

Sağlıklı Bireylerde Tonopen Avia ve Goldmann Aplanasyon Tonometrelerinin Klinik Olarak Karşılaştırılması ve Merkezi Kornea Kalınlığının Etkisi

Clinical Comparison of Tonopen Avia and Goldman Applanation Tonometers in Healthy Individuals and Effect of Central Corneal Thickness

Damla ERGİNTÜRK ACAR¹, Uğur ACAR², Zuhal ÖZEN TUNAY¹, Özdemir ÖZDEMİR¹, Anıl Barak DOLGUN³

ÖZ

Amaç: Göz içi basıncı (GİB) ölçümünde Goldmann aplanasyon tonometresi (GAT) ile Tonopen tonometresini karşılaştırmak ve merkezi kornea kalınlığının (MKK) her iki ölçüm yöntemi üzerine etkisini araştırmak.

Gereç ve Yöntem: Yüzdoksanbeş sağlıklı bireyin 195 sağ gözü bu prospektif çalışmaya dahil edildi. GİB değerleri GAT ve Tonopen ile, MKK değerleri ultrasonik pakimetri cihazı ile ölçüldü. GİB ve MKK ölçümleri arasında korelasyon olup olmadığı Pearson korelasyon analizi ile değerlendirildi.

Bulgular: Ortalama GİB değerleri GAT ile 14.16±2.07 mmHg ve Tonopen ile 14.09±2.00 mmHg olarak ölçüldü. Ölçüm sonuçları açısından iki yöntem arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu. Ortalama MKK değeri 547.23±36.67 µm idi. Hem GAT hem de Tonopen ile elde edilen GİB değerlerinin MKK'dan etkilendiği gözlemlendi.

Sonuç: GAT ile ölçülen GİB değerleriyle, Tonopen ile ölçülen GİB değerleri arasında anlamlı farklılık gözlenmemektedir.

Anahtar Kelimeler: Goldmann aplanasyon tonometresi, göz içi basıncı, merkezi kornea kalınlığı, tonopen.

ABSTRACT

Purpose: To compare Goldmann applanation tonometer (GAT) and Tonopen in measurements of intraocular pressure (IOP) and to evaluate the effect of central corneal thickness (CCT) on measurements with both tonometers.

Materials and Methods: The prospective study included 195 right eyes of 195 healthy subjects. IOP values were measured by GAT and Tonopen, and CCT measurements were measured by an ultrasonic pachymeter device. Pearson correlation analysis was used for whether there was any correlation between IOP and CCT measurements, or not.

Results: The mean IOP values were 14.16±2.07 mmHg by GAT, and 14.09±2.00 mmHg by Tonopen. There was not a statistically significant difference between these two tonometers. The mean CCT value of individuals was 547.23±36.67 µm. IOP values which obtained with the both GAT and Tonopen were observed to be affected by CCT.

Conclusion: There was no significant difference in IOP measurements with GAT and Tonopen.

Key Words: Goldmann applanation tonometry, intraocular pressure, central corneal thickness, tonopen.

- 1- M.D. Zekai Tahir Burak Women's Health Education and Research Hospital, Eye Clinic, Ankara/TURKEY
ERGINTURK ACAR D., erginturk@yahoo.com
OZEN TUNAY Z., zuhaltunay@gmail.com
OZDEMIR OZDEMIR., ozdemirozdemir@yahoo.com
- 2- M.D. Asistant Professor, Hacettepe University Faculty of Medicine, Department of Ophthalmology, Ankara/TURKEY
ACAR U., druguracar@gmail.com
- 3- M.D. Asistant Professor, Hacettepe University Faculty of Medicine, Department of Biostatistics, Ankara/TURKEY
BARAK DOLGUN A., anilbarak@yahoo.com

Geliş Tarihi - Received: 03.09.2015

Kabul Tarihi - Accepted: 21.12.2015

Glo-Kat 2016;11:177-180

Yazışma Adresi / Correspondence Adress:

M.D. Damka ERGINTURK ACAR
Zekai Tahir Burak Women's Health Education and Research Hospital,
Eye Clinic, Ankara/TURKEY

Phone: +90 312 223 02 01

E-mail: erginturk@yahoo.com

GİRİŞ

Progresif bir optik nöropati olan glokomun müdahale edilebilen tek risk faktörü göz içi basıncı (GİB) yüksekliğidir. Glokom tanısı, takip ve tedavisinde GİB'in doğru, pratik ve güvenilir bir şekilde ölçülmesi gerekmektedir.

GİB ölçümü bireyin kalp atım hızı, sistemik kan basıncı, vücut pozisyonu, solunum sayısı gibi kendisine ait faktörlerin yanında, ölçüm yapılan aletlerin özelliklerinden de etkilenmektedir. Goldmann aplanasyon tonometrisi (GAT) ilk olarak 1957 yılında Hans Goldmann tarafından kullanılmaya başlanan, Imbert-Fick yasasına göre çalışan bir GİB ölçüm cihazıdır.¹ GİB ölçümü başta merkezi kornea kalınlığı (MKK) olmak üzere korneanın biyomekanik özelliklerinden etkilenmektedir. İnce kornealarda hatalı düşük ölçüm, kalın kornealarda hatalı yüksek ölçüm yaptığı bilinmektedir.² Kornea ödemi,³ korneal astigmatizma,⁴ geçirilmiş korneal refraktif cerrahi⁵ ve korneal histerezis⁶ gibi faktörler de GİB ölçümünü etkilemektedir.

GAT ile GİB ölçümünde biyomikroskop ihtiyaç olması, yatağa bağımlı hastalarda, çocuklarda, intraoperatif değerlendirmelerde uygulanamaması, ofis dışı ölçüm imkanı vermemesi gibi olumsuzluklarla karşılaşmaktadır.^{1,7}

Tonopen, GAT gibi aplanasyon prensibi ile çalışan, GAT'dan farklı olarak korneada daha küçük bir alanı (yaklaşık 1 mm) düzleştiren, kornea problemi olan kişilerde daha güvenilir GİB ölçümü sağlayan, aynı zamanda elde taşınabilir, daha pratik bir tonometredir.

Bu çalışma ile sağlıklı bireylerde GAT ve Tonopen ile elde ettiğimiz GİB değerlerini karşılaştırmak ve her iki cihazın MKK'dan etkilenip etkilenmediğini araştırmayı amaçladık.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu prospektif çalışma, Zekai Tahir Burak Kadın Sağlığı Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde, Helsinki Bildirgesi doğrultusunda, yerel etik kurul onayı alındıktan sonra ve hastalardan bilgilendirilmiş yazılı onam alındıktan sonra gerçekleştirildi. Ayrıntılı göz muayenesinde herhangi bir patoloji saptanmayan 195 hastanın 195 sağ gözü çalışmaya dahil edildi. Glokom tanısına sahip hastalar, GİB ölçümünü etkileyebilecek herhangi bir korneal patolojisi olan bireyler, ± 3.00 diyoptri üzerinde sferik veya ± 1.50 diyoptri üzerinde silindirik kırma kusuru olanlar ve geçirilmiş göz cerrahisi veya travma öyküsü olanlar çalışmaya dahil edilmedi.

Tüm olgularda ölçümler aynı göz hekimi (DEA) tarafından yapıldı. Ölçümler hasta oturur pozisyonda iken, proparakain HCl %0,5 (Alcaine®, Alcon, Türkiye) ile topikal anestezi sağlandıktan sonra gerçekleştirildi.

Göz İçi Basıncı Ölçümü: Tonopen Avia® (Reichert Inc, NY) ile GİB ölçümü tek kullanımlık kılıfı her hastada değiştirilerek gerçekleştirildi. Cihaz 10 ölçümün ortalamasını tek bir ölçüm sonucu olarak, istatistiksel güvenlik indikatörü bilgisi ile birlikte vermektedir. Bu ölçümün tamamlanmasından sonra en az

10 dakika ara verildikten sonra tekrar topikal anestezi sağlandı. Ardından floreseinli steril kağıt alt kapak forniksine temas ettirilerek GAT (Takagi, Japonya) ile GİB ölçümü tekrarlandı. Kobalt mavisi ışığı altında, biyomikroskop 60° açı yapar durumda iken halkaların iç kısımları üst üste gelene kadar aplanasyon üzerindeki düğme çevrildi, bulunan değer 10 ile çarpılarak elde edilen değer GİB ölçümü olarak kaydedildi.

Merkezi Kornea Kalınlığı Ölçümü: Ölçümler ultrasonik pakimetri (Compact Touch 3-in-1 Ultrasound system®, Cedex, France) cihazı ile pakimetri probu korneaya dik olarak uygulanarak gerçekleştirildi. Üç farklı ölçüm yapılarak ortalaması alındı.

Katılımcılar sahip oldukları MKK değerlerine göre 3 gruba ayrıldı. MKK değeri 520 μm 'den ince olan bireyler Grup 1, 520-560 μm arasında olanlar Grup 2 ve 560 μm 'den kalın olanlar Grup 3 olarak ayrıldı. Her iki yöntem ile GİB ölçümleri gruplar arasında ayrı ayrı karşılaştırıldı.

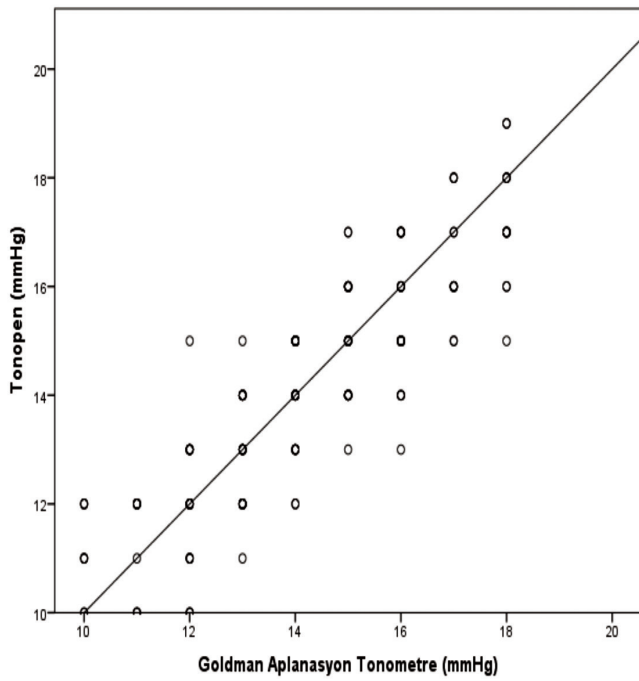
Verilerin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistiklerden sayısal ölçümler için ortalama \pm standart sapma, minimum ve maksimum değerler kullanıldı. Niteliksel ölçümler ise sayı ve yüzde ile verildi. Elde edilen ölçümlerin normal dağılım gösterip göstermediği Shapiro Wilk testi ile test edildi, bu test sonucunda verilerin normal dağılım gösterdiği anlaşıldı. Sayısal değerlerin iki bağımlı grup (iki farklı metod ile) karşılaştırmalarında bağımlı gruplarda t testi kullanıldı. Sayısal ölçümler arasındaki ilişkinin miktarı ve yönünün belirlenmesi için Pearson korelasyon analizi kullanıldı. İstatistiksel önemlilik için $p < 0.05$ ise anlamlı olarak kabul edildi ve istatistiksel analizlerin tümünde IBM SPSS 21.0 paket programı kullanıldı.

BULGULAR

Çalışmaya alınan 195 olgunun ortalama yaşı 52.66 ± 13.99 yıl (23-85) olup, 142'si (%72.8) kadın, 53'ü (%27.2) erkek idi. Katılımcıların ortalama MKK değeri $547.23 \pm 36.67 \mu\text{m}$ (458-629) olarak tespit edildi. Ortalama GİB değerleri, GAT ile $14.16 \pm 2.07 \text{ mmHg}$ (10-18), Tonopen ile $14.09 \pm 2.00 \text{ mmHg}$ (10-19) olarak bulundu. GİB ölçüm sonuçları açısından iki yöntem arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamadı ($p=0.357$, Grafik 1). MKK ve GAT ile elde edilen GİB değerleri arasında (Sperman $\rho = +0.957$, $p < 0.001$), MKK ve Tonopen ile elde edilen GİB değerleri arasında (Sperman $\rho = +0.839$, $p < 0.001$) istatistiksel olarak anlamlı pozitif korelasyon saptandı. Alt grup analizlerde Grup 1 ve Grup 2' de her iki yöntemle ölçülen GİB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yok iken (sırasıyla $p=0.085$ ve $p=0.728$), Grup 3'de her iki yöntemle ölçülen GİB değerleri arasında istatistiksel olarak GAT lehine anlamlı fark olduğunu görüldü ($p=0.008$), (Tablo 1, Grafik 2).

TARTIŞMA

Sağlıklı 195 bireyin, 195 sağlıklı gözünde GAT ve Tonopen ile elde edilen GİB ölçümlerini karşılaştırdığımız çalışmamızda her iki yöntemle elde edilen ortalama GİB değerlerinin (GAT ile 14.16 mmHg , Tonopen ile 14.09 mmHg), birbirine çok yakın olduğu gördük.



Grafik 1: Goldman aplanasyon tonometresi ve tonopen ile elde edilen göz içi basıncı değerlerinin ilişkisi.

Bizim çalışmamıza benzer olarak, Özcan ve ark.,⁸ 39 sağlıklı bireyde, Yılmaz ve ark.,⁹ 200 sağlıklı bireyde, Öztürk ve ark.,¹⁰ 106 sağlıklı olguda ve Çetin ve ark.,¹¹ 100 sağlıklı erişkinde yaptıkları çalışmalarında Tonopen ve GAT ile ölçülen GİB değerleri arasında anlamlı farklılık olmadığını saptamışlardır. Iester ve ark.,¹² da 104 olguyu değerlendirdikleri bir çalışmada GAT ve Tonopen ile GİB ölçümlerinin arasında olguların %62'sinde önemli bir korelasyon olduğunu belirtmişlerdir.

Benzer şekilde Sevim ve ark.,¹³ 106 glokom hastasının 211 gözünden GAT ve Tonopen ile elde ettikleri GİB değerlerinin birbirinden farklılık göstermediğini tespit etmişler. Çağlar ve ark.,¹⁴ da yüksek GİB değerlerine sahip 38 hastada yaptıkları çalışmada GAT ve Tonopen arasında GİB ölçümlerinde kuvvetli uyum olduğunu belirtmişlerdir. Oğuz ve ark.,¹⁵ vitrektomize, silikon endotamponadlı 39 gözde Tonopen ile ölçülen GİB değeri ile GAT ile ölçülen GİB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptayamamışlardır.

Bütün bu çalışmalardan farklı olarak Şakalar ve ark.,¹⁶ glokom saptanmayan 41 olgunun 79 gözünde yaptıkları çalışmada GAT ile ölçülen GİB değerlerini (ortalama 12.63 ± 2.94 mmHg) Tonopen ile ölçülen GİB değerlerinden (ortalama 8.51 ± 2.66 mmHg) istatistiksel olarak anlamlı ölçüde yüksek bulmuşlardır. Paşaoğlu ve ark.,¹⁷ ise primer açık açılı glokomlu 77 gözde Tonopen ile ölçülen GİB değerlerini (ortalama 16.7 ± 2.9 mmHg) GAT ile ölçülen GİB değerlerine (ortalama 15.6 ± 3.3 mmHg) göre istatistiksel olarak anlamlı oranda daha yüksek bulmuşlardır. Kim ve ark.,¹⁸ da sağlıklı, glokomlu ve oküler hipertansiyonlu toplam 508 olguda yaptıkları çalışmalarında, oküler hipertansiyonlu hastalarda Tonopen ile ölçülen GİB değerlerini GAT ile ölçülen değerlere göre daha yüksek olduğunu göstermişlerdir. Salvetat ve ark.,¹⁹ 101 primer açık açılı glokomlu hastanın 101 gözünü değerlendirdikleri çalışmada GAT ile Tonopen arasında GİB ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı olmasa da Tonopen'in yüksek GİB seviyelerinde (<24 mmHg) daha yüksek, düşük GİB seviyelerinde (<24 mmHg) daha düşük ölçmeye meyilli olduğunu belirtmişlerdir.

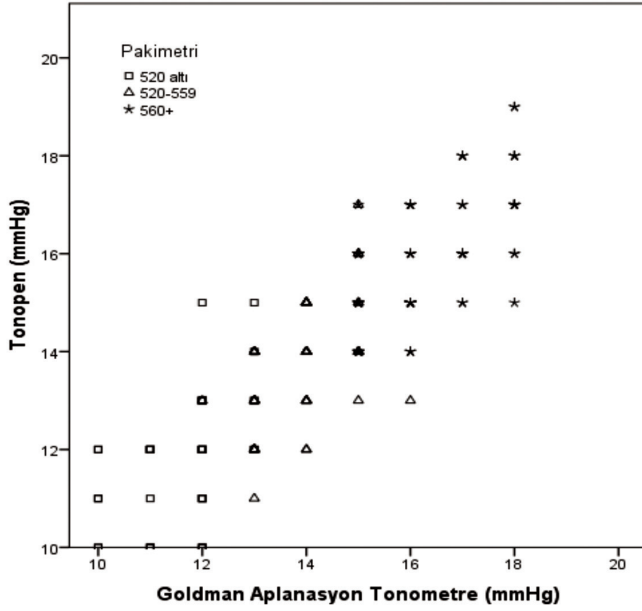
Literatürdeki çalışmaların çoğunluğuna benzer olarak, bizim çalışmamızda hem GAT ile hem de Tonopen ile elde edilen GİB değerlerinin MKK'dan etkilendiğini gözlemledik.^{9,13,20,21} Tonnu ve ark.,²¹ MKK'da her $10 \mu\text{m}$ 'lik artış için ölçülen GİB değerinde Tonopen ile 0.31 mmHg, GAT ile 0.28 mmHg artış bildirmişlerdir. Buna karşın birçok yazar^{8,10,11,16} GAT ile elde edilen GİB değerlerinin MKK ile korelasyon gösterirken Tonopen ile elde edilen GİB değerlerinin MKK ile korele olmadığını göstermişlerdir. Çağlar ve ark.,¹⁴ ise ince kornealı gözlerde GİB ve MKK arasında her iki ölçüm yöntemiyle korelasyon olduğunu, kalın kornealarda ise korelasyon olmadığını saptamışlardır.

GAT günümüzde altın standart ve yaygın olarak kullanılan bir GİB ölçüm yöntemi olsa da Tonopen'in kolay taşınabilir, hafif, uygulaması kolay olması, düzensiz kornea ve korneal ödemde ölçüm yapabilmesi, değiştirilebilir kauçuk kılıfı sayesinde kontaminasyon riskinin olmaması gibi avantajları nedeniyle kullanımı yaygınlaşan bir tonometredir. Yatalak veya tekerlekli sandalyedeki hastalarda ölçüm yapabilme imkanı vermesi de bir diğer önemli avantajıdır. Taşınabilir, küçük olması ofis dışında kullanım imkanı da sağlamaktadır.

Tablo 1: Merkezi kornea kalınlıklarına göre ayrılan gruplardaki olguların Goldmann aplanasyon tonometresi ve tonopen ile elde edilen göz içi basıncı değerleri ve ölçümler arasındaki farkın istatistiksel anlamlılığı.

Gruplar	GAT ile GİB Ortalama±SD (mmHg)	Tonopen ile GİB Ortalama±SD (mmHg)	P
Grup 1 (n=50) MKK<520 μm	11.60±0.92	11.88±1.20	0.085
Grup 2 (n=70) 520 μm <MKK<560 μm	13.79±0.78	13.74±1.16	0.728
Grup 3 (n=75) MKK>560 μm	16.23±1.10	15.89±1.26	0.008

MKK; Merkezi Kornea Kalınlığı, GİB; Göz İçi Basıncı, GAT; Goldmann Aplanasyon Tonometresi.



Grafik 2: Pakimetri değerlerine göre Goldmann aplanasyon tonometresi ve tonopen ile elde edilen göz içi basıncı değerlerinin karşılaştırılması.

Glokom sinsi seyirli, ilerleyici bir hastalık olduğundan polikliniklerimizde muayene ettiğimiz tüm hastaların GİB değerlerini ölçerek glokom hastalığını gözden kaçırma ihtimalimiz azalacaktır. Çalışmamızın sonucunda her iki yöntemle ölçülen GİB değerlerinin birbirine çok yakın olduğunu gördük, her ne kadar kalın kornealarda GAT ile elde edilen ölçümler Tonopen ile elde edilen ölçümlere göre istatistiksel olarak yüksek olsa da bu değer ortalama 0.33 mmHg olarak tespit edilmiştir. Bu nedenle kalabalık poliklinik şartlarında kullanımının daha pratik ve hızlı olması ve altın standart olan GAT ile uyumlu sonuçlar vermesi sebebiyle Tonopen'in tercih edilebilir olduğunu düşünmekteyiz.

Çalışmamızın eksik yönü sadece sağlıklı bireylerde ölçüm yapmış olmamızdır. Bir diğer eksiklik 10-19 mmHg aralığındaki GİB değerlerini değerlendirmiş olmamızdır. Glokomlu ve sağlıklı bireylerde karşılaştırma yapacak şekilde, daha geniş aralıkta GİB değerlerini kapsayacak çalışmaların yapılması gerektiğini düşünmekteyiz.

KAYNAKLAR/REFERENCES

- Goldmann H, Schmidt T. Applanation tonometry. *Ophthalmologica* 1957;134:221-42.
- Doughty MJ, Zaman ML. Human corneal thickness and its impact on intraocular pressure measures: a review and metaanalysis approach. *Surv Ophthalmol* 2000;44:367-408.
- Huang Y, Tham CC, Zhang M. Central corneal thickness and applanation tonometry. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:347.
- Holladay JT, Allison ME, Prager TC. Goldmann applanation tonometry in patients with regular corneal astigmatism. *Am J Ophthalmol* 1983;96:90-3.
- Pepose JS, Feigenbaum SK, Qazi MA, et al. Changes in corneal biomechanics and intraocular pressure following LASIK using static, dynamic, and noncontact tonometry. *Am J Ophthalmol* 2007;143:39-47.
- Broman AT, Congdon NG, Bandeen-Roche K, et al. Influence of corneal structure, corneal responsiveness, and other ocular parameters on tonometric measurement of intraocular pressure. *J Glaucoma* 2007;16:581-8.
- Whitacre MM, Stein R. Sources of error with use of Goldmann type tonometers. *Surv Ophthalmol* 1993;38:1-30.
- Özcan AA, Çiloğlu E, Esen E ve ark., Normal gözlerde goldmann aplanasyon tonometre ile rebound tonometri, dinamik kontur tonometre, tonopen XL'in karşılaştırılması. *Glo-Kat* 2013;8:225-30.
- Yılmaz İ, Akdemir BB, Yavuz L. Sağlıklı bireylerde goldmann aplanasyon tonometresi ve tonopen ölçümlerinin karşılaştırılması ve merkezi kornea kalınlığının ölçüme etkisi. *MN Oftalmol* 2012;19:160-70.
- Öztürk F, Küsbeci T, Yavaş G ve ark. Pascal dinamik kontur tonometre ile ölçülen göz içi basınç değerlerinin goldmann aplanasyon tonometresi, non kontakt tonometre ve tonopen ile karşılaştırılması ve santral kornea kalınlığının etkisi. *Glo-Kat* 2006;1:171-5.
- Çetin EN, Yayla K, Öztuna D ve ark. Dinamik kontur tonometrenin goldmann aplanasyon tonometre, non-kontakt tonometre ve tonopen ile karşılaştırılması ve gözün yapısal özelliklerinin ölçümlerle ilişkisi. *Glo-Kat* 2013;8:244-8.
- Iester M, Mete M, Figus M, Frezzotti P. Incorporating corneal pachymetry into the management of glaucoma. *J Cataract Refract Surg* 2009;35:1623-8.
- Sevim MŞ, Acar BT, Esen D ve ark. Goldmann aplanasyon tonometresi ve Tonopen XL tonometresinin karşılaştırılması ve merkezi kornea kalınlığının göz içi basıncı ölçümlerine etkisi. *Glo-Kat* 2010;5:43-6.
- Çağlar Ç, Karpuzoğlu N, Batur M ve ark. Yüksek göz içi basıncına sahip gözlerde goldmann aplanasyon tonometresi, dijital kontur tonometre ve tonopenin karşılaştırılması ve santral korneal kalınlığın ölçüm sonuçlarına etkisi. *Glo-Kat* 2012;7:84-90.
- Oğuz H, Karadede S, Özdek Ş ve ark. Vitrektomi yapılmış silikon dolu gözlerde göz içi basıncının değerlendirilmesinde tonopen ile goldmann aplanasyon tonometresinin klinik olarak karşılaştırılması. *Ret-Vit* 200;8:262-6.
- Şakalar YB, Keklikçi U, Balsak S ve ark. Göz içi basıncı ölçümünde farklı yöntemlerin karşılaştırılması ve santral kornea kalınlığının ölçüm sonuçlarına etkisinin değerlendirilmesi. *Turk J Ophthalmol* 2010;3:156-59.
- Paşaoğlu I, Eren MH, Demircan A ve ark. Göz içi basıncı ölçümünde goldmann aplanasyon tonometresi, tonopen avia, oküler cevap analizörü karşılaştırılması ve merkezi kornea kalınlığının ölçümlere etkisi. *Glo-Kat* 2012;7:101-4.
- Kim NR, Kim CY, Kim H, et al. Comparison of goldmann applanation tonometer, noncontact tonometer, and TonoPen XL for intraocular pressure measurement in different types of glaucomatous, ocular hypertensive, and normal eyes. *Curr Eye Res* 2011;36:295-300.
- Salvetat ML, Zepieri M, Tosoni C, et al. Comparisons between Pascal dynamic contour tonometry, the Tono-pen, and Goldmann applanation tonometry in patients with glaucoma. *Acta Ophthalmol Scand* 2007;85:272-9.
- Mollan SP, Wolfsohn JS. Accuracy of Goldmann, ocular response analyser, Pascal and Tonopen XL tonometri in keratoconic and normal eyes. *Br J Ophthalmol* 2008;92:1661-5.
- Tonnu PA, Ho T, Newson T, et al. The influence of central corneal thickness and age on intraocular pressure measured by pneumotonometer, non-contact tonometry, the Tono-Pen XL, and Goldmann applanation tonometry. *Br J Ophthalmol*. 2005;89:851-4.