002;43:1389-92.
10. Gunvant P, Baskaran M, Vijaya L et al. Effect of corneal parameters on measurements using the pulsatile ocular blood flow tonograph and Goldmann applanation tonometer. *Br J Ophthalmol* 2004;88:518-22.
11. Ko YC, Liu CJ, Hsu WM. Varying effects of corneal thickness on intraocular pressure measurements with different tonometers. *Eye* 2005;19:327-32.
12. Stodtmeister R. Applanation tonometry and correction according to corneal thickness. *Acta Ophthalmol Scand* 1998;76:319-24.
13. Whitacre MM, Stein R. Sources of error with use of Goldmann type tonometers. *Surv Ophthalmol* 1993;38:1-30.
14. Brusini P, Salvat M.L, Zeppieri M. Comparison of ICare tonometer with Goldmann applanation tonometer in glaucoma patients. *J Glaucoma* 2006;15:213-17.
15. Pakrou N, Gray T. Clinical comparison of the ICare tonometer and Goldmann applanation tonometry. *J Glaucoma* 2008;17:43-7.
16. Baykara M, Türüdü S, Zaim N ve ark. Icare Tonometresi ve Goldman Aplanasyon Tonometrelerinin Klinik Olarak Karşılaştırılması. *ÜTF Dergisi* 2011;37:89-91.

17. Çaçı İ, Ünlü K, Tekin M et al. Non-Kontakt Tonometrenin Goldman Aplanasyon Tonometre ve Schiötz Tonometresi ile karşılaştırılması Türkiye Klinikleri J Ophthalmol 2005;14:59-63.
18. Akman A, Yaylalı V, Ünal M et al. Santral kornea kalınlığı ve non-kontakt tonometre. MN-Oftalmol 2000;7:240-2.
19. Tonnu PA, Ho T, Newson T et al. The influence of central corneal thickness and age on intraocular pressure measured by pneumotonometry, non-contact tonometry, the Tono-Pen XL, and Goldmann applanation tonometry. Br J Ophthalmol 2005;89:851-4.
20. Graf M. Significance of the corneal thickness in non-contact tonometry. Klin Monatsbl Augenheilkd 1991;199:183-6.
21. Matsumoto T, Makino H, Uozato H et al. The influence of corneal thickness and curvature on the difference between intraocular pressure measurements obtained with a non-contact tonometer and those with a Goldmann applanation tonometer. Jpn J Ophthalmol 2000;44:691.
22. Recep OF, Hasiripi H, Cagil N et al. Relation between corneal thickness and intraocular pressure measurement by non-contact and applanation tonometry. J Cataract Refract Surg 2001;27:1787-91.
23. Ehlers N, Bramsen T, Sperling S. Applanation tonometry and central corneal thickness. Acta Ophthalmol 1975;53:34-43.
24. Whitacre MM, Stein RA, Hassanein K. The effect of corneal thickness on applanation tonometry. Am J Ophthalmol 1993;115: 592-596.
25. Medeiros FA, Weinreb RN. Evaluation of the influence of corneal biomechanical properties on intraocular pressure measurements using the ocular response analyzer. J Glaucoma 2006;15:364-370.
26. Harada Y, Hirose N, Kubota T et al. The influence of central corneal thickness and corneal curvature radius on the intraocular pressure as measured by different tonometers: noncontact and goldmann applanation tonometers. J Glaucoma 2008;17:619-25.
27. Toker Mİ, Vural A, Erdoğan H et al. Diaton transpalpebral tonometrenin Goldmann aplanasyon tonometre ve Canon TX-F Non-kontakt tonometresi ile karşılaştırılması. Glo-Kat 2007;2:115-8.
28. Şakalar YB, Keklikçi U, Balsak S et al. Göz içi basıncı ölçümünde farklı yöntemlerin karşılaştırılması ve santral kornea kalınlığının ölçüm sonuçlarına etkisinin değerlendirilmesi. Turk J Ophthalmol 2010;40:156-9.
29. Alagöz G, Serin D, Elçioğlu M et al. Non-Kontakt, Goldmann Aplanasyon ve Schiötz Tonometre ölçümlerinin karşılaştırılması. Fırat Tıp Derg 2006;11:139-41.
30. Kapran Z, Eltutar K. Keler ve Reichert XPERT non kontakt tonometrelerin Goldmann aplanasyon tonometresi ile karşılaştırılması. T Oft Gaz 1998;28:288-90.