

# Farklı Merkezi Kornea Kalınlıklarında Goldmann Applanasyon Tonometresi ile Dinamik Kontur Tonometrenin Karşılaştırılması\*

## Comparison of Goldmann Applanation Tonometry and Dynamic Contour Tonometry in Eyes with Different Corneal Thicknesses

Hüseyin DÜNDAR<sup>1</sup>, Çiğdem ALTAN<sup>2</sup>, Banu ŞATANA<sup>2</sup>, Duygu TÜZÜN<sup>1</sup>, Ahmet DEMİROK<sup>3</sup>, Ömer Faruk YILMAZ<sup>3</sup>

Klinik Çalışma

Original Article

### ÖZ

**Amaç:** Farklı merkezi kornea kalınlıklarına (MKK) sahip gözlerde Pascal Dinamik Kontur Tonometre (DKT) ve Goldmann applanasyon tonometre (GAT) ile ölçülen göz içi basınçlarını (GİB) karşılaştırmak.

**Gereç ve Yöntem:** Glukom bölümünde izlenen ardışık 103 hastanın 103 gözü incelendi. Olgular ultrasonik pakimetri ile alınan MKK'na göre ince ( $520 \mu$ 'dan az), (grup 1), orta ( $520-570 \mu$  arası), (grup 2) ve kalın ( $570 \mu$ 'dan fazla), (grup 3) olmak üzere 3 gruba ayrıldı. Ölçümler hep aynı iki hekim tarafından yapıldı. Birinci hekim GAT ile GİB ölçümlerini yaptıktan en az 10 dakika sonra ikinci hekim DKT ölçümlerini aldı. Ölçümler gruplar arasında karşılaştırıldı.

**Bulgular:** Olguların ortalama yaşı  $60.3 \pm 12.6$  yıldır. Ortalama MKK grup 1'de ( $n=30$ )  $488.2 \pm 19.6 \mu$ , grup 2'de ( $n=35$ )  $543.2 \pm 13.7 \mu$ , grup 3'te ( $n=38$ )  $605.0 \pm 29.9 \mu$  idi. GAT ile ve DKT ile alınan GİB ortalamaları sırasıyla grup 1'de  $14.5 \pm 4.5$  ve  $20.2 \pm 5.7$  mmHg; grup 2'de  $17.7 \pm 3.9$  ve  $21.2 \pm 3.8$  mmHg; grup 3'te ise  $20.3 \pm 4.8$  ve  $23.9 \pm 4.9$  mmHg idi. DKT ve GAT ile ölçülen GİB arasındaki fark tüm çalışma grubunda ortalama  $4.2 \pm 3.5$  mmHg idi. DKT ile GAT arasındaki GİB farkı grup 1 ve grup 2 arasında anlamlı iken ( $p=0.05$ ), grup 2 ve 3 arasında istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ( $p=0.87$ ). MKK ile GAT ve DKT ölçümleri arasında pozitif korelasyon mevcuttu. MKK ile DKT ve GAT arasındaki GİB farkı arasında negatif korelasyon tespit edildi.

**Sonuç:** DKT ile GAT'a göre tüm merkezi kornea kalınlıklarında daha yüksek GİB ölçümü alınmaktadır. Bununla birlikte yalnızca ince kornealarda bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Göz içi basıncı, goldmann applanasyon tonometresi, pascal dinamik kontur tonometre, merkezi kornea kalınlığı.

### ABSTRACT

**Purpose:** To compare intraocular pressure (IOP) levels measured with Goldmann applanation tonometer (GAT) and Pascal dynamic contour tonometer (DCT) in patients with various central corneal thicknesses (CCT).

**Material and Methods:** We studied 103 eyes of 103 consecutive patients who were followed in glaucoma department. Ultrasound pachimeter was used to evaluate CCT in all subjects. Patients were divided into three groups according to their central corneal thicknesses. Group 1 was thin CCT ( $<520 \mu$ ), group 2 was intermediate CCT ( $520-570 \mu$ ), group 3 was thick CCT ( $>570 \mu$ ). All measurements were performed by the same two physicians. The first physician measured IOPs with GAT and at least ten minutes later the second physician measured IOPs with DCT. Measurements were compared between groups.

**Results:** Mean age of patients was  $60.3 \pm 12.6$  years. Mean CCT values were  $488.2 \pm 19.6 \mu$  for group 1 ( $n: 30$ ),  $543.2 \pm 13.7 \mu$  for group 2 ( $n: 35$ ) and  $605.0 \pm 29.9 \mu$  for the group 3 ( $n: 38$ ). Mean IOP measurements obtained with GAT and DCT were  $14.5 \pm 4.5$  and  $20.2 \pm 5.7$  mmHg in group 1;  $17.7 \pm 3.9$  and  $21.2 \pm 3.8$  mmHg in group 2;  $20.3 \pm 4.8$  and  $23.9 \pm 4.9$  mmHg in group 3 respectively. Mean IOP difference between DCT and GAT was  $4.2 \pm 3.5$  mmHg in the whole study group. While this difference was statistically significant between group 1 and 2 ( $p=0.05$ ), it wasn't significant between group 2 and 3 ( $p=0.87$ ). There was a positive correlation between CCT and measurements made with both GAT and DCT. Negative correlation was found between CCT and the difference of IOP measured with DCT and GAT.

**Conclusion:** IOP values obtained with DCT were higher than with GAT for all CCTs. However this difference was statistically significant only in thin corneas.

**Key Words:** Central corneal thickness, goldmann applanation tonometer, intraocular pressure, pascal dynamic contour tonometer.

Glo-Kat 2011;6:40-43

Geliş Tarihi : 25/12/2010

Kabul Tarihi : 21/02/2011

Received : December 25, 2010

Accepted : February 21, 2011

\* Bu çalışma TOD 44. Ulusal Oftalmoloji Kongresi'nde sunulmuştur.

1- Beyoğlu Göz Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göz Hastalıkları, İstanbul, Asist. Dr.  
2- Beyoğlu Göz Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göz Hastalıkları, İstanbul, Uz. Dr.  
3- Beyoğlu Göz Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göz Hastalıkları, İstanbul, Prof. Dr.

1- M.D. Assistant, Beyoğlu Eye Education and Research Hospital İstanbul/TURKEY  
DÜNDAR H., dr.h\_dundar@hotmail.com  
TÜZÜN D., duygu\_tuzun@hotmail.com  
2- M.D., Beyoğlu Eye Education and Research Hospital İstanbul/TURKEY  
ALTAN Ç., cigdem\_altan@yahoo.com  
ŞATANA B., banusatana@gmail.com  
3- M.D. Professor, Beyoğlu Eye Education and Research Hospital İstanbul/TURKEY  
DEMİROK A., ahdemirok@gmail.com  
YILMAZ Ö.F., ofyilmaz@yahoo.com

Correspondence: M.D. Assistant, Hüseyin DÜNDAR  
Beyoğlu Eye Education and Research Hospital, Kuledibi İstanbul/TURKEY

## GİRİŞ

Günümüzde göz içi basıncı (GİB) yüksekliği glokomda halen tedavi edilebilen tek risk faktörü olduğundan glokomun tanısı ve takibinde GİB ölçümü son derece önemlidir. Göz içi basıncı ölçüm yöntemlerinden Goldmann Applanasyon Tonometresi (GAT) yaygın kullanılan ve altın standart olarak kabul gören bir yöntemdir.<sup>1,2</sup>

Applanasyon tonometreleri ile yapılan ölçümlerin merkezi kornea kalınlığından (MKK) etkilenmesi ve GİB'nin doğru tespit edilmesinin öneminin anlaşılması, araştırmacıları yeni tonometreler geliştirmeye sevk etmiştir.<sup>3,4</sup> Yeni geliştirilen bu cihazlardan biri de Pascal dinamik kontur tonometre'dir (DKT; Swiss Microtechnology AG, Port, İsviçre). Pascal DKT, Kangiesser ve Robert tarafından, kornea kontur uygunluğunu değerlendirerek GİB ölçen yeni bir yöntem olarak sunulmuştur. Dinamik kontur tonometre doğrudan ve devamlı GİB ölçümü yaparak kornea kalınlığından ve kornea kurvatüründen bağımsız değerler elde etmek üzere tasarlanmıştır.

Cihazın silindirik ucunda 10.5 mm çaplı konkav yüzey, 7 mm çaplı temas yüzeyi ve 1.7 mm çapta piezo elektrik basınç algılayıcı yer almaktadır.<sup>5</sup> Pascal DKT'nin çalışma prensibi tonometre ile kornea ön yüzünün birbirine temas etmesi sonucu kornea iç yüzüne uygulanan basıncın aletin ucundaki sensörlerce okunması esasına dayanmaktadır.<sup>5,6</sup> Ayrıca GİB ölçümü ile eş zamanlı olarak sistol ve diyastol arası GİB farkını ifade eden oküler nabız genliği (ONG) ölçümü de yapılabilmektedir.<sup>7</sup> Sağlıklı insanlarda, glokomlu hastalarda ve refraktif cerrahi geçiren gözlerde; DKT ile GİB ölçümünün MKK'dan etkilendiğini bildiren çalışmalar mevcuttur.<sup>8-10</sup>

Bu çalışmanın amacı, ince, kalın ve normal kalınlıkta korneaya sahip gözlerde Pascal DKT ve GAT ile elde edilen GİB ölçümlerini karşılaştırmaktır.

## GEREÇ VE YÖNTEM

Beyoğlu Göz Eğitim ve Araştırma Hastanesi 1. Göz Kliniği Glokom biriminde izlenmekte olan ardışık 103 hastanın 103 gözü incelendi. Her iki gözü çalışma kriterlerine uyan hastalarda sağ göz çalışmaya dahil edildi. Oküler yüzey hastalığı olan, 3 D üzerinde astigmatizması olanlar; önceden oküler cerrahi veya laser, travma öyküsü olanlar, kontakt lens kullananlar, DKT ölçümlerinde ölçüm güvenilirliğini gösteren Q değeri 3'ün üstünde olanlar çalışmaya dahil edilmedi.

Snellen eşeli ile alınmış en iyi düzeltilmiş görme keskinlikleri kaydedildi. Merkezi kornea kalınlığı ölçümleri ultrasonik pakimetre (DGH-550, DGH Technology Inc., Exton, PA) ile alındı ve üç ölçümden standart deviasyonu en düşük olanı kaydedildi. Lokal anestezi amacıyla topikal proparacaine (Alcaine, Alcon, Türkiye) alt forniks damlatıldı. Goldmann tonometre ölçümü için floresein kağıt (Haag-Streit International Fluorescein Paper, Switzerland) ile gözyaşı film tabakası boyandı.

Aynı hekim tarafından GAT ile GİB ölçümleri alındıktan en az 10 dakika sonra başka bir aynı hekim tarafından DKT ölçümleri alındı ve GİB değerler ile beraber ONG de kaydedildi. Ölçüm metodları arasında geçiş yapılırken sonuçlar maskelendi. Olgular MKK'ya göre 520  $\mu$  altı (ince kornea, grup 1), 520-570  $\mu$  arası (normal kalınlıkta kornealar, grup 2) ve 570  $\mu$ 'dan fazla (kalın kornea, grup 3) olmak üzere 3 gruba ayrıldı. Ölçümler gruplar arasında karşılaştırıldı.

İstatiksel analiz SPSS15.0 (SPSS, Chicago, IL, USA) paket programı kullanılarak yapıldı. Grupların karşılaştırılmasında Student t testi ve ANOVA; korelasyon analizinde ise Pearson katsayısı kullanıldı.

## BULGULAR

Olguların 51'i kadın, 52'si erkek olup, ortalama yaş 60.3 $\pm$ 12.6 idi. Tüm grupta olguların ortalama ONG 3.5 $\pm$ 1.5 mmHg ve ortalama MKK 550.0 $\pm$ 52.5  $\mu$ 'di.

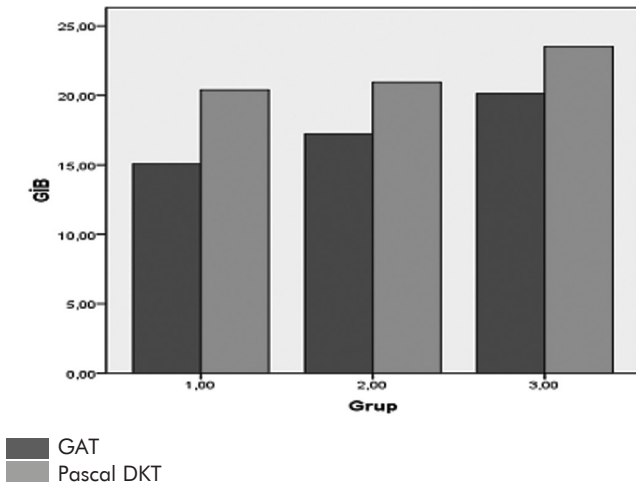
MKK'na göre grup 1'de 30, grup 2'de 35, grup 3'te 38 göz vardı. Grupların ortalama yaşları, görme keskinlikleri, MKK'ları ve ONG'leri tablo 1'de verilmiştir. Olguların demografik özellikleri ve görme keskinlikleri bakımından her üç grup arasında anlamlı fark yoktu ( $p>0.05$ ). GAT ile ve DKT ile alınan GİB ortalamaları tablo 2'de ve grafik 1'de görülmektedir.

Pascal DKT-GAT arasındaki GİB farkı tüm grupta ortalama 4.2 $\pm$ 3.5 mmHg idi. Her 3 grupta da GAT ile DKT ölçümleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu (Grup 1, 2 ve 3 için  $p<0.001$ ). Üç grup karşılaştırıldığında gruplar arasında GAT, DKT ölçümleri ve GAT-DKT ölçüm farkı istatistiksel olarak anlamlıydı (ANOVA, Tablo 2). Tonometreler arası GİB ölçüm farkı grup 1 ve grup 2 arasında anlamlı iken ( $p=0.05$ ), grup 2 ve 3 arasında istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ( $p=0.87$ ), (Student t testi). MKK ile GAT ve DKT ile alınan GİB ölçümleri arasında pozitif korelasyon ( $R1=0.529$ ,

**Tablo 1:** Gruplara göre olguların yaş, merkezi kornea kalınlığı, görme keskinliği ve oküler nabız genliği ortalamaları.

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	p*
<b>Olgu sayısı</b>	30	35	38	
<b>Yaş</b>	63.1 $\pm$ 11.8	59.4 $\pm$ 13.7	58.9 $\pm$ 12.3	0.342
<b>Merkezi kornea kalınlığı</b>	488.2 $\pm$ 19.6 $\mu$	543.2 $\pm$ 13.7 $\mu$	605.0 $\pm$ 29.9 $\mu$	0.000
<b>Görme keskinliği</b>	0.78 $\pm$ 0.26	0.85 $\pm$ 0.22	0.84 $\pm$ 0.24	0.488
<b>Oküler nabız genliği</b>	3.4 $\pm$ 1.5	3.5 $\pm$ 1.3	3.6 $\pm$ 1.6	0.780

\*ANOVA Testi



**Grafik:** Gruplar arasında GAT ve DKT ile alınan ortalama GİB ölçümleri.

$p_1=0.000$ ,  $R_2=0.332$   $p_2=0.000$ ); MKK ile DKT-GAT arasındaki GİB farkı arasında negatif korelasyon tespit edildi ( $R=-2.72$ ,  $p=0.005$ ). Oküler nabız genliği ile GİB ölçümleri arasında pozitif korelasyon mevcuttu ( $p<0.001$ ).

## TARTIŞMA

GİB'nin kolay, güvenilir ve doğru ölçümü glokomlu olguların tanı ve takibinde önemlidir. GİB ölçümünde Goldmann ve Schmidt'in geliştirdikleri GAT genel kabul görmüş ve günümüze kadar altın standart yöntem olarak kullanılmıştır. Ancak zaman içinde yapılan araştırmalarda GAT ölçümlerinin kornea kalınlığı ve kornea kurvatüründen etkilendiği saptanmıştır.<sup>11,12</sup> GAT'nin ince kornealarda hatalı düşük ölçüm yaptığı, kalın kornealarda ise hatalı yüksek ölçüm yaptığı tespit edilmiştir.<sup>13</sup> Bunun sonucunda, kalın korneaya sahip oküler hipertansiyon olgularına glokom tanısı konup, gereksiz ilaç tedavisi başlanabileceği gibi, aksine ince korneaya sahip olgularda ve refraktif cerrahi uygulanmış kornealarda da GİB'nin hatalı düşük ölçülmesinin glokom tanısında güçlükler neden olabileceği de ortaya konmuştur.<sup>14,15</sup>

Zamanla, MKK'nın farklı tonometrelerde GİB ölçümlerinin doğruluğu üzerine etkisi daha iyi anlaşılmıştır.<sup>16,17</sup> Pascal DKT, kornea kalınlığı, kornea sertliği, eğrilik ve ölçüm sırasında oluşan korneal değişikliklerden bağımsız GİB ölçümü sağlanmasını amaçlayan bir cihazdır.<sup>5</sup>

Dinamik kontur tonometre ile yapılan çalışmaların çoğu MKK'nın GİB ölçümleri üzerine belirgin bir etkisi olmadığını veya aplanasyon tonometrelerine göre göreceli olarak daha az etkisi olduğunu göstermiştir.<sup>6,7,18</sup> Biz de bu çalışmamızda farklı MKK'larına bağlı olarak DKT ve GAT ölçümlerini birbirleriyle karşılaştırdık. ONG; pulsatil GİB'nin maksimum (sistolik) ve minimum (diastolik) değerleri arasındaki farkın göstergesi olduğu için GİB'ni etkileyen değişkenlerin ONG'ni de etkilemesi doğaldır. Kaufmann ve ark.'nin yaptıkları çalışmada da ONG ile GİB arasında pozitif korelasyon olduğu saptanmış, bu-

**Tablo 2:** Gruplar arasında GAT ve DKT ile alınan ortalama GİB ölçümleri karşılaştırılması.

GİB ölçümleri	Grup 1	Grup 2	Grup 3	P*
GAT (mmHg)	14.5±4.5	17.7±3.9	20.3±4.8	<0.001
DKT (mmHg)	20.2±5.7	21.2±3.8	23.9±4.9	0.005
DKT-GAT farkı	5.6±3.7	3.5±3.5	3.6±3.0	0.02

\*ANOVA Testi

nunla birlikte ONG'nin MKK, kornea kurvatürü, ön kamara derinliği, yaş ve cinsiyetten etkilenmediği de gösterilmiştir.<sup>19</sup> Özçetin ve ark., 34 sağlıklı gözde DKT ve pulsatil oküler kan akımı analizörü ile yaptıkları çalışmada DKT ile ONG ortalamasını 2.8 saptamışlardır.<sup>20</sup> Bizim çalışmamızda da ONG ortalaması 3.5 bulunup GİB ile arasında pozitif korelasyon olduğu gözlenmiştir. Bu bulgu Kaufmann ve ark.'ni destekler niteliktedir.

Pascal DKT ile elde edilen GİB değerleri diğer ölçüm yöntemlerinden daha yüksek sonuçlar vermektedir. Pachhe ve ark., DKT ile GAT 'yi karşılaştırdıkları çalışmalarında, DKT ile GİB'i ortalama 1 mmHg daha yüksek saptarken, Ku ve ark., ise 2 mmHg yüksek bulmuşlardır.<sup>21,22</sup> Karahan ve ark., PAAG, OHT ve sağlıklı kontrol grubunda DKT ile GAT'ni karşılaştırmışlar ve PAAG grubunda ortalama 3.2 mmHg fark saptarken kontrol grubunda 3.4 mmHg fark bulmuşlardır.<sup>23</sup> Çalışmamızda da tüm grupta GİB ölçümlerinde DKT ile alınan ölçümlerin GAT ile alınanlardan ortalama 4.2 mmHg daha fazla olduğu saptandı.

Bir tonometrenin güvenilirliğini test etmenin en iyi yolu canlı insan gözlerinde yapılan ölçümlerin eş zamanlı manometrik ölçümlerle kıyaslanmasıdır. Feltgen ve ark.'nin yaptıkları in-vivo çalışmada GAT'nin manometrik ölçümlere göre 1.2 mmHg, Marx ve ark.'nin yaptığı in-vivo çalışmada ise 2 mmHg daha düşük değerler verdiği saptanmıştır.<sup>24,25</sup> Ehlers ve ark., katarakt ve glokom cerrahisi uyguladıkları 29 gözde, Perkins veya Drager taşınabilir tonometrelerle eş zamanlı manometrik ölçümler yapmışlar ve GİB'nin kornea kalınlığına bağlı olarak yanlış ölçülebileceği gösterilmiştir.<sup>26</sup> Aynı çalışmada gerçekte 20 mmHg seviyesinde, tonometrik ölçümün MKK'na bağlı olarak 5.2 mmHg düşük veya 4.7 mmHg yüksek ölçülebileceği tespit edilmiştir.<sup>26</sup> Kniestedt ve ark., korneaları 380 ile 517 mikron arasında değişen insan kadavra gözlerinde yaptıkları bir çalışmada GAT ve pnömotonometre ile karşılaştırıldığında DKT ile ölçülen GİB değerlerinin manometre ölçümlerine en yakın sonuçları verdiğini bildirmişlerdir.<sup>27</sup>

Sonuçta, DKT'nin daha yüksek ölçümler vermesi, beklenen bir durumdur ve DKT'nin manometrik basınca göre kalibre edilmesine bağlanabilir.<sup>5,28</sup> Bu bizim sonuçlarımızı desteklemekle birlikte DKT'nin gerçek GİB'na daha yakın değerler ölçtüğünü düşündürmektedir. Dolayısıyla MKK yüksek olması sonucu hatalı olarak yüksek ölçülen GİB'na bağlı olarak hatalı oküler hipertansiyon tanısının önlenmesi açısından DKT'nin klinik kullanımda diğer tonometrelere üstünlüğü vardır.

Çalışmamızda gözler MKK'na göre 3 gruba ayrılarak incelendi. Verilerimize göre kalın kornealarda GAT ve DKT ölçümleri arasında anlamlı bir fark bulunmadı. Ancak MKK incelendiğinde iki tonometre ile alınan GİB ölçüm farkının arttığı görüldü. Doyle ve ark., normal MKK grubunda GİB ölçüm ortalaması GAT ile 15.9 mmHg, DKT ile 16.0 mmHg, ince kornea grubunda sırasıyla 13.2 ve 15.9 mmHg, kalın kornealı grupta ise her 2 ölçümle 17.4 mmHg bulmuşlardır. Bu bulgular ile GAT'ın 520  $\mu$ 'un altında her 10  $\mu$ 'luk incelik için 0.7 mmHg daha düşük ölçtüğü bildirilmiştir.<sup>29</sup>

Eser ve ark., DKT'nin kalın kornealarda GAT'a göre bir üstünlüğü olmadığını, özellikle ince kornealarda MKK'dan hemen hemen bağımsız ölçüm yaptığını bildirmişlerdir.<sup>18</sup> Çalışmamız sonuçları da bu bulgularla uyumlu olup Grup 1'de DKT ile GAT ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptarken, grup 2 ve 3'de anlamlı fark tespit edemedik.

Sonuç olarak DKT ile ölçülen GİB değerleri tüm merkezi kornea kalınlıklarında GAT'ne göre yüksektir. İnce kornealarda bu fark daha fazla iken kalın kornealarda anlamlı bulunmamıştır. DKT'nin korneal parametrelerden hemen hemen hiç etkilenmemesi ve ölçüm kalitesini değerlendirme yeteneği ile daha sağlıklı ve manometrik değerlere yakın GİB ölçümü nedeniyle klinik pratiğinde daha faydalı ve kullanışlı olabileceği düşünüldü. DKT ile ilgili deneyim ve çalışmaların artmasıyla daha geniş kullanım alanı bulacağı öngörülebilir.

## KAYNAKLAR/REFERENCES

- Brandt JD.: Corneal thickness in glaucoma screening, diagnosis, and management. *Curr Opin Ophthalmol.* 2004;15:85-89.
- Dielemans I, Vingerling JR, Hofman A, et al.: Reliability of intraocular pressure measurement with the Goldmann applanation tonometer in epidemiological studies. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 1994;232:141-144.
- 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;43:1389-1392.
- 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;89:851-854.
- Kanngiesser HE, Kniestedt C, Robert YC.: Dynamic contour tonometry: presentation of a new tonometer. *J Glaucoma.* 2005;14:344-350.
- Öztürk F, Küsbeci T, Yavaş G, ve ark.: Pascal dinamik kontur tonometre ile ölçülen göz içi basınç değerlerinin goldmann applanasyon tonometresi, non kontakt tonometre ve tonopen ile karşılaştırılması ve santral kornea kalınlığının etkisi. *Glo-Kat.* 2006;1:171-175.
- Aykan Ü, Erdurmuş M, Yılmaz B, et al.: Dinamik kontur tonometre ölçümlerinin değişkenliği ve oküler biyometrik faktörlerle ilişkisi. *T Oft Gaz.* 2009;39:425-429.
- Tonnu PA, Ho T, Sharma K, et al.: A comparison of four methods of tonometry: method agreement and Interobserver variability. *Br J Ophthalmol.* 2005;89:847-850.
- Gordon MO, Beiser JA, Brandt JD, et al.: The Ocular Hypertension Treatment Study: baseline factors that predict the onset of primary open-angle glaucoma. *Arch Ophthalmol.* 2002;120:714-720.
- Heijl A, Leske MC, Bengtsson B, et al.: Early Manifest Glaucoma Trial Group. Reduction of intraocular pressure and glaucoma progression: results from the Early Manifest Glaucoma Trial. *Arch Ophthalmol.* 2002;120:1268-1279.
- Mark HH, Mark TL.: Corneal astigmatism in applanation tonometry. *Eye.* 2003;17:618-618.
- Walton DS.: Primary congenital open angle glaucoma: a study of the anterior segment abnormalities. *Trans Am Ophthalmol Soc.* 1979;77:746-768.
- Doughty MJ, Zaman ML.: Human corneal thickness and its impact on intraocular pressure measures: a review and meta-analysis approach. *Surv Ophthalmol.* 2000;44:367-408.
- Kaufmann C, Bachmann L, Thiel MA.: Intraocular pressure measurements using dynamic contour tonometry after laser in situ keratomileus. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2003;44:3790-3794.
- Siganos DS, Papastergiou GI, Moedas M.: Assessment of the Pascal dynamic contour tonometer in monitoring intraocular pressure in unoperated eyes and eyes after LASIK. *J Cataract Refract Surg.* 2004;30:746-751.
- Koçak N, Güneç Ü.: Goldmann applanasyon tonometresinde hata kaynakları. *T Klin Oftalmol.* 1999;8:70-72.
- Doganay S, Er H, Cumhurcu T, et al.: Keratokonuslu olgularda santral kornea kalınlığının göz içi basıncı ölçümüne etkisi. *T Klin Oftalmol.* 2002;11:207-211.
- Eser E, Başer EF, Seymenoğlu G.: Dinamik kontur tonometre, Nonkontakt tonometre, tonopen ve goldmann applanasyon tonometresi ile göz içi basınçlarının santral kornea kalınlığı ile ilişkisi. *Glo-Kat.* 2008;3:107-112.
- Kaufmann C, Bachmann L, Robert YC, et al.: Ocular pulse amplitude in healthy subjects as measured by dynamic contour tonometry. *Arch Ophthalmol.* 2006;124:1104-1108.
- Özçetin H.: Glokom: Tanısı, tipleri ve tedavisi, göz içi basıncı ölçümü ve tonometreler Nobel kitabevleri ltd. şti. 2009;3:55-116.
- 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.
- Ku JYF, Danesh-Meyer HY, Craig JP.: Comparison of intraocular pressure measured by pascal dynamic contour tonometry and goldmann applanation tonometry. *Eye.* 2005;11-8 .
- Karahan E, Güneç Ü, Arıkan G ve ark.: Goldmann applanasyon tonometresi ve pascal dinamik kontur tonometrenin karşılaştırılması ve merkezi kornea kalınlığının göz içi basıncı ölçümlerine etkisi. *Glo-Kat.* 2009;4:150-156.
- Feltgen N, Leifert D, Funk J.: Correlation between corneal thickness, applanation tonometry and direct intracameral IOP readings. *Br j Ophthalmol.* 2001;85:85-87.
- Marx W, Madilessi F, Reinhard T.: More than 4 years experience with electronic intraocular needle tonometry. *Ophthalmologie.* 1999;96:498-502.
- Ehlers N, Bramsen T, Sperling S.: Applanation tonometry and central corneal thickness. *Acta Ophthalmol.* 1975;53:34-43.
- Kniestedt C, Lin S, Choe J.: Clinical comparison of contour and applanation tonometry and their relationship to pachymetry. *Arch Ophthalmol.* 2005;123:1532-1537.
- Erdurmuş M, Yağcı R.: Dynamic contour tonometry versus Goldmann applanation tonometry, *J Glaucoma.* 2006;15:471.
- Doyle A, Lachkar Y.: Comparison of DCT with GAT over a wide range of central corneal thickness. *J Glaucoma.* 2005;14:288-292.