

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
GÖZ HASTALIKLARI
ANABİLİM DALI

**GOLDMANN APLANASYON TONOMETRİSİ VE
PASCAL DİNAMİK KONTUR TONOMETRENİN
KARŞILAŞTIRILMASI VE SANTRAL KORNEA
KALINLIĞININ GÖZ İÇİ BASINCI ÖLÇÜMLERİNE
ETKİSİ**

DR. EYYÜP KARAHAN

UZMANLIK TEZİ

İZMİR-2008

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
GÖZ HASTALIKLARI
ANABİLİM DALI

**GOLDMANN APLANASYON TONOMETRİSİ VE
PASCAL DİNAMİK KONTUR TONOMETRENİN
KARŞILAŞTIRILMASI VE SANTRAL KORNEA
KALINLIĞININ GÖZ İÇİ BASINCI ÖLÇÜMLERİNE
ETKİSİ**

UZMANLIK TEZİ

DR. EYYÜP KARAHAN

TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. ÜZEYİR GÜNENÇ

Bu araştırma DEÜ Araştırma Fon Saymanlığı Tarafından 2005.KB.SAG.062
sayı ile desteklenmiştir

ÖNSÖZ

Tez çalışmamda, çalışma konumun belirlenmesinden itibaren çalışmalarımın her aşamasında bana destek olan, bilgi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren sayın hocam Prof. Dr. Üzeyir Günenç'e teşekkür ederim.

Uzmanlık eğitimim süresince, bilgi ve deneyimleri ile bana yardımlarını esirgemeyen, her türlü konuda yardımcı olan değerli hocalarıma ve uzmanlarıma teşekkür ederim.

Beş yıllık asistan eğitim süresince berberce çalıştığım ve kader arkadaşlığı yaptığım asistan arkadaşlarıma ayrı ayrı teşekkürlerimi sunarım. Bu süre içinde beraber çalıştığım hemşire, teknisyen ve personel arkadaşlarıma yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

Doğduğum günden beri her zaman yanımda olan ve her zaman kendinden çok daha fazla beni düşünerek kazandığım başarılarda sonsuz emeği olan anneme ve ailemin öbür fertlerine sonsuz teşekkür ve minnetlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Üniversite yıllarımdan bu yana iyi ve özellikle kötü günlerimde hep benimle olan ve sürekli destekleyen eşim ve hayat arkadaşım Elif'e sonsuz teşekkür ederim.

Dr. Eyyüp Karahan

İzmir,2008

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	II
TABLO VE FİĞÜR LİSTESİ	III
ŞEKİL LİSTESİ	VI
ÖZET	1
İNGİLİZCE ÖZET	2
GİRİŞ VE AMAÇ	3
GENEL BİLGİLER	4
Göz İçi Basıncı Ölçümü	5
Tonometreler	6
Kornea Kalınlığı	13
GEREÇ VE YÖNTEM	17
BULGULAR	20
TARTIŞMA	37
SONUÇ VE ÖNERİLER	46
KAYNAKLAR	48

KISALTMALAR

PAAG	: Primer Açık Açılı Glokom
GİB	: Göz İçi Basıncı
OHT	: Oküler Hipertansiyon
OHTS	: Oküler Hipertansiyon Tedavi Çalışma Grubu
SKK	: Santral Kornea Kalınlığı
GAT	: Goldmann Aplanasyon Tonometrisi
DKT	: Dinamik Kontur Tonometre
Q	: Quality
ONG	: Oküler Nabız Genişliği
C/D	: Cup/Disk Oranı
D	: Diyoptri
NKT	: Non kontakt tonometre

TABLO ve FİGÜR LİSTESİ

	<u>Sayfa no</u>
Tablo 1: Grupların cinsiyet dağılımı.....	20
Tablo 2: Grupların yaş ortalamaları.....	20
Tablo 3: PAAG, OHT ve kontrol grubunda sistemik hastalıkların dağılımı	21
Tablo 4: PAAG, OHT, kontrol grubunun sistemik hastalık varlığına göre karşılaştırılması .	21
Tablo 5a: PAAG, OHT ve kontrol grubunda sağ gözlerin ortalama C/D oranlarının karşılaştırılması.....	21
Tablo 5b: PAAG, OHT ve kontrol grubunda sol gözlerin ortalama C/D oranlarının karşılaştırılması.....	22
Tablo 6a: PAAG, OHT, kontrol grubunun sağ gözlerin korneal kurvatür değerleri ve karşılaştırılması.....	22
Tablo 6b: PAAG, OHT, kontrol grubunun sol gözlerin korneal kurvatür değerleri ve karşılaştırılması.....	22
Tablo 7a: PAAG, OHT, kontrol grubunun sağ gözlerin korneal astigmatizma değerleri ve karşılaştırılması.....	23
Tablo 7b: PAAG, OHT, kontrol grubunun sol gözlerin korneal astigmatizma değerleri ve karşılaştırılması.....	23
Tablo 8: PAAG, OHT ve kontrol grubunda sağ gözlerde GAT ve DKT ölçümlerinin karşılaştırılması.....	24
Tablo 9: PAAG, OHT ve kontrol grubunda sol gözlerde GAT ve DKT ölçümlerinin karşılaştırılması.....	24
Figür 1a ve 1b: PAAG grubunda sağ ve sol gözlerde GAT ölçümleri ile DKT ölçümlerinin karşılaştırılması.....	24
Figür 2a ve 2b: OHT grubunda sağ ve sol gözlerde GAT ölçümleri ile DKT ölçümlerinin karşılaştırılması.....	25
Figür 3a ve 3b: Kontrol grubunda sağ ve sol gözlerde GAT ölçümleri ile DKT ölçümlerinin karşılaştırılması.....	25
Figür 4a : PAAG grubunda sağ gözlerde GAT ile DKT ile ölçülen GİB farklarının Blant-Altman Analizi ile dağılımı	26
Figür 4b: PAAG grubunda sol gözlerde GAT ile DKT ile ölçülen GİB farklarının Blant-Altman Analizi ile dağılımı	26
Figür 5a: OHT grubunda sağ gözlerde GAT ile DKT ile ölçülen GİB farklarının Blant-Altman Analizi ile dağılımı	27

Figür 5b: OHT grubunda sol gözlerde GAT ile DKT ile ölçülen GİB farklarının Blant-Altman Analizi ile dağılımı	27
Figür 6a: Kontrol grubunda sağ gözlerde GAT ile DKT ile ölçülen GİB farklarının Blant-Altman Analizi ile dağılımı	28
Figür 6a: Kontrol grubunda sol gözlerde GAT ile DKT ile ölçülen GİB farklarının Blant-Altman Analizi ile dağılımı	28
Tablo 10: PAAG, OHT, kontrol grubunun sağ gözlerin SKK ölçümleri ve Karşılaştırılması.....	29
Tablo 11: PAAG, OHT, kontrol grubunun sol gözlerin SKK ölçümleri ve Karşılaştırılması.....	29
Figür 7a ve 7b: PAAG grubunda sağ ve sol gözlerde GAT ölçümleri ile SKK ölçümlerinin karşılaştırılması.....	30
Figür 8a ve 8b: OHT grubunda sağ ve sol gözlerde GAT ölçümleri ile SKK ölçümlerinin karşılaştırılması.....	30
Figür 9a ve 9b: Kontrol grubunda sağ ve sol gözlerde GAT ölçümleri ile SKK ölçümlerinin karşılaştırılması.....	31
Figür 10a ve 10 b: PAAG grubunda sağ ve sol gözlerde DKT ölçümleri ile SKK ölçümlerinin karşılaştırılması.....	31
Figür 11a ve 11b: OHT grubunda sağ ve sol gözlerde DKT ölçümleri ile SKK ölçümlerinin karşılaştırılması.....	32
Figür 12a ve 12b: Kontrol grubunda sağ ve sol gözlerde DKT ölçümleri ile SKK ölçümlerinin karşılaştırılması.....	32
Tablo 12: Tüm gruplarda GAT ve DKT değerlerinin SKK ile korelasyonunun Pearson analizine göre değerleri.....	33
Figür 13a ve 13b: Tüm olguların sağ ve sol gözlerinde GAT ölçümleri ile SKK ölçümlerinin karşılaştırılması.....	33
Figür 14a ve 14b: Tüm olguların sağ ve sol gözlerinde DKT ölçümleri ile SKK ölçümlerinin Pearson korelasyon analizi ile karşılaştırılması.....	34
Tablo 13a: SKK 550 μm 'den ince olanlar ve kalın olanların GAT ve DKT ile GİB ölçümleri ve iki grupta GAT değerleri ile DKT değerlerinin karşılaştırılması (sağ göz).....	34
Tablo 13b: SKK 550 μm 'den ince olanlar ve kalın olanların GAT ve DKT ile GİB ölçümleri ve iki grupta GAT değerleri ile DKT değerlerinin karşılaştırılması (sol göz).....	34
Tablo 14a: GAT ve DKT ölçümlerinin diğer değişkenler ile ilişkisinin lineer regresyon analizi sonuçları (sağ göz).....	35

Tablo 14b: GAT ve DKT ölçümlerinin diğer değişkenler ile ilişkisinin lineer regresyon analizi ile sonuçları (sol göz).....	35
Tablo 15a: GAT ve DKT ölçümlerinin diğer değişkenler ile ilişkisinin çoklu regresyon analizi ile sonuçları (sağ göz)	36
Tablo 15b: GAT ve DKT ölçümlerinin diğer değişkenler ile ilişkisinin çoklu regresyon analizi ile sonuçları (sol göz)	36

SEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa no</u>
Şekil 1: Biyomikroskopa monte edilmiş DKT	11
Şekil 2: DKT'nin 1.2 mm'lik basınç sensörü.....	12
Şekil 3: DKT'nin konturlu basınca hassas ucu	12

GOLDMANN APLANASYON TONOMETRİSİ VE PASCAL DİNAMİK KONTUR TONOMETRİSİ'NİN KARŞILAŞTIRILMASI VE SANTRAL KORNEA KALINLIĞININ GÖZ İÇİ BASINCI ÖLÇÜMLERİNE ETKİSİ

ÖZET

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

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

Bulgular: Tüm gruplarda GAT ve DKT yöntemleri ile yapılan ölçümler birbiri ile korelasyon 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. SKK, OHT grubundaki olgularda PAAG ve kontrol grubundaki olgulara göre anlamlı derecede kalındı. GAT ve DKT değerlerinin SKK ile korelasyon gösterdiği görüldü fakat GAT ve SKK arasındaki korelasyon GAT ve DKT arasındaki korelasyona göre daha fazlaydı. DKT ile GAT arasındaki GİB değeri farkı ince kornealarda kalın kornealara göre daha fazla idi. GAT ve DKT yöntemlerinin, korneal kurvatur, korneal astigmatizma ve yaş faktörleri ile ilişkili olmadığı belirlendi.

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

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

COMPARISON OF PASCAL DYNAMIC CONTOR TONOMETRY AND GOLDMANN APLANATION TONOMETRY AND EFFECT OF CENTRAL CORNEAL THICNESS ON INTRAOCULAR PRESSURE MEASUREMENTS

SUMMARY

Purpose: To compare the Pascal dynamic contor tonometry (DCT) and Goldmann aplanation tonometry (GAT) in cases with primary open angle glaucoma (POAG), ocular hypertension (OHT) and control group and to evalute the effect of central corneal thickness (CCT) and other corneal parameters on the measurements of intraocular pressure (IOP).

Patients and Methods: The IOP of fifty cases with POAG, 43 cases with OHT and 50 cases of control group were measured with GAT and DCT. The CCT of the cases were measured by ultrasound pachimetry. The corneal curvature and astigmatism levels of the cases were determined. GAT and DCT were compared in right and left eyes of the cases. The effect of CCT and other corneal parameters on GAT and DCT was detected.

Results: GAT and DCT measurements were correlated in all groups. The meuserements with DCT were significantly higher than GAT measurements in POAG and control group. There was no significant difference between GAT and DCT in OHT group. The difference between DCT and GAT was higher in cases with low IOP levels whereas the difference was smaller in high IOP levels. The CCT in the group with OHT was significantly higher than in controls and cases 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. Difference in IOP measurements between DCT and GAT was higher in cases with lower CCT. GAT and DCT measurements were not effected by age, corneal curvature and astigmatism.

Conclusion: This study suggest that, DCT seems to be reliable method for intraocular pressure measurement, which is influnced by CCT lower than GAT. New threshold levels in glaucoma diagnosis should be determined for DCT.

Key words: Pascal dynamic contour tonometry, Goldmann aplanation tonometry, primary open angle glaucoma, ocular hypertension, central corneal thickness

GİRİŞ VE AMAC

Glokom, optik sinir başı hasarı ve görme alanı defekti ile karakterize kronik, ilerleyici bir oküler hastalıktır. Hastalığın tanı ve takibinde en çok üzerinde durulan faktör günümüzde halen göz içi basıncıdır. Göz içi basıncının düşürülmesinin, glokomun ilerlemesini durdurduğu veya en azından yavaşlattığı birçok çalışmada gösterilmiştir.

1957 yılında Goldmann'ın Imbert Fick kanununa göre geliştirdiği Goldmann aplanasyon tonometrisi, göz içi basıncı ölçümünde altın standart olarak kabul edilmektedir. Goldmann aplanasyon tonometrisi, kornea kalınlığı sabit kabul edilerek geliştirilmiş bir alettir. Bu değer ise 520 mikrometredir. Bu değerın üstündeki değerlerde yanlış yüksek, altındaki değerlerde ise yanlış düşük ölçümlerin elde edildiği birçok çalışmada gösterilmiştir.

İnvazif göz içi basıncı ölçüm yöntemlerinin kullanıldığı bazı çalışmalarda kornea kalınlığı artışı ile birlikte aplanasyon yöntemiyle elde edilen değerlerin normalden saptıkları görülmüştür. Artmış kornea kalınlıklarında yanlış yüksek veya azalmış kornea kalınlıklarında yanlış düşük göz içi basıncı değerlerinin saptanmasından kaçınmak için göz içi basıncı ölçen cihazların kornea kalınlığından asgari etkilenip gerçek değerlere yakın ölçümler yapmaları gerekliliği gündeme gelmiştir.

Pascal dinamik kontur tonometre, kornea özelliklerinden bağımsız olarak göz içi basıncını ölçmek için tasarlanmış yeni bir tonometri cihazıdır. Dinamik kontur tonometre ile yapılan ölçümlerin santral kornea kalınlığından etkilenmediğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır.

Bu çalışmadaki amacımız, primer açık açılı glokom, oküler hipertansiyon ve sağlıklı kontrol grubu hastalarında Goldmann aplanasyon tonometrisi ve Pascal dinamik kontur tonometre ile ölçülen göz içi basıncı değerlerinin karşılaştırılması ve santral kornea kalınlığının bu ölçümler üzerindeki etkisinin araştırılmasıdır.

GENEL BİLGİLER

Primer Açık Açılı Glokom (PAAG), glokom tipleri arasında en sık görülenidir⁽¹⁻³⁾. Toplumdaki sıklığı %0.58 ile %8.8 arasında bildirilmektedir⁽⁴⁻¹¹⁾. PAAG, yüksek göz içi basıncı (GİB) ile birlikte optik disk hasarı ve görme alanı kaybı olarak tarif edilmektedir. PAAG'da ayrıca sekonder bir sebebin olmaması ve gonyoskopide iridokorneal açının açık olması gerekmektedir⁽¹⁻³⁾. PAAG sıklığı yaşla birlikte artmaktadır. Hastalığın ortaya çıkışında ailesel yatkınlık önemlidir.

PAAG, genellikle orta yaşın üzerinde ortaya çıkar ve kronik, sinsi bir ilerleme gösterir. Optik diskte ilerleyici hasar olur, hasar oluşturucu GİB değeri her hastada farklıdır. Retinadaki gangliyon hücrelerindeki progresif kayıp sonucu görme alanında parasantral skotom, nazal step, arkuat skotom, veya genel kayıp meydana gelir.

Oküler Hipertansiyon (OHT) tanımı, glokomatöz optik sinir başı değişiklikleri ve görme alanı kaybı olmadan GİB ölçümleri farklı zamanlarda yapılan en az iki ölçümde 21 mmHg üzerinde olan ve iridokorneal açısı açık olan hastaları tarif etmektedir⁽¹²⁾. GİB, 40 yaş üstündeki hastalarda %4-7 arasında glokomatöz değişiklik olmamasına rağmen 21 mmHg'nin üstünde ölçülmektedir⁽¹³⁾.

Oküler Hipertansiyon Tedavi Çalışma Grubu (OHTS), 24 mmHg ve üzerinde GİB olan orta riskli OHT olgularının 5 yıllık izleminde antiglokomatöz ilaç kullananlarda PAAG gelişme oranını % 4.4, kullanmayanlarda ise % 9.5 olarak tespit etmiştir¹⁴⁾. OHTS'ye göre OHT zemininde PAAG gelişme açısından risk faktörleri, Afrika kökenli olmak, ileri yaş, erkek cinsiyet, yüksek GİB, görme alanında yüksek pattern standart deviasyon, geniş çukurluk/disk oranı, kalp hastalığı varlığı ve ince kornea kalınlığı olmasıdır⁽¹⁵⁾.

OHT'lu hastalarda santral kornea kalınlığının (SKK) belirlenmesine yönelik birçok çalışma yapılmıştır. Argus ve ark. SKK'nı OHT'lu hastalarda 0.610 mm, glokomlu hastalarda 0.557 mm, normal gözlerde 0.567 mm olarak tespit etmiştir⁽¹²⁾. Herman ve ark. OHTS'ndeki olguların %25'inde SKK'nın 600 µm'nin üzerinde olduğunu tespit etmiştir⁽¹⁶⁾. OHTS'de, SKK 555 µm'nin altında olan gözlerde glokom gelişme riskinin SKK 588 µm'nin üzerinde olan gözlerle göre 3 kat fazla olduğu görülmüştür⁽¹²⁾.

Goldmann Aplanasyon Tonometrisi (GAT) , 1957 yılında üretilmiştir ve günümüzde GİB ölçümünde altın standart olarak kabul edilmektedir ama GAT'nin kornea kalınlığından ve yapısal rijiditeden etkilenme gibi dezavantajları vardır⁽¹⁷⁻²⁰⁾. Özellikle refraktif cerrahi geçirmiş hastalardaki güvenilirliği tartışmalıdır⁽²¹⁾. GAT, kornea kalınlığı standart olarak 520 µm kabul edilerek kalibre edilmiş bir cihazdır. İnce ve kalın kornealarda düşük veya yüksek GİB değeri ölçümleri yapabilmektedir^(17,19,22). Kalın kornea nedeniyle bazı hastaların sınıflandırılmalarında

hatalar olabilirken⁽²³⁾, ince kornea nedeniyle GİB düşük ölçülen hastaların tanısında ve dolayısıyla tedavisinde gecikmeler olabilmektedir⁽²⁴⁾.

GAT ile GİB ölçümlerindeki kornea kalınlığına bağlı yanlış yüksek ya da yanlış düşük ölçümlere engel olmak için ölçülen değerlerde kornea kalınlığına göre bir düzeltme önerilmektedir. Ancak bu düzeltme oranı değişik çalışmalarda farklılık göstermektedir. Ehlers ve ark. 535 µm baz alınmak üzere her 70 µm'lik sapma için 5 mmHg'lık düzeltmeyi önermektedir⁽²⁵⁾. Doughty ve ark. ise 535 µm'den her 50 mmHg'lik sapma için 2-3 mmHg düzeltme yapılmasının uygun olacağını bildirmiştir⁽²²⁾.

Pascal dinamik kontur tonometre (DKT), herhangi bir kornea özelliğinden bağımsız GİB ölçümünü amaçlayan orjinal non-aplanasyon bir kontakt tonometre yöntemidir. GAT'tan farklı olarak DKT'nin, kornea kalınlığından etkilenmediğini gösteren karşılaştırmalı çalışmalar bulunmaktadır.

GİB ÖLÇÜMÜ

Glokom, değişik mekanizmalar sonucu meydana gelen bir hastalıktır. Glokomda GİB artışı ile birlikte optik disk hasarı ve görme alanı defekti ortaya çıkar. Bu durumların ortaya çıkışı oldukça kompleks ve birbiriyle bağlantılıdır.

Gözden drenajın azalması sonucu artan GİB göz içi dokulara fiziksel hasar verir ve glokomun patogeneğinde önemli bir rol oynar. Bunun yanında retinal gangliyon hücrelerinin apoptozisi sadece GİB artışına bağlı olmaz. Optik sinirin kan akımı bozukluğuna bağlı oluşan iskemi, azalmış aksoplazmik akım, serbest radikaller, aminoasitler ve hiperglisemi sonucu oluşan bazı istenmeyen ürünler, gözde meydana gelen hasarda etkilidir. Fakat bütün bunlara rağmen GİB ölçümü glokom tanı ve takibinde halen çok önemli ve vazgeçilmez bir yere sahiptir⁽²⁶⁻³⁰⁾.

GİB ölçümündeki tarihsel gelişmelere bir göz atarsak, oküler basıncın parmakla ölçülmesi 1862 yılında British Medical Association toplantısında William Bowman tarafından gösterilmiştir. İlk cihazla ölçüm çabaları Von Graefe tarafından 1862 yılında gerçekleştirilmiştir. Donders, 1863-1868 yılları arasında kendi kliniğinde bir takım denemeler gerçekleştirmiştir. Adolf Weber, 1867 yılında indentasyon fikrini ortaya koymuştur. Maklakof, 1885 yılında aplanasyon tekniğini uygulamıştır⁽³¹⁾. Birkaç yıl sonra da Imbert ve Fick, aplanasyon konusunda çalışmalar yapmıştır. Yirminci yüzyıl başlarında parmakla ölçüm halen en güvenilir yöntem olarak bilinmekteydi. Schiotz'ün 1905 yılında sunduğu indentasyon tonometrisi kısa sürede kabul görmüştür.

1950'li yılların başlarında Goldman, Perkins ve Maurice'in aplanasyon tonometresini geliştirmesiyle Schiotz tonometrisi klinik önemini yitirmeye başlamıştır. Mackay ve Marg'ın 1959 yılında buldukları elektronik tonometre ile gözyaşı film tabakasının ve korneanın yüzeyiyle

ilgili problemlerin etkisi minimale inmektedir. Bugün kullanımda olmayan bu tonometrelerin çalışma prensibi, Tonopenin de yer aldığı bazı elektronik tonometreler de kullanılmıştır.

TONOMETRELER

Tonometreleri basitçe şu şekilde sınıflayabiliriz:

1. İnvazif Cihazlar
2. Noninvazif cihazlar
 - Göze temas edenler
 - A. Statik
 - İndentasyon Tonometreleri
 - Aplanasyon Tonometreleri
 - B. Dinamik Cihazlar
 - Göze Temas etmeyenler

İndentasyon Tonometreleri

Schiotz Tonometresi, 3 mm çapında ve 5.5 gr. ağırlığında metalik ve hareketli bir piston çevresine yerleştirilmiş konkav yüzeyli bir ayaklıktan oluşur. Pistonun ucunun kornea üzerinde oluşturduğu çökertme ile orantılı olarak, basit bir kaldıraç mekanizması ile bağlı bulunduğu mil hareket eder. Mil vasıtasıyla tespit edilen skala değeri ve bağlı bulunan ağırlık değerine göre GİB değeri tespit edilir. Ölçüm için kornea anestezisi sağlanan hasta supin pozisyonda bulunmalıdır^(32,33).

Schiotz tonometrisinin ağırlığı gerçek göz içi basıncında (P_0) ani bir artışa (P_1) neden olmaktadır. Aslında, basınçtaki bu değişim, sıvının yer değiştirmesine karşı gözün direncinin ifadesidir (skleral rijidite). Skalada okunan P_1 değerinden P_0 değerinin tespiti için bazı hesaplamalar gerekmektedir⁽³²⁾. Gözlerin farklı oküler rijiditeye sahip olmaları Schiotz tonometresinin güvenilirliğini de sınırlamaktadır. Çevrim tablolarında genellikle ortalama değerlerin kullanılması, farklı rijiditeye sahip gözlerde yanlış ölçümlere neden olmaktadır^(34,35). Oküler rijiditenin hipermetroplarda olduğu gibi artması, GİB'nin yanlış yüksek ölçümlerine sebep olabilirken, düşük oküler rijidite özellikle miyoplarda yanlış düşük ölçümlere neden olmaktadır. Korneanın kalınlığı veya dikliği arttıkça, tonometre sırasında yer değiştiren sıvının hacmi artmakta ve yanlış yüksek ölçümlere neden olmaktadır. Tekrarlayan ölçümler ise göz dışına çıkan hümör aköz nedeniyle GİB'nin düşmesine neden olmaktadır⁽³²⁾.

Aplanasyon Tonometreleri

Aplanasyon tonometrelerinde göz, korneanın düzleşmesine neden olacak bir kuvvete maruz bırakılmaktadır. İki varyasyon gösterilmiştir. Birincisinde düzleştirilen alanın büyüklüğü sabit tutulurken uygulanan kuvvetin büyüklüğü değişmektedir. İkincisinde ise korneanın düzleşmesine sebep olan kuvvet sabit tutulurken alanın büyüklüğü değişmektedir.

1. Uygulanan kuvvetin büyüklüğünün değiştiği tonometreler

- Goldman Aplanasyon Tonometresi

Kornea yüzeyine uygulanan kuvvetin büyüklüğünün değiştiği tonometre tiplerinin en önde geleni GAT'dir. Aplanasyon yöntemi, Imbert-Fick kuralına dayanmaktadır. Buna göre yüzeyi kuru, ince duvarlı bir küre içindeki basıncın büyüklüğü, bu küreyi düzleştirmek için gerekli olan kuvvetin düzleştirme alanına bölünmesi ile elde edilir. GAT'nin çalışma prensipleri ilerleyen bölümlerde daha detaylı bir şekilde anlatılacaktır.

- Perkins aplanasyon tonometresi

GAT ile aynı teknik özelliklere sahiptir. Fakat biyomikroskoba monte edilmeyip elde taşınarak ölçüm yapılır. Aplanasyon gücü, el ile döner düğmenin hareket ettirilmesi ile ayarlanır. Taşınabilir olması, ameliyathane şartlarında genel anestezi altında özellikle bebeklerde ve çocuklarda ölçüm yapılmasını sağlar^(32,33).

- Draeger aplanasyon tonometresi

Perkins tonometresi ile benzerlik gösterir fakat bu alette farklı bir prizma sistemi kullanılmaktadır. Aplanasyon gücü prizma ile bağlantılı bir motor ile sağlanmaktadır^(32,33).

- Mackay-Marg aplanasyon tonometresi

İçinde 1.5 mm çapında hareketli bir piston ve bunun 10 µm gerisinde pistonun çevresini saran plastik kaplı bir probu vardır. Pistonun hareketi, elektronik olarak takip edilmekte ve kağıt üzerine kayıt edilmektedir. Prob, önce merkezdeki 1.5 mm'lik korneayı düzleştirmek için kuvvet uygular. Daha sonra da çevredeki plastik kaplamayı da içine alacak şekilde 3 mm'lik alanı düzleştirir. Bu nokta kadar elde edilen kayıtlar ile GIB değeri ölçülür. Oküler pulsasyona bağlı olarak meydana gelen oynamaları önlemek için birkaç ölçümün ortalaması alınmalıdır. GAT'ne göre daha yüksek ölçümler elde edilmesine karşın skarlı, ödemli, irregüler yüzeyle kornealarda daha güvenilir olduğu bildirilmektedir⁽³²⁾.

- Tono-Pen

Mackay-Marg tonometresinde küçük bir yüzey düzleştirildiği için korneanın düzleştirmeye olan direncinin büyüklüğü ve gözyaşı yüzey geriliminin etkisi GAT'ne göre daha sınırlıdır. Günümüzde çok kullanılmamaktadır ama aynı prensiple çalışan küçük taşınabilir Tonopen geniş kullanım alanına sahiptir. Tonopen, Mackay-Marg tonometresinin günümüzde kullanılmakta olan pille çalışmakta olan küçültülmüş bir versiyonudur⁽³²⁾. Taşınabilir, kalibrasyonu ve kullanımı kolay bir cihazdır. Toplam ağırlığı 64 gr. olan bir mikrobilgisayardır. Ölçüm yapan probun çapı 1.5 mm'dir. Korneal skar, ödem gibi durumlarda küçük bir alandan ölçüm alınabilmesi büyük kolaylık sağlar. GAT'ne koopere olamayan hastalarda kullanım kolaylığı sağlamaktadır. Ekranda görülen ölçüm değeri yüzde olarak standart deviasyonu ile birlikte verilir. Ölçülen değer hangi aralığa giriyorsa o aralığı ifade eden bir çizgi ve altında yüzdelik değeri yazılır. %10 ve altındaki değerler, ölçümün kabul edilebilir olduğunu ifade eder.

- Pnömotonometre

Temel prensibi Mackay-Marg tonometresine benzese de, elektronik olarak kontrol edilen piston yerine hava basıncına duyarlı prob kornea yüzeyine temas ettirilerek düzleştirilir. Sürekli GİB takibinde kullanılabilir^(32,33).

2. Düzleştirilen Alanın Değiştiği Tonometreler

- Maklakov Aplanasyon Tonometresi

Diğer aplanasyon tonometrelerinden farklı olarak güç sabit tutulurken düzleştirilen alan değişir. Oküler rijidite ve gözyaşı yüzey gerilimi gibi sebepler, ölçülen değerlerde düzeltmeler yapılmasını gerektirir. Rusya ve Çin'de kullanım alanı bulmuş ancak batı dünyasında kullanılmamıştır^(32,33).

Nonkontakt Tonometreler (NKT)

Bu tonometrelerde kornea yüzeyi püskürtülen hava ile düzleştirilerek ölçüm yapılmaktadır. Kornea yüzeyinden yansıyan ışın hedef gözlem deliğinden netleştirildikten sonra kornea yüzeyine kuvveti gittikçe artan basınçlı hava verilerek düzleşme sağlanır. Bu sırada yansıyan ışık kaydedilir. Dijital bir sayaç başlangıç referans noktası ile maksimum ışık algılamasının yapıldığı süreyi saptayarak bunu GİB değerine çevirir. Ölçüm için gereken süre 1-3

milisaniyedir. Anlık ölçümler yapıldığı için sonuçlar nefes alıp verme ile ve ani venöz basınç artışlarından etkilenir. En az 3 ölçümün ortalaması alınmalı ve ölçümler arasında 4 mmHg'dan fazla fark olmamalıdır. GAT'ne göre daha yüksek sonuçlar verir. Lokal anestezi gerektirmemesi ve infeksiyon riskini azaltması başlıca avantajlarıdır. Çocuklarda ve geniş kitle taramalarında uygulaması pratiktir^(32,33).

Basınç fosfen tonometresi

GİB gün içinde fluktuasyonlar göstermektedir. Bu açıdan hastanın evde kendi kendine uygulayabileceği, gün boyu GİB ölçümü yapabileceği, taşınabilir bir cihaz olan 'basınç fosfen tonometresi' geliştirilmiştir. Hastanın evinde uygulayacağı şekilde tasarlanmış, kalem şeklindeki bu cihazın çalışma şekli basınç fosfenlerinin yarattığı entoptik fenomene dayanan bir psikofiziksel testtir. Herhangi bir lokal anestezi kullanılmadan göz kapağı yarı açıkken, göz kapağı üzerinden prob göze doğru bastırılır ve hasta basınç fosfenini görünce pronu çeker. Bu sırada basınç cihaz tarafından ölçülür⁽³⁶⁾. Gün boyunca ölçüm yapma olanağı vermesi yönünden glokom tanı ve takibinde oldukça önemli bir konuma gelebilecek bir cihaz olmakla birlikte güvenilirliğinin kanıtlandığı çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Goldmann Aplanasyon Tonometresi

GİB ölçümünde günümüzde halen en sık kullanılan teknik GAT'dır. Bu teknik, Schiotz tonometresinin skleral rijiditeden etkilenmesi gibi değişik etkenlerden daha az etkilenmektedir. Ancak yine de GAT, özellikle kornea kalınlığı olmak üzere çeşitli faktörler yüzünden yanlış ölçümler yapabilmektedir. İlerideki iki bölümde günümüzde GİB ölçümünün altın standardı kabul edilen GAT ve kornea özelliklerinden etkilenmeme iddiasıyla üretilen DKT cihazları hakkında ayrıntılı bilgiler verilecektir.

Günümüzde GİB'ını en doğru biçimde ölçtüğü düşünülen cihaz GAT'dır. İçte doğru gözyaşı gerilimi ve dışta doğru kornea rijiditesinin oluşturduğu güçlerin birbirini etkisizleştirdiği, düzleştirilen optimal kornea alanının bulunması fikrine dayanır. Goldmann, araştırmaları sonucunda, 3.06 mm çapında (7.35 mm²), desigram olarak uygulanan gücü, mmHg olarak basınca eşitlemiştir.

GAT, plastik biprizme bağlı ağırlık balansından oluşur. Ucu korneaya değdiğinde düzleştirilen alan, biprizmler tarafından iki yarım daireye ayrılır. Bu yarım daireler, mavi ışıkla ve floresein damlatılmış gözde, rahat görülür. Uygulayıcı, kontrol düğmesini çevirerek, yarım halkaların iç kenarlarının birbiri ile ucuca geldiği değeri belirler. Sıfır ile 70 mmHg arasında GİB ölçümü yapabilmektedir.

Aplanasyon tonometresi ile GİB ölçümü Imbert-Fick prensibine dayanmaktadır. Bu prensibe göre sıvı dolu bir kürenin basıncı, kürenin yüzeyini düzleştirmek için gereken güç hesaplanarak ölçülebilir⁽¹⁹⁾. Bu kanunun geçerli olabilmesi için korneanın ince, esnek bir yapı olarak kabul edilip yüzey gerilimlerinin göz ardı edilmesi gerekir. Goldmann, kornea rijiditesi ve yüzey gerilimi karşıt güçlerini Imbert-Fick prensibi formülüne eklemiştir:

$$P + E = W/A-S$$

Burada P aplanasyon anındaki GİB, E kornea deformasyonunun elastisite modülü, W tonometrenin uyguladığı güç, A tonometrenin korneaya temas ettiği alan ve S ise kornea yüzey geriliminin çekiş gücüdür. GAT, aplanasyon tonometresinin kornea rijiditesi ve yüzey geriliminin birbirini sıfırlayacağı 3.06 mm çaplı uç kullanarak ve tonometrenin uyguladığı 0.1 g güç 1 mmHg GİB'e denk düşecek şekilde tasarlanmıştır. Goldmann, GAT ile yapılan ölçümlerde kornea rijiditesine bağlı etkinin, kornea yüzey gerilim güçleri tarafından tolere edileceğini düşünmüştür fakat en kesin ölçümlerin 520 µm kalınlıkta yapılacağını belirtip, Schmidt ile birlikte anormal kornea kalınlıklarının ölçümleri etkileyebileceğini de belirtmiştir⁽³⁷⁾.

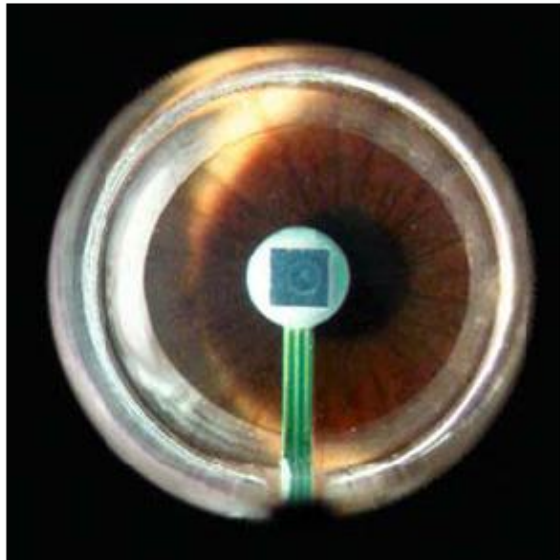
Bir tonometrenin güvenilirliğini test etmenin en iyi yolu canlı insan gözlerinde yapılan ölçümlerin eş zamanlı manometrik ölçümlerle kıyaslanmasıdır. Ehlers ve ark.⁽²⁵⁾, katarakt ve glokom cerrahisi uyguladıkları 29 gözde Perkins veya Draeger taşınabilir tonometrelerle eş zamanlı manometrik ölçümler yapmışlardır. Çalışma sonunda GİB'nin kornea kalınlığına bağlı olarak yanlış ölçülebileceği gösterilmiştir. Çalışmada gerçekte 20 mmHg seviyesinde, tonometrik ölçümün SKK'na bağlı olarak yaklaşık 5.2 mmHg düşük veya 4.7 mmHg yüksek ölçülebileceği tespit edilmiştir. Whitacre ve ark.larının⁽¹⁹⁾ yaptığı çalışmada, intraoküler cerrahi planladıkları 15 hastada yaptıkları eş zamanlı manometrik ve tonometrik ölçümler sonucunda, 20 mmHg'lık gerçek GİB değerinde ince kornealarda tonometrik ölçümün 4.9 mmHg'ye kadar düşük veya 30 mmHg 'lık gerçek GİB değerinde kalın kornealarda 6.8 mmHg'ya kadar yüksek ölçümler yapabileceğini göstermiştir. Tonometrelerin güvenilirliğinin enükle edilmiş gözlerde test edilmesi fizyolojinin bozulması sebebiyle çok güvenilir değildir. Ancak yapılan çalışmalar enükle edilmiş gözlerin (12 saatten az zamanda), korneaların stromaları sağlıklı ise kullanılabilirliğini göstermiştir. Goldmann ve Schmidt yeni enükle edilmiş 10 gözde manometrik ölçümleri aplanasyon tonometresi ölçümleri ile kıyaslamışlar ve gerçek GİB 10mmHg olduğunda aplanasyon tonometresinin 2-3 mmHg düşük veya yüksek ölçüm yaptığını ancak gerçek GİB arttıkça hatalı ölçüm miktarının da arttığını göstermişlerdir.

Pascal Dinamik Kontur Tonometre

Korneal aplanasyon yöntemiyle yapılan GİB ölçümleri kornea özelliklerine bağımlıdır. Tonometrelerin çoğu korneal aplanasyon prensibiyle çalışmaktadır. DKT (Resim 1), gözün deformasyonuna neden olmadan GİB ölçümü yapılmasını sağlayan bir yöntemdir. Dolayısıyla kornea özelliklerinden bağımsız GİB ölçümü yapmak için tasarlanmıştır⁽³⁸⁾. DKT, sensitif tonometre tipi ile kornea yüzeyi arasındaki arabirimde GİB ölçümü yapar. DKT ucu kornea merkezine değeri ve korneanın iç ve dışındaki basınç eşitliği sağlayacak şekilde hafifçe korneanın kendi konkav kurvatürünün şeklini almaya yönelir. Basınç sensörü (1.2 mm genişliğindedir) GİB'ını ölçer (Resim 2).



Şekil 1: Biyomikroskopa monte edilmiş DKT



Şekil 2: DKT'nin 1.2 mm'lik basınç sensörü

DKT, biyomikroskopun optik aksına yerleştirildiğinde kullanıcıya kornea ve tonometre ucu arasında bir temas yüzeyi sağlar. Konturlu bir temas yüzeyi olan transparan bir basınca hassas uç (Resim 3), hastanın korneasına temas eder. Piezo-elektrik basınç algılayıcısı bir elektriksel sinyal oluşturur ve bu ekranda GİB olarak görülür. Ölçüm yapılırken uygun temasın sağlandığını gösteren bir ses duyulur. Uygun bir ölçüm için sesin yaklaşık 5 saniye süresince duyulması gerekmektedir. Daha sonra tonometre geri çekilir ve ölçüm dijital ekrandan okunur⁽³⁸⁾.



Şekil 3: DKT'nin konturlu basınca hassas ucu

DKT, GİB'nı ve kardiyak pulsasyonla oluşan varyasyonunu gösterir (Oküler Nabız Genişliği, ONG) ve bu nümerik olarak GİB değeri ile birlikte dijital ekranda görülebilir. Ayrıca ölçümün güvenilirliğini gösteren Q (quality) değeri 1 ve 5 arasında olmak üzere ekranda görülmektedir. Q değerinin '1' olması güvenilirliğin çok yüksek olduğunu gösterirken '5' değerine yaklaşıldıkça güvenilirliğin düştüğü anlaşılmaktadır⁽³⁸⁾.

DKT'de görülen GİB değeri diastol sırasındaki GİB değerini ifade etmektedir. Diastolik ve sistolik GİB arasındaki fark ise ONG olarak ekranda görülür. ONG değeri, sağlıklı gözlerde 1.5-3 mm Hg gözleri arasına yakındır. Daha elastik kornealarda, yüksek oküler perfüzyonu olanlarda, yüksek sistemik kan basıncı olanlarda daha yüksek olabilir (10 mmHg'a kadar değerler görülebilmektedir). Daha sıkı kornealar ve azalmış perfüzyonda ONG 1.5 mmHg'ın altına inebilmektedir⁽³⁸⁾.

Korne kalınlığındaki değişimlerin, doğru GİB elde edilmesini etkilediği artık çok iyi bilinmektedir. DKT yöntemi yeni, aplanasyon yapmayan kontakt tonometre yöntemidir. DKT'nin korneanın yapısal özelliklerinden bağımsız ölçüm yaptığı iddia edilmektedir⁽³⁹⁾. Literatürde, GAT ve DKT yöntemlerini kornea kalınlığından ve diğer kornea özelliklerinden etkilenme yönünden karşılaştıran çalışmalar mevcuttur.

KORNEA KALINLIĞI

1968 yılında Mishima⁽⁴⁰⁾, tarafından sağlıklı gözlerde ortalama kornea kalınlığı 0.518 mm olarak bildirilmiştir. Mishima, sağlıklı gözlerde SKK'nın 0.500 ile 0.570 mm arasında olması gerektiğini vurgulamıştır. 1950'lerden önce ise SKK'nın 0.700 ile 1 mm arasında olduğuna inanılmaktaydı⁽⁴¹⁾. Mishima ayrıca SKK'nın diüurnal değişimlerinden bahsetmiştir.

Mishima'nın 1968'de yaptığı derleme dışında SKK'nın gerçek değerinin bulunması ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Normal SKK'nın Mishima'nın bulduğu değere yakın olarak 0.519 mm, 0.520 mm ve 0.522 mm olduğunu bildiren çalışmalar yayınlanmıştır⁽⁴²⁻⁴⁴⁾. Arner ve ark.⁽⁴⁵⁾ ise, normal kornea kalınlığını 0.500 mm olarak tespit etmişlerdir. Benzer şekilde SKK'nı 0.504 mm, 0.510 mm, 0.512 mm olduğunu tespit eden çalışmalar mevcuttur⁽⁴⁶⁻⁴⁸⁾. Ayrıca literatürde 0.518 mm'den daha yüksek değerlerin bulunduğu çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalarda SKK 0.548 mm, 0.561 mm, 0.578 mm ve 0.580 mm olarak bulunmuştur⁽⁴⁹⁻⁵²⁾. SKK kalınlığı tahminlerindeki bu düşük ve yüksek değerler etnik grup, kullanılan alet ve başka faktörlerdeki farklılıklar nedeniyle oluşabilmektedir. Farklı ırklarda yapılan çalışmalarda kornea kalınlıklarının farklı olduğu görülmüştür. Yıllar geçtikçe yeni ve geliştirilmiş pakimetrelerin keşfi ile pakimetri alanında ilerlemeler kaydedilmiştir. Refraktif cerrahideki gelişmeler ve bunun sonucu olarak kornea parametrelerinde daha kesin tanımlamalara ihtiyaç duyulması nedeniyle pakimetri daha önemli hale gelmiştir.

Kornea kalınlığı kişiden kişiye değişmekte ve korneanın metabolik olaylarından etkilenmektedir. Uykuda göz kapaklarının kapalı olması ile kornea hipoksik kalır⁽⁵³⁾. Havadan difüzyonla alınan oksijen göz kapalı iken azalması nedeniyle anaerobik metabolizma indüklenir ve stromada laktik asit birikimi olur. Bunu suyun ozmotik geçişi izler⁽⁵⁴⁾. Kontakt lens kullanımı da korneanın hipoksik kalmasına yol açarak aynı etkiyi yapmaktadır. Uyandıktan sonraki ilk 2 saat içinde hızla gözyaşı film tabakasından buharlaşma olması ve bunun gün içinde giderek azalması korneal hidrasyonu etkiler⁽⁵⁵⁾. Gün boyu SKK değişmekte, gece boyunca da diüurnal değişimde maksimum değere ulaşmaktadır^(56,57). Korneanın kalınlığı uykudan uyanıldığı an en yüksek ölçülmektedir⁽⁵⁶⁾. Kornea kalınlığının en ince olduğu süre değişken olup farklı çalışmalarda uyandıktan beş ile on saat sonra en ince olarak bildirilmiş^(56,58-60), başka bir çalışmada uyandıktan 2 saat sonra, sabah 09:00'da bazal olarak kabul edilen değere düştüğü bildirilmiştir⁽⁶¹⁾. Göz kapağının açma kapama sıklığını etkileyen etmenler de farklı ölçümlere neden olmaktadır⁽⁶²⁾. SKK'nda ırksal farklılıklar da mevcuttur. Farklı ırklarda yapılan çalışmalarda gruplar arasında kornea kalınlığının farklı olduğu bildirilmiştir. Afrika kökenlilerde beyaz ırka göre SKK daha incedir^(63,64). Alsirk⁽⁶⁵⁾, Eskimolarda Danimarka halkına göre kornea kalınlığının daha ince olduğunu saptamıştır. Yaşla daha da artan bu inceliğin iklimsel koşulların etkisine bağlı olduğunu belirtmiştir.

Günümüzde kornea kalınlığı, ultrasonik pakimetri, speküler mikroskopi, orbscan sistemi, optik koherens tomografi, lazer interferometri, ultrason biyomikroskopisi, optik pakimetri gibi yöntemlerle ölçülmektedir⁽⁶⁶⁻⁷²⁾. Kornea kalınlığı ve GİB ilişkisini araştıran çalışmalar incelendiğinde bu çalışmalarda en çok ultrasonik pakimetrenin kullanıldığı görülmektedir. Doughty ve ark.ları⁽²²⁾, yaptıkları metaanalizde 1968-1999 yılları arasında SKK'nı araştıran 300 çalışmayı ölçüm yöntemi ayrımı yapmadan bir arada değerlendirmişler ve SKK'nı ortalama 534 µm olarak hesaplamışlardır. Bu metaanalizde, kullanılan pakimetrik yöntemlere göre gruplandırma yapıldığında ortalama SKK ultrasonik pakimetrelerin kullanıldığı çalışmalarda 541 µm, optik pakimetrelere kullanıldığı çalışmalarda 526 µm olarak hesaplanmıştır. Buna göre ultrasonik pakimetride korneanın optik pakimetriye göre kalın ölçüldüğü söylenebilir. Genel olarak bakıldığında, yapılan çalışmalarda Orbcan 2 ile yapılan ölçümlerin ultrasonik pakimetriye göre 20-50 µm daha yüksek bulunduğu saptanmıştır. SKK ölçümü yapan her metodun kendine göre klinik avantaj ve dezavantajları vardır. Optik pakimetriyle farklı alet ve uygulayıcılarda farklı ölçümler yapılabilmektedir. Ultrasonik ölçümler korneal temas gerektirmektedir ve seri alınan ölçümlerde aynı noktayı doğru ölçmek güç olabilmektedir. Tekrarlanan ölçümler düşüşe neden olabilmektedir. Orbcan korneal topografi sistemi tüm korneal yüzeyden ölçüm almaktadır ve temas gerektirmemesi önemli bir avantajdır⁽⁶⁸⁾.

Orbcan Korneal Topografi

Topografi, herhangi bir alanın yüzey özelliklerini iki boyutlu bir plan halinde göstermeyi ifade etmektedir. Korneal topografi, korneal yüzeyin özelliklerini göstermektedir. Topografi sistemleri plasiido disk sistemi, yüksekliği kullanan sistemler ve interferometrik sistem olmak üzere üçe ayrılır⁽⁷³⁾. Günümüzde pratikte genellikle plasiido disk sistemi kullanılmaktadır. Plasiido disk sistemi normal kornealara göre geliştirilmiş bir sistemdir ve anormal kornealarda değerlendirmede hatalara neden olabilmektedir. Orbcan korneal topografi, kornea yüzey özelliklerini ölçebilmesi için plasiido disk imajına ek olarak 'scanning-slit beam' ve 3 açılı stereo sistem kullanmaktadır. Bir buçuk saniyelik çekim sırasında hasta aletin aksı ile aynı aksta olan ışık kaynağına fiske olmaktadır. İki adet tarayıcı yarıklı lamba, video aksının her iki tarafından yarıklı şekilde görüntü projekte etmektedir. Görüntü alındıktan sonra bilgisayar korneal yüzey bilgisini 40 adet slit görüntü yardımıyla oluşturur. Kornea ön ve arka yüzeyi, ön kamara, iris düzlemi, lens yüzeyi hakkında bilgi verir. Bu yöntemde göz kapaklarının iyi açılmaması, göz kırpması, kötü fiksasyon, düzensiz pupilla, açık renk iris, beyaz katarakt, korneada stromal skar gibi faktörler hatalı ölçümlere neden olmaktadır.

Heidelberg Pakimetri (IOPac CCT Pachymeter)

Taşınabilir ultrasonik pakimetre cihazıdır. Yeni geliştirilmiş olan bu cihaz SKK'nı ölçer. Cihaz, hafızasında bulunan referans formülü kullanarak girilen GAT ile ölçülmüş GİB'ını ve SKK'nı işleme tabi tutarak gerçek GİB'ını dijital ekranında gösterir. Taşınabilir ve şarj edilebilir özellikleri olan bu cihaz, hafızasında 1000 kadar hastanın ölçümünü kayıtlı tutabilmektedir. İçinde SKK'na göre GİB'ını düzeltmede kullanılan 3 formül bulunan cihaza, istenirse kullanıcı tarafından 2 formül daha eklenebilmektedir⁽⁷⁴⁾.

Glokomda, SKK ile GİB arasındaki ilişki önemlidir ve SKK'indeki değişimler GİB ölçümünü etkilemektedir. Ehlers ve ark.larının yaptığı bir çalışmada GİB intrakamaral olarak ölçülmüştür ve SKK 520 μm olduğunda bu ölçümlerin aplanasyon tonometresi ile uyumlu olduğu, SKK'ındaki 70 μm 'lik değişimin yaklaşık 5 mmHg ölçüm farklılığı yarattığı görülmüştür⁽²⁵⁾. Stodmesiter⁽⁵²⁾, 70 μm için 5 mmHg'lık düzeltmenin, SKK 450-590 μm değerlerinde ise uygun olacağını, bu değerler dışındaki ölçümlerde lineer bir ilişkinin olup olmadığının bilinmediği belirtmiştir. Johnson ve ark.⁽¹⁷⁾, 900 μm SKK olan ve aplanasyon tonometresi ile 35 mmHG GİB ölçümü yapılan bir hastada manometrik ölçüm ile 11 mmHg'lık GİB ölçümü yapıldığını bildirmiştir. Başka bir çalışmada 352 gözde SKK'ı ortalama 537.4 μm olarak saptanmış ve kornea kalınlığında her 10 μm 'lik artışın GİB'ında 0.19 mmHg'lık bir artışa neden olduğu saptanmıştır⁽⁷⁵⁾.

SKK ve GİB ölçümü arasındaki bu ilişkiler düşünüldüğünde, GİB ölçümünde SKK'ından etkilenmediği iddiasıyla üretilen tonometrelerin önemi daha da artmaktadır. DKT, kornea özelliklerinden etkilenmediği prospektif çalışmalarla ispatlandığı takdirde pratik glokom takibinde GAT ile birlikte kullanılabilir önemli bir yöntem gibi görülmektedir.

GEREC VE YÖNTEM

Çalışmaya, Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı'nda 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 randomize olarak seçilen 50 olgu alınmıştır. PAAG grubunda 50 olgunun 100 gözü, kontrol grubunda 50 olgunun 100 gözü ve OHT grubunda 43 olgunun 86 gözü prospektif olarak değerlendirilmiştir.

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 incelmeye 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

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 Q değeri 3'ün üstünde olanlar çalışma grubundan çıkarıldı.

PAAG, OHT ve kontrol grubundaki tüm hastalar hipertansiyon, diyabet ve kalp hastalığı açısından sorgulandı.

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.

GİB ÖLÇÜMÜ

PAAG, OHT ve kontrol grubunda GİB ölçümlerinde GAT ve DKT kullanıldı. 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 ölçümleri öncesinde lokal anestetik damla olarak bir damla proparakain hidroklorür (Alcaine®) alt fornikse damlatıldı. Önce sağ sonra sol gözde olmak üzere üç ölçüm yapıldı ve ölçümlerin ortalaması alındı. DKT ölçümleri öncesinde alt fornikse 1 damla proparakain hidroklorür (Alcaine®) damlatıldı. Ölçüm esnasında hastalardan iki gözlerini açık tutmaları, sakin bir şekilde nefes almaları ve belli bir noktaya bakmaları istendi. Her hastada önce sağ sonra sol gözde 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. Daha sonra LCD ekrandan dijital GİB değeri, ONG değeri ve ölçümün kalitesini gösteren Q değeri okundu, Q değeri 3 ve altında elde edilen ölçümler kaydedildi. 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. GAT ve DKT ile yapılan tüm ölçümler tek kişi tarafından yapıldı. DKT ölçümlerinde hastalar arası hijyeni korumak için lateks kılıf kullanıldı, GAT ucu dezenfeksiyon için 'Etanol didesildimetilamonyum klorid' (Descosept®) ile ıslatılmış pamuk ile silinip kuru pamuk ile kurutuldu.

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

İSTATİSTİKSEL ANALİZ

İstatistiksel analiz SPSS 11.0 (SPSS, Chicago, IL, USA) paket programı kullanılarak yapıldı. Gruplar arası farkları karşılaştırmada paired t-testi, ki-kare testi, , Pearson korelasyon analizi, ANOVA varyans analizi, lineer regresyon analizi ve 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. Olguların cinsiyet dağılımı Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1: Grupların cinsiyet dağılımı

	Grup						Toplam	p
	Normal		Glokom		OHT			
Cinsiyet	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
Erkek	22	34.4	23	35.9	19	29.7	64	100.0
Kadın	28	35.4	27	34.2	24	30.4	79	100.0

ki-kare testi

PAAG grubundaki olguların yaş ortalamaları 62.4 ± 9.8 yıl (42-82 yıl), OHT grubundaki olguların yaş ortalamaları 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. Olguların yaş ortalamaları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2: Grupların yaş ortalamaları

	PAAG	OHT	Kontrol	p	Post-hoc*
	(a)	(b)	(c)		
n	50	43	50		
Ort \pm SD	62.4 ± 9.8	58.6 ± 8.6	57.1 ± 10.2	0.020	a>(b=c)
Minimum	42	40	42		
Maksimum	82	74	79		

ANOVA *Tukey HSD post hoc test sonucu

Olguların sistemik hastalık açısından yapılan sorgulamalarında diyabet, hipertansiyon ve kalp hastalığı varlığı sorgulandı. PAAG grubunda 23 (%46) hastada, OHT grubunda 16 (%37) hastada ve kontrol grubunda 16 (%32) hastada bu hastalıkların bir veya daha fazlası mevcuttu. Tablo 3'te tüm grupların sistemik hastalık yönünden dağılımı verilmiştir.

Tablo 3: PAAG, OHT ve kontrol grubunda sistemik hastalıkların dağılımı

	PAAG		OHT		Kontrol	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
Sistemik hastalık yok	27	54	27	63	34	68
Hipertansiyon	18	36	14	33	14	28
Diyabet	6	12	4	9	7	14
Kalp Hastalığı	3	6	0	0	1	2

Gruplar arasında sistemik hastalık varlığı açısından istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu (Tablo 4).

Tablo 4: PAAG, OHT, kontrol grubunun sistemik hastalık varlığına göre karşılaştırılması

	Grup						Toplam	p
	Normal		Glokom		OHT			
S.Hast.	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
Var	16	32	23	46	16	37	55	38.5
Yok	34	68	27	54	27	63	88	61.5

ki-kare testi

PAAG, OHT ve kontrol grubunda C/D oranları +78 D ile yapılan fundus muayenesinde stereoskopik olarak değerlendirildi. Hem sağ gözlerde hem sol gözlerde PAAG grubunda ortalama C/D değerlerinin diğer iki gruba göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek olduğu görüldü (Tablo 5a ve 5b).

Tablo 5a: PAAG, OHT ve kontrol grubunda sağ gözlerin ortalama C/D oranlarının karşılaştırılması

	PAAG	OHT	Kontrol	p	Post-hoc*
	(a)	(b)	(c)		
n	50	43	50		
Ort ± SD	0.46±0.12	0.31±0.15	0.3±0.15	0.000	a>(b=c)
Minimum	0.2	0.1	0.0		
Maksimum	0.8	0.7	0.7		

ANOVA *Tukey HSD post hoc test sonucu

Tablo 5b: PAAG, OHT ve kontrol grubunda sol gözlerin ortalama C/D oranlarının karşılaştırılması

	PAAG	OHT	Kontrol	p	Post-hoc*
	(a)	(b)	(c)		
n	50	43	50		
Ort ± SD	0.48±0.18	0.31±0.14	0.3±0.15	0.000	a>(b=c)
Minimum	0.2	0.1	0.0		
Maksimum	1.0	0.7	0.7		

ANOVA *Tukey HSD post hoc test sonucu

PAAG, OHT ve kontrol grubundaki hastaların sağ ve sol gözlerindeki korneal kurvatür değerleri otorefraktometre ile belirlendi. Sağ ve sol gözlerin korneal kurvatür değerleri varyans analizine göre karşılaştırıldığında gruplar arasında farklılık olmadığı tespit edildi (Tablo 6a, 6b)

Tablo 6a: PAAG, OHT, kontrol grubunun sağ gözlerin korneal kurvatür değerleri ve karşılaştırılması

	PAAG	OHT	Kontrol	p	Post-hoc*
	(a)	(b)	(c)		
n	50	43	50		
Ort ± SD	7.5±0.2	7.5±0.2	7.6±0.2	0.118	a=b=c
Minimum	7.0	7.0	7.2		
Maksimum	8.2	8.1	8.3		

ANOVA * Tukey HSD post hoc test sonucu

Tablo 6b: PAAG, OHT, kontrol grubunun sol gözlerin korneal kurvatür değerleri ve karşılaştırılması

	PAAG	OHT	Kontrol	p	Post-hoc*
	(a)	(b)	(c)		
n	50	43	50		
Ort ± SD	7.5±0.2	7.5±0.2	7.6±0.3	0.222	a=b=c
Minimum	7.0	7.0	7.2		
Maksimum	8.3	8.1	8.3		

ANOVA * Tukey HSD post hoc test sonucu

PAAG, OHT ve kontrol grubundaki hastaların sağ ve sol gözlerindeki korneal astigmatizma değerleri otorefraktometre ile belirlendi. Sağ ve sol gözlerin korneal astigmatizma

değerleri varyans analizine göre karşılaştırıldığında gruplar arasında farklılık olmadığı tespit edildi (Tablo 7a, 7b).

Tablo 7a: PAAG, OHT, kontrol grubunun sağ gözlerin korneal astigmatizma değerleri ve karşılaştırılması

	PAAG	OHT	Kontrol	p	Post-hoc*
	(a)	(b)	(c)		
n	50	43	50		
Ort ± SD	0.8±0.4	1.0±0.5	0.9±0.5	0.187	a=b=c
Minimum	0.0	0.0	0.0		
Maksimum	2.0	2.0	2.0		

ANOVA * Tukey HSD post hoc test sonucu

Tablo 7b: PAAG, OHT, kontrol grubunun sol gözlerin korneal astigmatizma değerleri ve karşılaştırılması

	PAAG	OHT	Kontrol	p	Post-hoc**
	(a)	(b)	(c)		
n	50	43	50		
Ort ± SD	0,8±0.5	1,0±0.6	0.9±0.8	0.294	a=b=c
Minimum	0,0	0,0	0,0		
Maksimum	2,0	2,0	2,0		

ANOVA * Tukey HSD post hoc test sonucu

GİB ÖLÇÜMLERİ

PAAG grubunda GAT ölçümleri sağ gözde 16.4±2.9 mmHg (12-26 mmHg), sol gözde 16.7±2.8 mmHg (13-27 mmHg), DKT ölçümleri sağ gözde 19.8±3.7 mmHg (11.8-32.2), sol gözde 19.5±3.5 mmHg (10.9-30.8 mmHg) olarak bulundu. OHT grubunda GAT ölçümleri sağ gözde 22.8±1.1 mmHg (22-26 mmHg), sol gözde 22.8±1.1mmHg (22-26 mmHg), DKT ölçümleri sağ gözde 22.8±2.8 mmHg (17.2-29.3 mmHg), sol gözde 22.2±2.8 mmHg (17.6-29.3 mmHg) olarak bulundu. Kontrol grubunda GAT ölçümleri sağ gözde 15.6±1.7 mmHg (11-20 mmHg), sol gözde 15.7±1.6 mmHg (11-19 mmHg), DKT ölçümleri sağ gözde 18.8±2.5 mmHg (14.3-24.9 mmHg), sol gözde 18.1±2.7 mmHg (11.8-22.6 mmHg) olarak bulundu. DKT ölçümlerinin hem sağ hem de sol gözlerde 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 sağ ve sol gözlerdeki GAT ve DKT ölçümlerinin karşılaştırılması Tablo 8 ve Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 8: PAAG, OHT ve kontrol grubunda sağ gözlerde 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	0.000	22.8±1.1	0.862	15.6±1.7	0.000	18.1±3.7	0.000
DKT	19.8±3.7		22.8±2.8		18.8±2.5		20.4±3.5	

t-Test

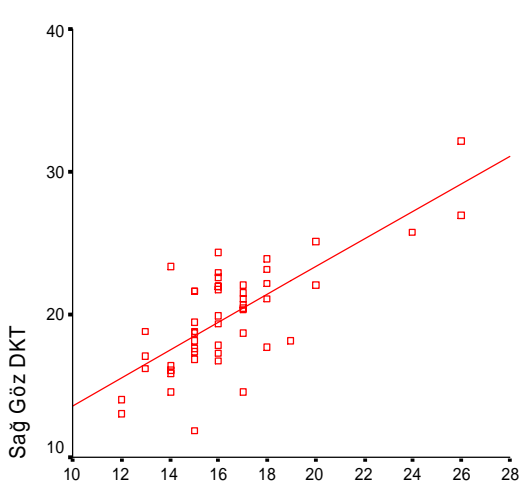
Tablo 9: PAAG, OHT ve kontrol grubunda sol gözlerde GAT ve DKT ölçümlerinin karşılaştırılması

	PAAG (n=50)	p	OHT (n=43)	p	Kontrol (n=50)	p	Toplam (n=143)	p
GAT	16.7±2.8	0.000	22.8±1.1	0.060	15.7±1.6	0.000	18.2±3.6	0.000
DKT	19.5±3.5		22.2±2.8		18.1±2.7		19.8±3.4	

t-Test

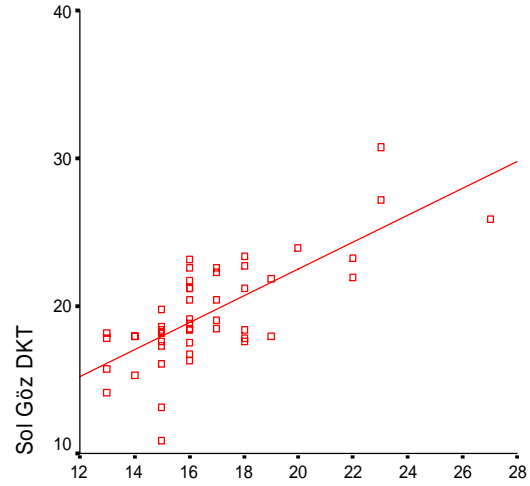
Tüm gruplarda sağ ve sol gözlerde GAT ve DKT yöntemlerinin birbiri ile korelasyonu Pearson korelasyon analizi ile değerlendirildi. Tüm gruplarda GAT ve DKT ölçümlerinin birbiri ile korele olduğu görüldü (Figür 1a,1b, 2a,2b,3a,3b)..

Figür 1a,1b: PAAG grubunda sağ ve sol gözlerde GAT ölçümleri ile DKT ölçümlerinin Pearson korelasyon analizi ile karşılaştırılması



Sağ Göz GAT

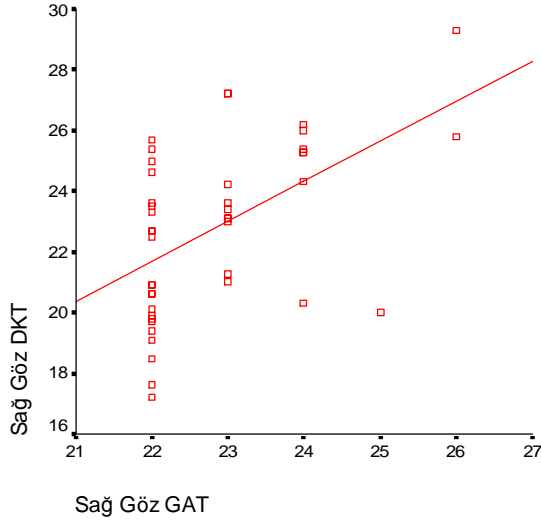
Figür 1a (R=0.743, p=0.001)



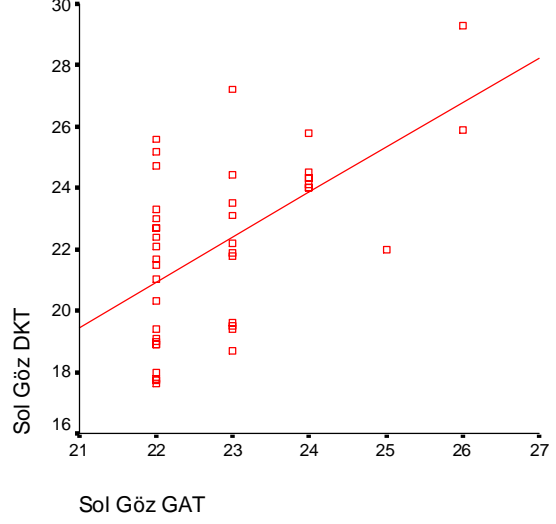
Sol Göz GAT

Figür 1 b (R=0.730, p=0.000)

Figür 2a ve 2b: OHT grubunda sağ ve sol gözlerde GAT ölçümleri ile DKT ölçümlerinin Pearson korelasyon analizi ile karşılaştırılması

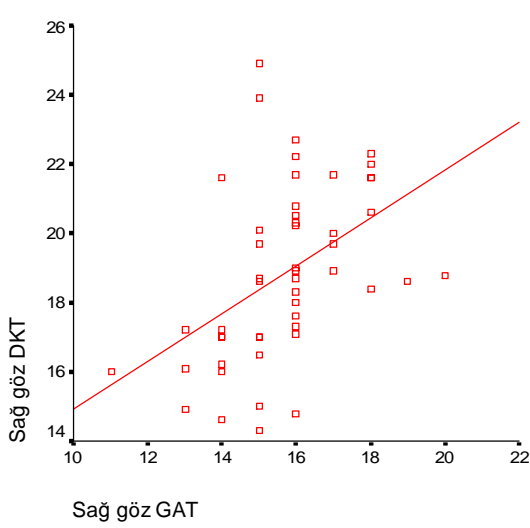


Figür 2 a (R=0.514, P=0.000)

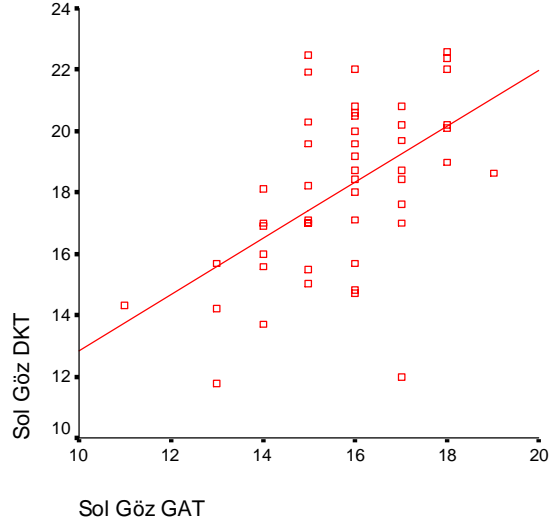


Figür 2 b (R=0.568, p=0.000)

Figür 3a ve 3b: Kontrol grubunda sağ ve sol gözlerde GAT ölçümleri ile DKT ölçümlerinin Pearson korelasyon analizi ile karşılaştırılması



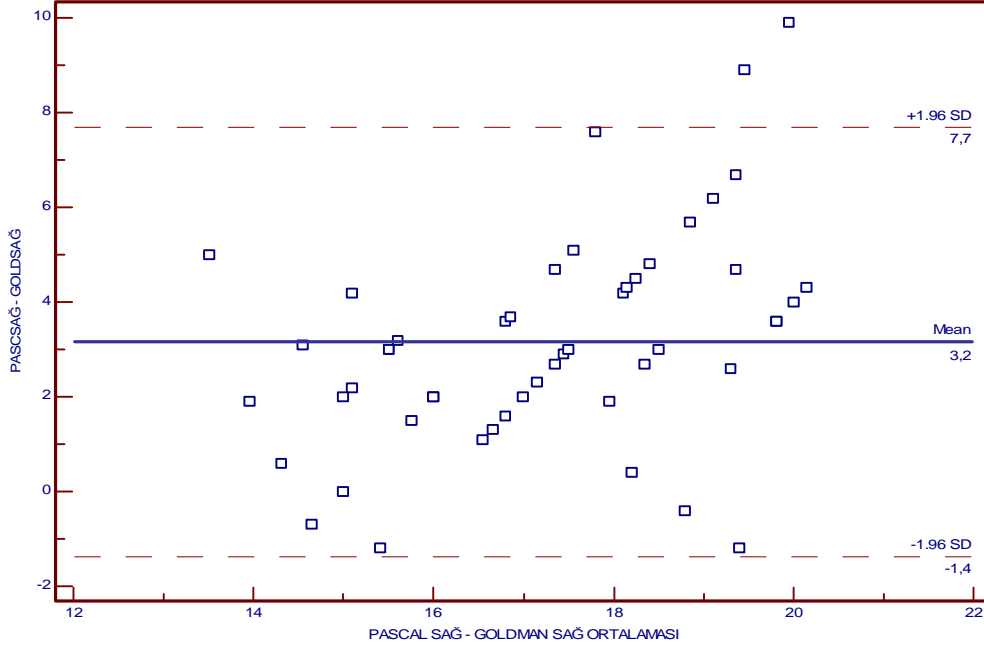
Figür 3 a (R=0.459, p=0.001)



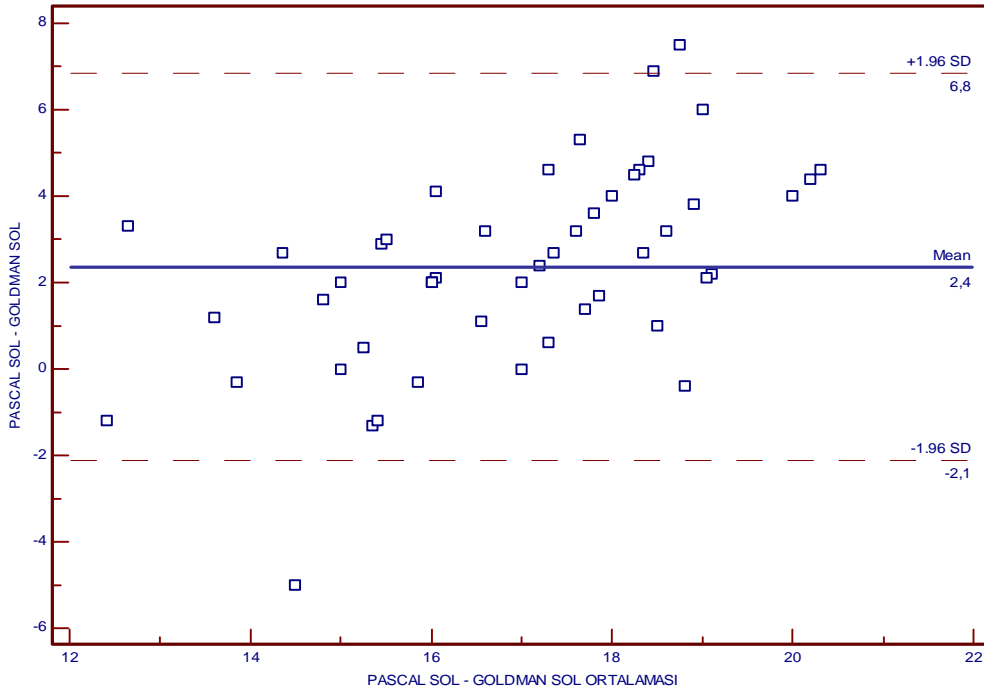
Figür 3 b (R=0.539, p=0.000)

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 (Figür 4a, 4b, 5a, 5b, 6a, 6b).

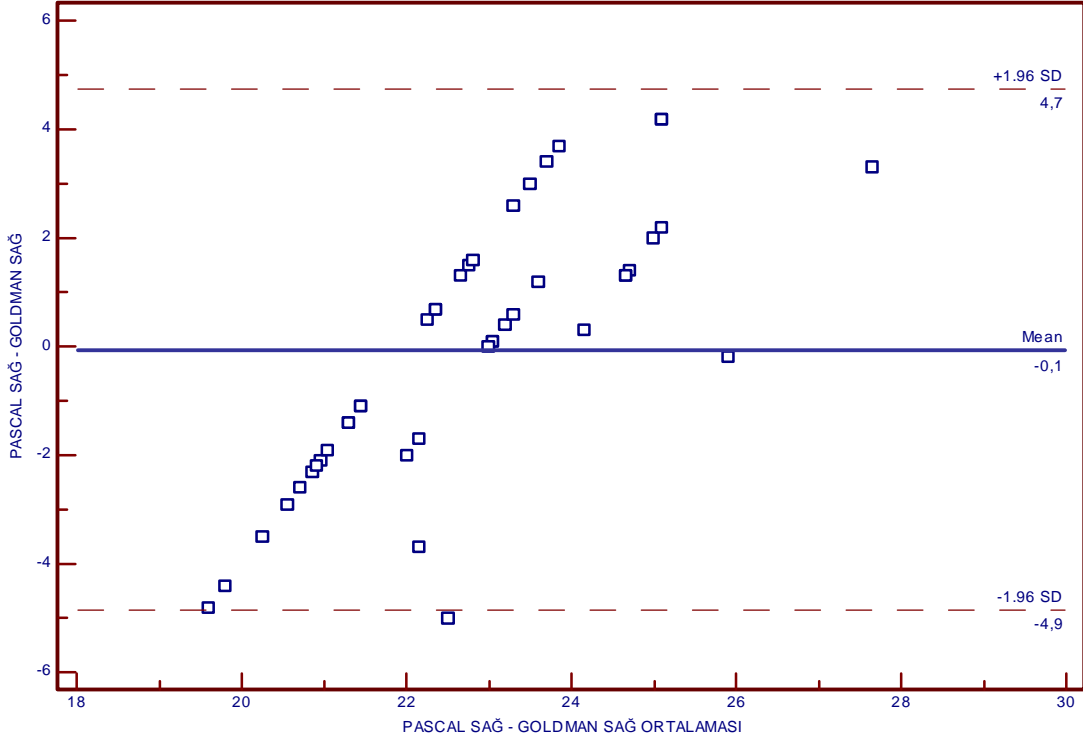
Figür 4a: PAAG grubunda sağ gözlerde GAT ile DKT ile ölçülen GİB farklarının Blant-Altman Analizi ile dağılımı. %95 güven aralığı kesik çizgilerle gösterilmiştir



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



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



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

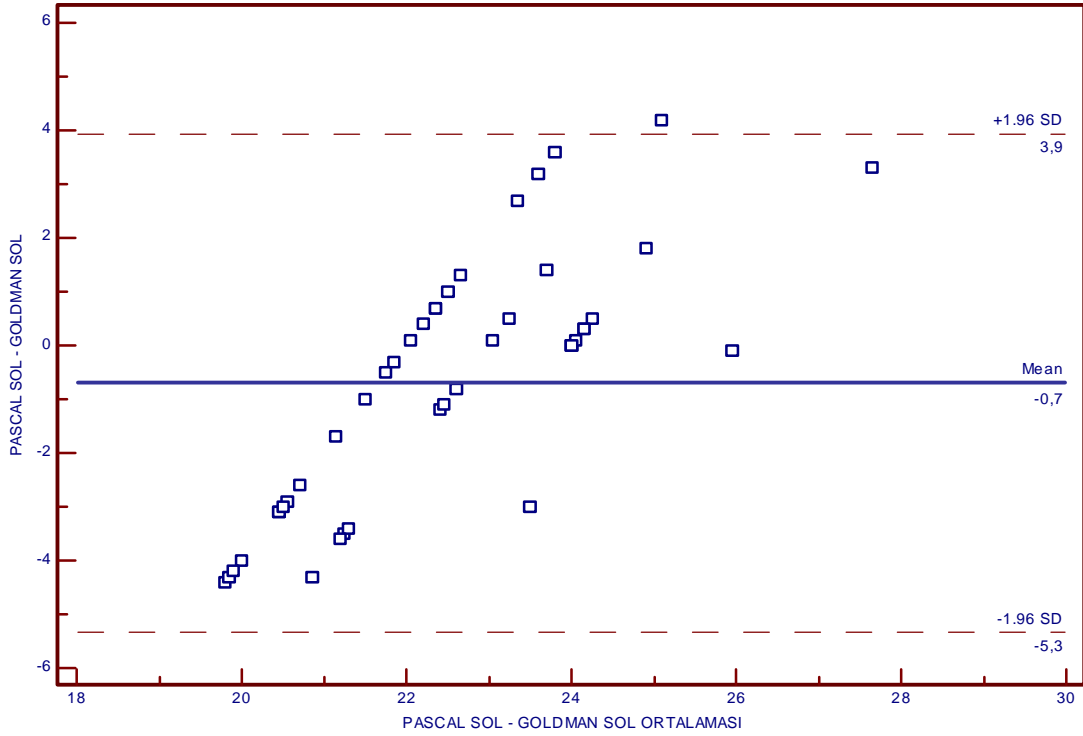


Fig 6a: Kontrol grubunda sağ gözlerde GAT ile DKT ile ölçülen GİB farklarının Blant-Altman Analizi ile dağılımı. %95 güven aralığı kesik çizgilerle gösterilmiştir

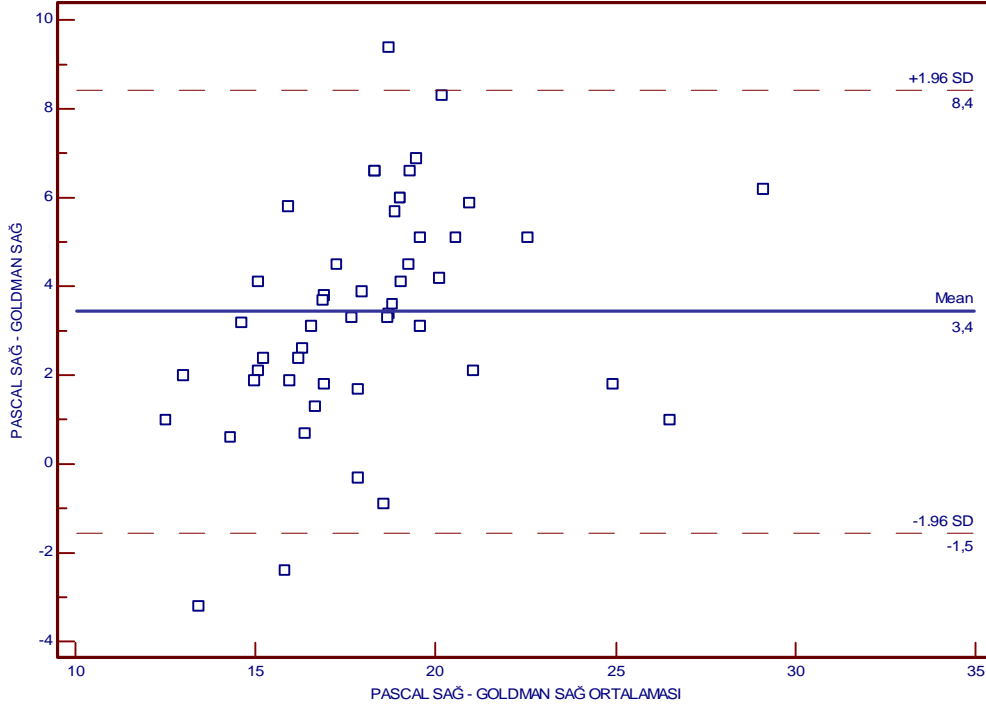
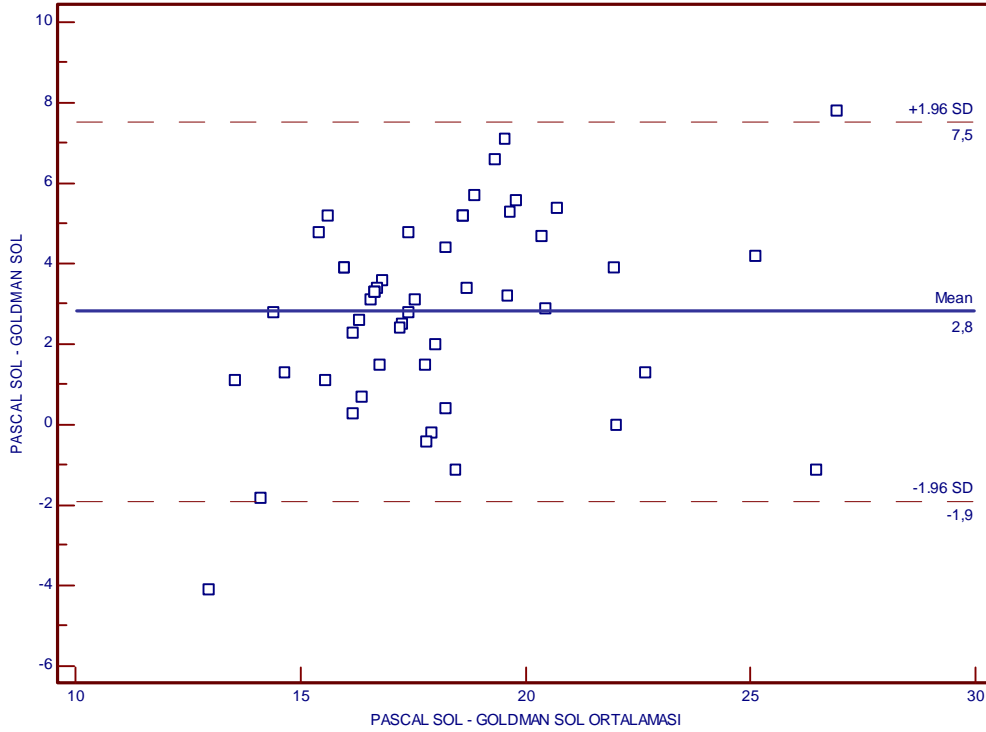


Fig 6b: Kontrol grubunda sol gözlerde GAT ile DKT ile ölçülen GİB farklarının Blant-Altman Analizi ile dağılımı. %95 güven aralığı kesik çizgilerle gösterilmiştir



SKK

PAAG grubunda sağ gözlerin ortalama SKK $544.4 \pm 26 \mu\text{m}$ (493-608 μm), sol gözlerin ortalama SKK $545.2 \pm 27.6 \mu\text{m}$ (496-611 μm) idi. Sağ ve sol gözlerin arasında SKK açısından istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu.

OHT grubunda sağ gözlerin ortalama SKK $576.3 \pm 32 \mu\text{m}$ (485-660 μm), sol gözlerin ortalama SKK $575.1 \pm 30.4 \mu\text{m}$ (485-647 μm) idi. Sağ ve sol gözlerin arasında SKK açısından istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu.

Kontrol grubunda sağ gözlerin ortalama SKK $544.3 \pm 28.6 \mu\text{m}$ (481-617 μm), sol gözlerin ortalama SKK $545.2 \pm 27.5 \mu\text{m}$ (484-616 μm) idi. Sağ ve sol gözlerin arasında SKK açısından istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu .

Üç grubun SKK'ları karşılaştırıldığında hem sağ hem de sol gözlerde OHT grubundaki olgularda SKK'nın PAAG ve kontrol grubundaki olgulara göre daha kalın olduğu tespit edildi (Tablo 10, 11).

Tablo 10: PAAG, OHT, kontrol grubunun sağ gözlerin SKK ölçümleri ve karşılaştırılması

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

ANOVA *Tukey HSD post hoc test sonucu

Tablo 11: PAAG, OHT, kontrol grubunun sol gözlerin SKK ölçümleri ve karşılaştırılması

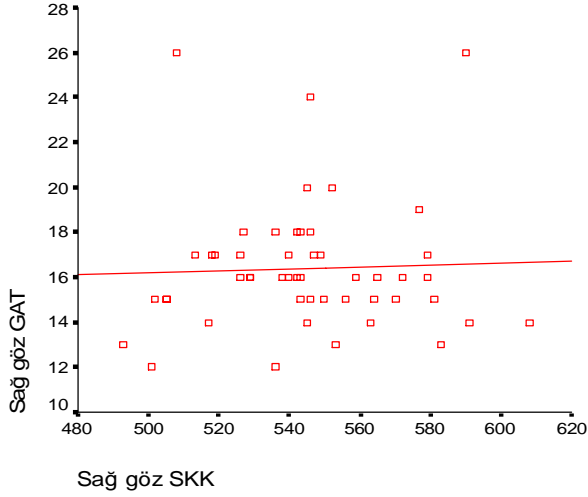
SKK	PAAG	OHT	Kontrol	p	Post-hoc*
	(a)	(b)	(c)		
n	50	43	50		
Ort \pm SD	545.2 ± 27.6	575.1 ± 30.4	545.2 ± 27.5	0.000	b>(a=c)
Minimum	496	485	484		
Maksimum	611	647	616		

ANOVA *Tukey HSD post hoc test sonu

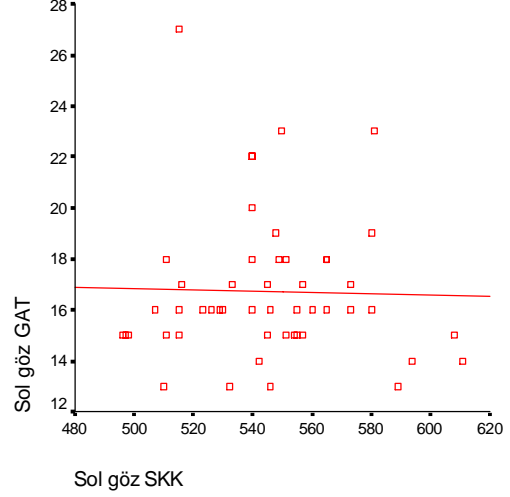
SKK'NIN GİB ÜZERİNE ETKİLERİ

Üç grupta SKK'nın GAT ve DKT ile ölçülen GİB değerleriyle korelasyonu Pearson korelasyon analizi ile değerlendirildi.

Figür 7a ve 7b: PAAG grubunda sağ ve sol gözlerde GAT ölçümleri ile SKK ölçümlerinin Pearson korelasyon analizi ile karşılaştırılması

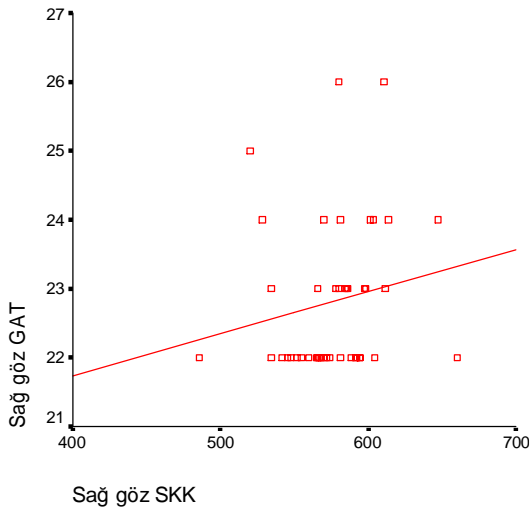


Figür 7a (R=0.039, p=0.786)

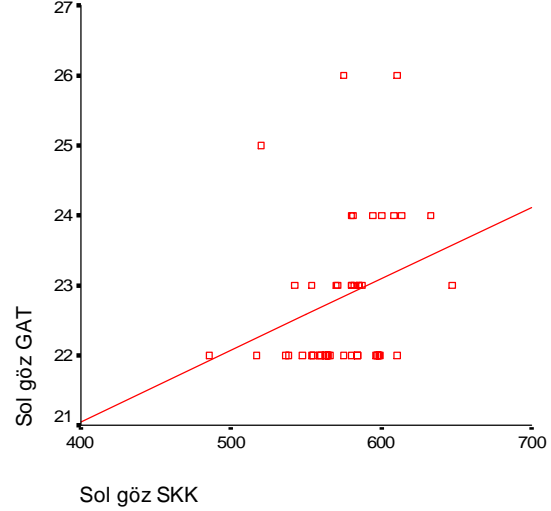


Figür 7 b (R=0.027, p=0.854)

Figür 8a ve 8b: OHT grubunda sağ ve sol gözlerde GAT ölçümleri ile SKK ölçümlerinin Pearson korelasyon analizi ile karşılaştırılması

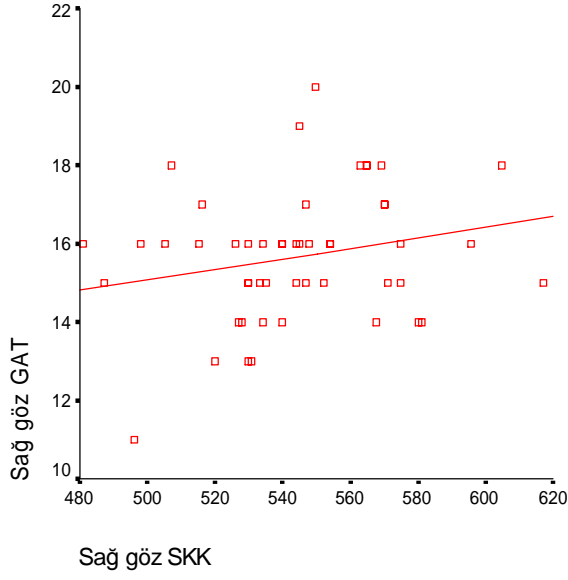


Figür 8a (R=0.176, p=0.258)

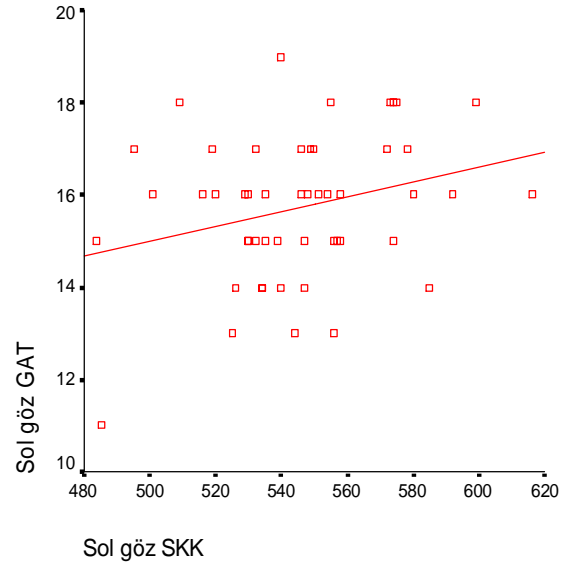


Figür 8b (R=0.286, p=0.063)

Figür 9a ve 9b: Kontrol grubunda sağ ve sol gözlerde GAT ölçümleri ile SKK ölçümlerinin Pearson korelasyon analizi ile karşılaştırılması

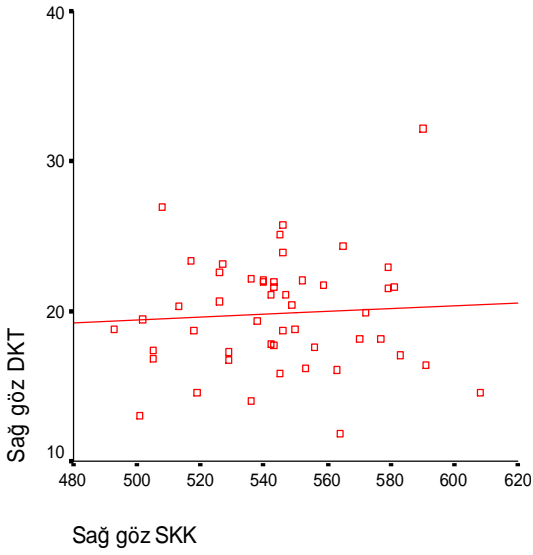


Figür 9a (R=0.226, p=0.114)

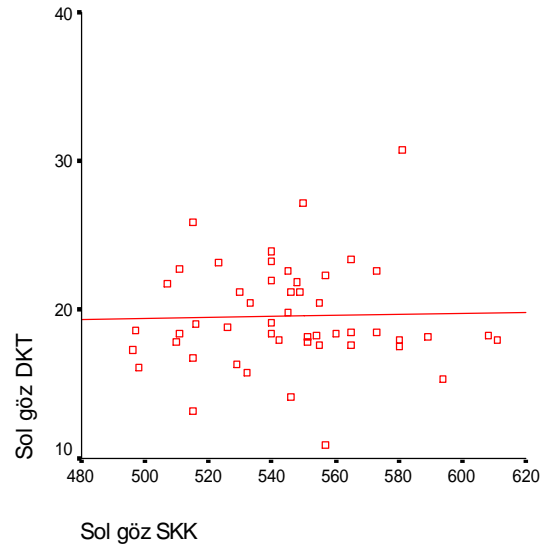


Figür 9b (R=0.276, p=0.053)

Figür 10a ve 10b: PAAG grubunda sağ ve sol gözlerde DKT ölçümleri ile SKK ölçümlerinin Pearson korelasyon analizi ile karşılaştırılması

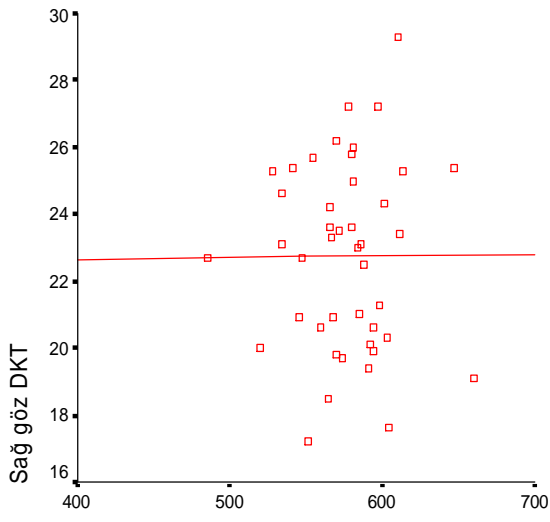


Figür 10a (R=0.063, p=0.663)



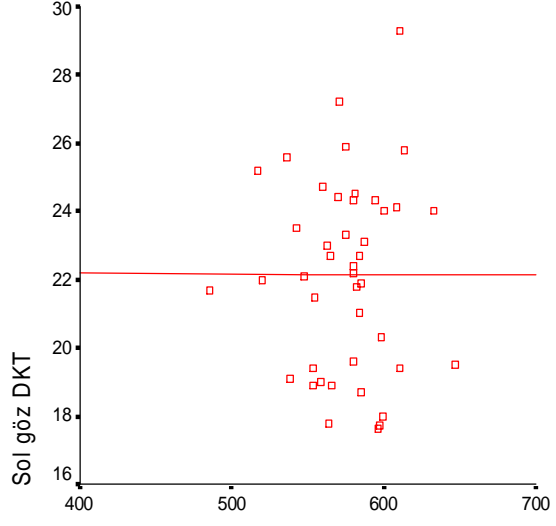
Figür 10b (R=0.022, p=0.878)

Figür 11a ve 11b: OHT grubunda sağ ve sol gözlerde DKT ölçümleri ile SKK ölçümlerinin Pearson korelasyon analizi ile karşılaştırılması



Sağ göz SKK

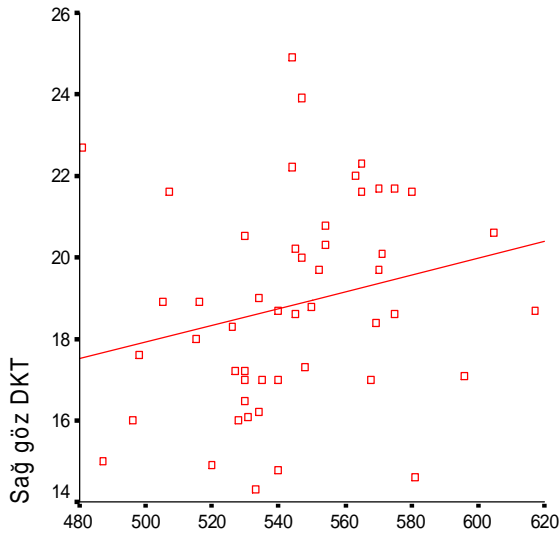
Figür 11 a (R=0.005, p=0.663)



Sol göz SKK

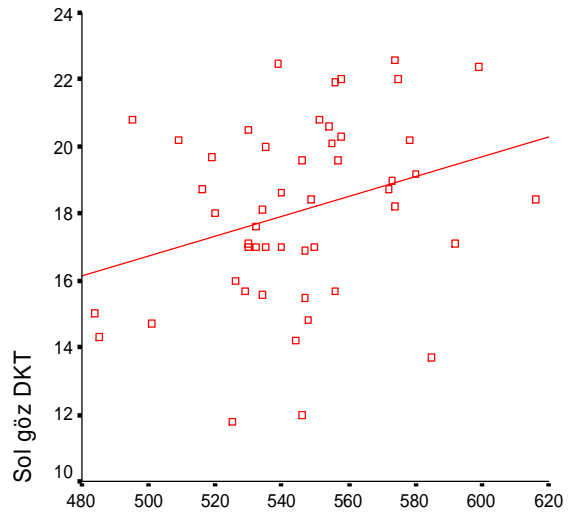
Figür 11 b (R=-0.002, p=0.992)

Figür 12a ve 12b: Kontrol grubunda sağ ve sol gözlerde DKT ölçümleri ile SKK ölçümlerinin Pearson korelasyon analizi ile karşılaştırılması



Sağ göz SKK

Figür 12 a (R=0.231, p=0.106)



Sol göz SKK

Figür 12 b (R=0.301, p=0.033)

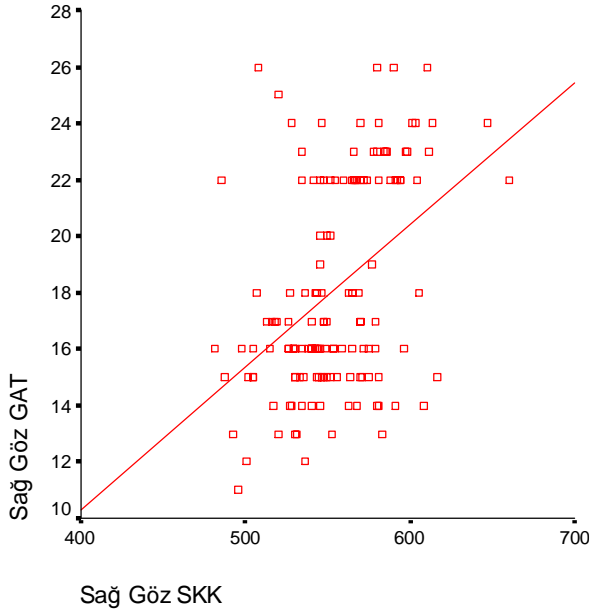
PAAG grubunda sağ gözlerde DKT ile SKK korelasyonu GAT'a göre daha yüksekti, sol gözlerde GAT ile SKK korelasyonu daha yüksekti. OHT grubunda hem sağ hem de sol gözlerde GAT ile SKK arasında DKT'ye göre daha yüksek korelasyon vardı. Kontrol grubunda sağ gözlerde GAT, sol gözlerde DKT ile SKK arasında daha yüksek korelasyon mevcuttu. GİB değerleri ve SKK korelasyonuna bakıldığında tek istatistiksel olarak anlamlı korelasyon kontrol grubunda sol gözlerde SKK ile DKT arasında olduğu görüldü (Tablo 12).

Tablo 12: Tüm gruplarda GAT ve DKT değerlerinin SKK ile korelasyonunun Pearson analizine göre değerleri

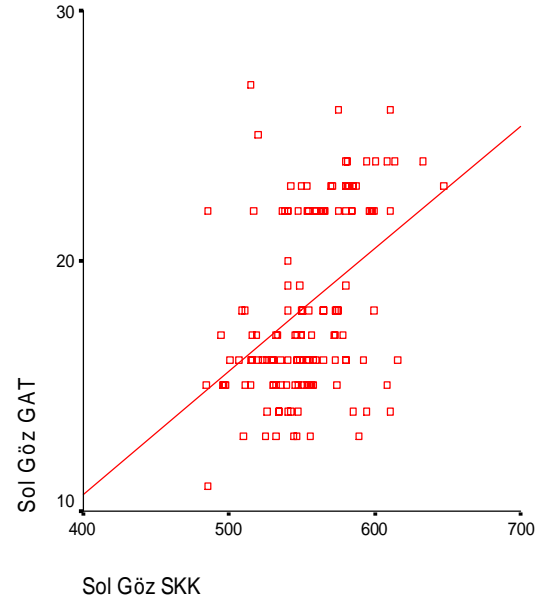
	Sağ				Sol			
	GAT-SKK		DKT-SKK		GAT-SKK		DKT-SKK	
	R	p	R	p	R	p	R	p
PAAG	0.039	0.786	0.063	0.663	0.027	0.854	0.022	0.878
OHT	0.176	0.258	0.005	0.663	0.286	0.063	0.002	0.992
Kontrol	0.226	0.114	0.231	0.106	0.276	0.053	0.301	0.033

Tüm olguların sağ ve sol gözlerinin SKK ile ilişkisine bakıldığında, GAT ve DKT değerlerinin SKK ile korele olduğu fakat bu korelasyonun GAT ile SKK arasında daha güçlü olduğu görüldü (Figür 13a,13b,14a,14b).

Figür 13a ve 13b: Tüm olguların sağ ve sol gözlerinde GAT ölçümleri ile SKK ölçümlerinin Pearson korelasyon analizi ile karşılaştırılması

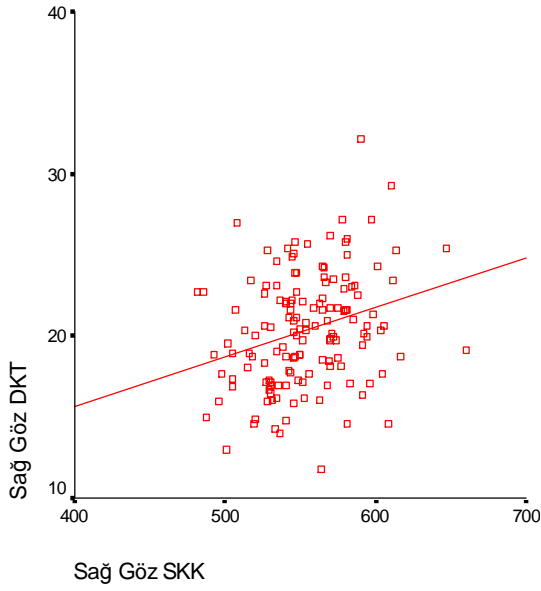


Figür 13a (R=0.434, p=0.000)



Figür 13b (R=0.419, p=0.000)

Figür 14a: Tüm olguların sağ ve sol gözlerinde DKT ölçümleri ile SKK ölçümlerinin Pearson korelasyon analizi ile karşılaştırılması



Figür 14a (R=0.278, p=0.001)



Figür 14b (R=0.274, p=0.001)

143 hasta SKK'na göre 550 μm 'den daha ince olanlar ve daha kalın olanlar olarak 2 gruba ayrıldı. Sağ gözler açısından bakıldığında 73 olgunun SKK 550 μm 'den daha ince, 70 olgunun SKK 550 μm 'den daha kalın idi. Sol gözler açısından bakıldığında 68 olgunun SKK 550 μm 'den daha ince, 75 olgunun SKK 550 μm 'den daha kalın idi. SKK 550 μm 'den ince olanlarda ve kalın olanlardaki GAT ve DKT değerleri Tablo 13a ve 13b'de görülmektedir.

Tablo 13a: SKK 550 μm 'den ince olanlar ve kalın olanların GAT ve DKT ile GİB ölçümleri ve iki grupta GAT değerleri ile DKT değerlerinin karşılaştırılması (sağ göz)

	SKK 550 μm ↓ (n=73)	p	SKK 550 μm ↑ (n=70)	p
GAT	16.7±3.1	0.000	19.4±3.8	0.000
DKT	19.6±3.2		21.1±3.5	

t testi

Tablo 13b: SKK 550 μm 'den ince olanlar ve kalın olanların GAT ve DKT ile GİB ölçümleri ve iki grupta GAT değerleri ile DKT değerlerinin karşılaştırılması (sol göz)

	SKK 550 μm ↓ (n=68)	p	SKK 550 μm ↑ (n=75)	p
GAT	16.8±3.1	0.000	19.4±3.7	0.000
DKT	18.9±3.3		20.6±3.3	

t testi

SKK ince olanlar ile kalın olanların GAT ölçümleri ve DKT ölçümleri karşılaştırıldığında hem sağ hem de sol gözlerde kalın olan grupta anlamlı derecede daha yüksek ölçüm elde edildiği görüldü ($p=0.000$). SKK 550 μm 'den ince olanlarda sağ gözlerde DKT ile GAT değerleri arasındaki farka bakıldığında ince olanlarda 2.8 ± 2.6 mmHg, 550 μm 'den kalın olanlarda 1.7 ± 3.0 mmHg olduğu görüldü, iki grup arasındaki GİB değeri ölçüm farkları karşılaştırıldığında SKK kalın olan grupta farkın daha düşük olduğu görüldü ($p=0.000$). Sol gözlerde DKT ile GAT arası fark, 550 μm 'den ince olanlarda 2.0 ± 2.4 mmHg, 550 μm 'den kalın olanlarda 1.5 ± 4.7 mmHg idi. Sol gözlerde de 2 grup arasındaki GİB değeri ölçüm farkları karşılaştırıldığında SKK kalın olan grupta farkın daha düşük olduğu görüldü ($p=0.000$).

GAT ve DKT tonometre ölçümlerinin yaş, SKK, korneal kurvatür ve korneal astigmatizma parametreleriyle olan ilişkisi tek tek basit lineer regresyon analizi ile değerlendirildi. GAT ölçümlerinin ve DKT ölçümlerinin yaş, korneal kurvatür ve korneal astigmatizma ile ilişkili olmadığı ama iki ölçüm metodunun da SKK ile ilişkili olduğu görüldü. GAT ile SKK arasındaki ilişkinin DKT ile SKK arasındaki ilişkiden daha güçlü olduğu görüldü. Tablo 14a ve 14b'de GİB ölçümlerinin SKK, korneal kurvatür, korneal astigmatizma ve yaş faktörleriyle ilişkisinin basit lineer regresyon analizi sonuçları görülmektedir.

Tablo 14a: GAT ve DKT ölçümlerinin diğer değişkenler ile ilişkisinin lineer regresyon analizi sonuçları (sağ göz)

	GAT		DKT	
	İlişki katsayısı	p	İlişki katsayısı	p
SKK	0.434	0.000	0.278	0.001
Korneal kurvatür	0.020	0.816	-0.034	0.688
Korneal astigmatizma	0.081	0.337	0.041	0.629
Yaş	-0.064	0.449	-0.120	0.155

Tablo 14b: : GAT ve DKT ölçümlerinin diğer değişkenler ile ilişkisinin lineer regresyon analizi ile sonuçları (sol göz)

	GAT		DKT	
	İlişki katsayısı	p	İlişki katsayısı	p
SKK	0.419	0.000	0.274	0.001
Korneal kurvatür	0.030	0.725	-0.082	0.328
Korneal astigmatizma	0.119	0.155	0.148	0.077
Yaş	-0.039	0.648	-0.059	0.482

GAT ve DKT ölçümlerinin yaş, SKK, korneal kurvatür ve korneal astigmatizma değişkenleriyle ilişkisi çoklu regresyon analizi ile de değerlendirildi. Bu analiz sonucunda hem sağ hem de sol gözlerdeki GAT ve DKT ölçümlerinin SKK değişkeniyle anlamlı derecede ilişkili olduğu ve lineer regresyon analizinde olduğu gibi bu ilişkinin GAT ile SKK arasında daha güçlü olduğu görüldü (Tablo 15a ve 15b).

Tablo 15a: GAT ve DKT ölçümlerinin diğer değişkenler ile ilişkisinin çoklu regresyon analizi ile sonuçları (sağ göz)

	GAT		DKT	
	İlişki katsayısı	p	İlişki katsayısı	p
SKK	0.440	0.000	0.280	0.001
Korneal kurvatür	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

Tablo 15b: GAT ve DKT ölçümlerinin diğer değişkenler ile ilişkisinin çoklu regresyon analizi ile sonuçları (sol göz)

	GAT		DKT	
	İlişki katsayısı	p	İlişki katsayısı	p
SKK	0,411	0,000	0.257	0,002
Korneal kurvatür	0,035	0,660	-0,071	0,397
Korneal astigmatizma	0,033	0,684	0.070	0,415
Yaş	-0,023	0.773	-0,053	0,521

TARTIŞMA

GAT, diğere tonometrelerle karşılaştırıldığında GİB ölçümünde altın standart olarak kabul edilmektedir^(37,76-79). Hans Goldmann, tonometrelerin ölçüm doğruluğunun normal değerler dışındaki kornea kalınlıklarında şüpheli olabileceğini fark etmiştir. 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^(12,17,18, 80-82).

DKT, kornea kalınlığı, kornea rijiditesi, kurvatür ve ölçüm sırasında oluşan korneal deformitelerden bağımsız olarak GİB ölçümü elde edilmesini amaçlayan bir cihazdır. Kangiesser ve ark.⁽³⁸⁾, Goldmann, Perkins, Schiotz gibi diğere GİB ölçüm yöntemlerinde ortaya çıkan korneal etkilenmeyi ortadan kaldıran DKT ile ilgili teorik temelleri ve çalışma prensiplerini açıklamışlar ve bu yöntemin GİB ölçümünde meydana gelen hataları ortadan kaldırdığını belirtmişlerdir. Biz de bu çalışmada PAAG, OHT ve kontrol grubu olarak ayırdığımız olgularda, DKT ile GAT ölçümlerini birbiriyle karşılaştırdık ve SKK ve diğere kornea özelliklerinin GAT ve DKT ile ilişkisini inceledik.

DKT ve GAT yöntemleri ile elde edilen GİB ölçümleri birçok çalışmada karşılaştırılmıştır. Kaufmann ve ark.larının⁽³⁹⁾ yaptığı çalışmada, 150 olgunun 228 gözü incelenmiş ve DKT ve GAT yöntemleri karşılaştırılmıştır. DKT ve GAT ile elde edilen ölçüm değerlerinin birbiriyle güçlü korelasyon gösterdiği görülmüştür. Bu çalışmada DKT ile elde edilen GİB değerlerinin GAT 'a göre anlamlı derecede yüksek olduğu belirtilmiştir. Aynı çalışmada klinikte DKT kullanıldığında hedef GİB değerinin GAT ile elde edilen değere göre 1 veya 2 mmHg daha yüksek olarak belirlenmesinden bahsedilmiştir. Schneider ve ark.larının⁽⁸³⁾, yaptığı çalışmada, glokomu olmayan 100 olgu incelenmiş ve sırasıyla GAT, DKT ve pakimetri ölçümleri yapılmıştır. 10 hastada GİB düşüşü olup olmadığının incelenmesi amacıyla önce DKT sonra GAT ölçümü yapılmış, DKT ölçümünden sonra anlamlı düşüş olmadığı görülmüştür. DKT ile ortalama GİB değeri 17.95±2.52 mmHg GAT ile ortalama GİB değeri 15.61±3.46 mm Hg olarak tespit edilmiştir. İki ölçüm yöntemi arasında ortalama 2.34 mmHg fark olduğu görülmüştür ve DKT ile GAT'a göre daha yüksek GİB değerleri elde edildiği belirtilmiştir. İki ölçüm yönteminin birbiriyle korelasyonuna bakıldığında güçlü bir korelasyon gösterdikleri görülmüştür. Blant-Altman analizi ile ortalama ölçüm farkının 2.34 mmHg olduğu tespit edilmiştir.

Pache ve ark.larının⁽⁸⁴⁾ çalışmasında, 100 sağlıklı olgunun 100 gözü incelenmiştir. Ortalama DKT değerlerinin GAT değerlerine göre 1 mmHg daha yüksek olduğu görülmüştür.

Blant-Altman analizinde ortalama fark -1.0 mm Hg (-6.29 ile +4.18 mm Hg arası) olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre 2 ölçüm yönteminin iyi bir uyum gösterdiği tespit edilmiştir. Francis ve ark.larının⁽⁸⁵⁾ 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.

Eichenbaum ve ark.larının⁽⁸⁶⁾ yaptığı çalışmada, 79 OHT, 42 PAAG, 146 kontrol grubu hastası ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Bu hasta gruplarında 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 mm Hg, PAAG/OHT grubunda ise 0.13 mm Hg olarak tespit edilmiştir. İki grupta da ölçüm farklarının çok önemli olmadığı DKT ile ölçümlerin GAT'den hafif derecede yüksek olduğu ve iki yöntemin iyi bir uyum sergilediği 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. Barleon ve ark.larının⁽⁸⁷⁾ yaptığı çalışmada, 66 sağlıklı göz ve 131 glokomlu göz değerlendirilmiştir. Bütün gözlerde DKT ile GAT arasında çok iyi bir korelasyon görülmüştür. Bu çalışmada da düşük GİB değerlerinde (8-20 mmHg) DKT ölçümlerinin GAT ölçümlerinden daha yüksek olma eğiliminde olduğu, yüksek GİB değerlerinde ise DKT ölçümlerinin GAT ölçümlerinden düşük olma eğiliminde olduğu görülmüştür. Bu yüzden 2 alet arasındaki %95 güvenilirlik aralığının GİB değerlerine göre değiştiği belirtilmiştir.

Bizim çalışmamızda, PAAG, OHT ve kontrol grubunun ayrı ayrı sağ ve sol gözleri değerlendirildiğinde tüm gruplarda DKT ile GAT ölçümlerinin birbiriyle iyi bir korelasyon gösterdiği görülmüştür. GİB değerlerinin ortalamasına bakıldığında PAAG grubunda sağ gözlerde GAT ortalaması 16.4 ± 2.9 mmHg, DKT ortalaması 19.8 ± 3.7 mmHg, sol gözlerde GAT ortalaması 16.7 ± 2.8 mmHg, DKT ortalaması 19.5 ± 3.5 mmHg idi. PAAG grubunda sağ ve sol gözlerde DKT ölçümleri GAT ölçümlerine göre anlamlı derecede yüksekti. Kontrol grubunda sağ gözlerde GAT ortalaması 15.6 ± 1 mmHg, DKT ortalaması 18.8 ± 2.5 mmHg, sol gözlerde GAT ortalaması 15.7 ± 1.6 mmHg, DKT ortalaması 18.1 ± 2.7 mmHg idi. Kontrol grubunda sağ ve sol gözlerde DKT ölçümleri GAT ölçümlerine göre anlamlı derecede yüksekti. OHT grubunda, sağ gözlerde GAT ortalaması 22.8 ± 1.1 mmHg, DKT ortalaması 22.8 ± 2.8 mmHg, sol gözlerde GAT ortalaması 22.8 ± 1.1 mmHg, DKT ortalaması 22.2 ± 2.8 mmHg idi. Bu grupta sağ ve sol gözlerde 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 sağ gözlerde ortalama fark değeri 3.2 mm Hg, sol gözlerde ortalama fark değeri 2.4 mm Hg idi, kontrol grubunda sağ gözlerde ortalama fark değeri 3.4 mm Hg, sol gözlerde ortalama fark değeri 2.8 mm Hg idi, OHT grubunda ise sağ gözlerde ortalama fark değeri -0.1 mm Hg, sol gözlerde ortalama fark değeri -0.7 mm Hg idi. 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 düşük GİB değerlerinde DKT, GAT’tan daha yüksek ölçüm yapma eğiliminde iken yüksek GİB değerlerinde DKT ölçümleri ile GAT değerleri birbirine yaklaşmakta idi.

DKT ile elde edilen GİB değerleri insan kadavra gözlerinde yapılan bir çalışmada da GAT değerlerinden yüksek olarak bulunmuştur⁽⁸⁸⁾. Refraktif cerrahi geçiren gözlerde yapılan çalışmalarda da DKT ölçümlerinin GAT ölçümlerine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir^(89,90). İki ölçüm yöntemi arasındaki fark DKT yönteminin kalibrasyonunun, GAT’den farklı olarak manometrik olarak kontrol edilen GİB’ına bağlı olmasıyla açıklanmaktadır⁽⁹¹⁾. GAT ile elde edilen GİB değerlerinin intrakameral olarak ölçülen GİB değerleri ile karşılaştırıldığında daha düşük olduğu tespit edilmiştir^(92,93). Buna ek olarak, DKT yöntemi ile elde edilen GİB değerlerinin insan kadavra gözlerindeki manometrik olarak elde edilen GİB değerleriyle önemli farkı olmadığını gösteren çalışmalar yayınlanmıştır^(88,94).

Daha önce yapılan çalışmalarda DKT ile GAT arasındaki farkların glokomlu olmayan gözlerde düşük (0.7-1.0 mmHg)^(84,95), glokomlu gözlerde (1.7- 2.0 mmHg) ise daha yüksek olduğu görülmüştür^(96,97). Kampeter ve ark.larının⁽⁹⁶⁾ çalışmasında, hastalar glokomlu ve glokomlu olmayanlar diye ayrılmış ve 2 grup arasında DKT ile GAT ölçümlerinin farkının benzer olduğu belirtilmiştir. Bizim çalışmamızda ise PAAG grubunda DKT ile GAT arası fark sağ gözlerde 3,43±2,5 mm Hg, sol gözlerde 2,8±2,4 mm Hg idi. Sağlıklı kontrol grubunda sağ gözlerde DKT ile GAT arası fark 3,1±2.3 mmHg, sol gözlerde 2,3±2,3 mmHg idi.

Hansen ve Ehlers⁽⁹⁸⁾, 1971 yılında 8 vakayı değerlendirmişler ve GİB yüksek ölçülen ancak görme alanlarında ve optik sinir muayenelerinde glokomatöz hasar olmayan bir hasta grubunda yüksek kornea kalınlığı varlığından bahsetmişlerdir. İki yazar, 1974 yılında 7 hastalık bir seride düşük tansiyonlu glokoma sahip hastaların sağlıklı kontrol grubuna ve primer glokom grubuna göre istatistiksel olarak daha düşük kornea kalınlığına sahip olduğunu bildirmişlerdir (Sırasıyla 461 µm, 520 µm, 521m)⁽⁹⁹⁾. Johnson ve ark.larının⁽¹⁷⁾ 1978 yılında yayınladıkları bir makalede yazarlar, 17 yaşındaki genç bir kızda göz içi basıncını 40 mmHg olarak tespit ettiklerini, yapılan oftalmolojik muayenede açı kapanması gibi herhangi bir patoloji tespit etmedikleri hastada, verilen maksimum tedaviye rağmen GİB’nı 30-40 mmHg arasında tutabildiklerini belirtmişlerdir. Yapılan pakimetri ile SKK 900 µm olarak ölçülen hastanın, yapılan eş zamanlı

manometrik ve aplanasyon tonometrisi ölçümleri ile GİB'ları çok farklı değerlerde tespit edilmiştir. Manometrik ölçüm öncesi ve sonrasında Perkins aplanasyon tonometrisi ile 35 mmHg, Schiötz tonometrisiyle 34 mmHg olarak ölçülen GİB, manometrik ölçüm ile 11 mmHg olarak ölçülmüştür. Yazarlar, ortalama kornea kalınlıklarında kalibre edilmiş cihazlarla, uçlarda kornea kalınlığına sahip hastaların GİB ölçüm değerlerinin önemli derecede hatalı sonuçlar verebileceğini belirterek bu konu üzerinde pek çok araştırmanın yapılmasına öncü olmuşlardır.

Ehlers ve ark.ları⁽²⁵⁾, çeşitli sebeplerle operasyon planladıkları, sağlıklı kornealara sahip 29 hastada göz içine yerleştirdikleri kanül vasıtasıyla GİB'nı manometrik olarak kontrol ederken eş zamanlı aplanasyon tonometresi ölçümleri yapmışlardır. Yazarlar manometrik olarak sağlanan 20 mmHg'lık GİB'nın aplanasyon tonometrisi ile sağlıklı ölçülmesinin ancak 520 µm'lik kornea kalınlığında mümkün olduğunu, kornea kalınlığı 450 µm olduğunda GİB'nın 5.2 mmHg eksik ölçülürken, 590 µm kalınlığa sahip bir gözde 4.7 mmHg yüksek ölçüldüğünü belirtmişlerdir. Manometrik olarak sağlanan GİB değeri azaldığında bu fark da azalırken, yüksek GİB değerlerinde gerekli düzeltme değerinin de büyüdüğü rapor edilmiştir. Whitacre ve ark. ları⁽¹⁹⁾, 15 hastalık bir hasta grubunda benzer bir çalışma yapmışlardır. Yazarlar normalden ince kornealarda GİB'nın 4.9 mmHg düşük ölçüldüğünü, normalden kalın kornealarda 6.8 mmHg'ya kadar yüksek ölçümler yapılabildiğini ve bu farkın özellikle ince kornealarda klinik öneminin daha büyük olduğunu belirtmişlerdir. Feltgen ve ark.⁽⁹²⁾, glokom veya retina cerrahisi planlanmış 73 hasta ile yaptıkları çalışmalarında manometrik olarak tespit ettikleri GİB değerlerinin Perkins aplanasyon tonometrisi ve Tonopen ile elde edilen ölçümler ile karşılaştırmışlardır. Perkins ve Tonopen ile elde edilen sonuçların birbirleri ile benzer olduğunu ve iki metod ile elde edilen değerlerin manometrik ölçümler ile kıyaslandığında arada küçük farklılıklar olmakla birlikte ölçümlerin uyumlu olduklarını göstermişlerdir. Yazarlar hem ince kornealarda hem kalın kornealarda manometrik ölçüm değerlerinin altında ve üstünde ölçümler yapılabildiğini ve ölçümler arasındaki farkın kornea kalınlığı ile değişmediğini belirtmişlerdir.

Argus⁽¹²⁾ yaptığı çalışmada, OHT'lu hastaların SKK'larının (610±33 µm) hem normal kontrol grubuna (557±39 µm) hem de glokomlu hasta grubuna (567±36 µm) göre daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Yazar, GİB'ları 21 mm Hg'nın üzerinde olan hastalarına Ehlers'in önerdiği şekilde kornea kalınlıklarına göre GİB ayarlaması uyguladığında, hastaların %30'unun GİB'larının 18 mmHg'nın altında olduğunu belirtmiştir. Hendon ve ark.larının⁽¹⁰⁰⁾ yaptığı çalışmada, OHT'lu hastaların kornea kalınlıkları normal ve glokom grubuna göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. OHT hastalarının GİB değerlerini Ehlers'in önerdiği şekilde değiştirdiklerinde hastaların %65'inin GİB değerlerini 21 mmHg'nın altında bulmuşlardır. Velten ve ark.larının⁽¹⁰¹⁾ yaptığı çalışmada, SKK'nı karşılaştırdıklarında PAAG, normal basınçlı glokom,

OHT ve normal kontrol grubunda yalnız OHT grubunda istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılık bulmuşlardır.

Bechmann ve ark.ları⁽¹⁰²⁾, farklı glokom gruplarının SKK'nı optik koherens tomografi ile değerlendirdiklerinde OHT grubundaki hastaların (593 ± 35 μm), kontrol grubu hastalarına (530 ± 32 μm) göre daha yüksek kornea kalınlıklarına sahip olduklarını göstermişlerdir. Kontrol grubu ile diğer grupları karşılaştırdıklarında, normal basınçlı glokom hastaları (482 ± 28 μm) dışında PAAG hastalarının (512 ± 30 μm) ve psödoekfoliasyonlu glokom hastalarının da daha ince korneaya sahip olduklarını göstermişlerdir. Bu çalışmada kontrol grubu ile pigmenter glokom grubu ve açılı kapanması glokomu grupları arasında kornea kalınlığı yönünden istatistiksel olarak bir fark tespit edilmemiştir.

Shah ve ark.ları⁽¹⁰³⁾, çalışmalarında benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Normal basınçlı glokom grubunda hastaların %85'inin SKK'larının 540 μm 'den ince, PAAG tanısı alan hastaların %30'unun, glokom şüphesi ile takip edilen hastaların %42'sinin SKK'larının 585 μm 'den büyük olduğunu ve bu gruplardaki hastaların tanısında ve takibinde kornea kalınlık ölçümünün değerli olduğunu belirtmişlerdir. Yazarlar, SKK 525 μm 'den düşük olan bir hastanın glokomatöz özellikler taşıdığına, normal basınçlı glokom tanısı alma ihtimalinin, PAAG tanısı alma oranının 525 μm 'den kalın korneası olan bir hastaya göre 3.3 kat yüksek olduğunu, aynı şekilde 585 μm 'den kalın kornea kalınlığına sahip bir kişi için yüksek GİB sebebiyle OHT olarak takip edilme ihtimalinin 3.4 kat yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Copt ve ark.ları⁽²³⁾, çalışmalarında PAAG grubu ve kontrol grubu olgularının istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde normal basınçlı glokom grubundaki olgulara göre daha yüksek, OHT grubundaki olgulara göre ise daha düşük SKK'na sahip olduğunu bulmuşlardır. Yazarlar, ölçülen GİB değerlerini kornea kalınlıklarına göre yeniden yorumladıklarında normal basınçlı glokom grubundaki hastaların ortalama GİB değerlerine 2.2 mmHg eklenmesi gerektiğini ve bunların %31'inin PAAG olarak değerlendirilmesi gerektiğini, OHT grubundaki hastalarda ise GİB değerlerinin ortalama 2.3 mmHg yüksek ölçüldüğünün ve bunların da %56'sının normal olarak değerlendirilmeleri gerektiğini belirtmişlerdir. Stodmeister⁽⁷⁴⁾, 579 hastalık çalışma grubunda hastaların ne kadarında kornea kalınlığına bağlı olarak GİB'nin yeniden değerlendirilmesi gerektiğini araştırmıştır. Çalışmaya katılan hastaların yarısından fazlasında en az 2 mmHg'lık ve %20 dolayında bir hasta grubunda 4 mmHg'lık veya daha büyük bir düzeltmeye ihtiyaç duyulduğunu göstermiştir. Yıldırım ve ark.ları⁽¹⁰⁴⁾, PAAG, OHT, normotansif glokom ve kontrol grubu olgularının gözlerinde SKK ile GİB arasındaki ilişkiyi değerlendirdikleri çalışmalarında, tüm olgularda anlamlı korelasyon saptamışlar ve GİB değerlendirilmesinde SKK'nın mutlaka göz önünde bulundurulması gerektiğini belirtmişlerdir.

Bizim çalışmamızda PAAG grubundaki olguların SKK sağ gözlerde $544.4 \pm 26 \mu\text{m}$ (493-608 μm), sol gözlerde 545.2 ± 27.6 (496-611 μm) kontrol grubundaki olguların SKK sağ gözlerde $544.3 \pm 28.6 \mu\text{m}$ (481-617 μm), sol gözlerde $545.2 \pm 27.5 \mu\text{m}$ (484-616 μm), OHT grubundaki olguların SKK sağ gözlerde $576.3 \pm 32 \mu\text{m}$ (485-660 μm), sol gözlerde $575.1 \pm 30.4 \mu\text{m}$ (485-647 μm) olarak bulunmuştur. SKK açısından 3 gruptaki olgular karşılaştırıldığında OHT grubundaki hastaların hem PAAG hem de kontrol grubundaki hastalardan daha kalın SKK'na sahip olduğu görülmüştür. PAAG grubundaki olgularda sağ gözlerin 17'sinde (%34), sol gözlerin 20'sinde (%40) SKK 550 μm 'den daha kalın idi. Kontrol grubunda sağ gözlerin 18'inde (%36), sol gözlerin 19'unda (%38) SKK 550 μm 'den daha kalın idi. OHT grubunda ise sağ gözlerin 35'inde (%81), sol gözlerin 36'sında (% 84) SKK 550 μm 'den daha kalın idi. PAAG grubunda sağ gözlerin 1'i (%2), sol gözlerin 2'si (%4) 600 μm 'den kalın idi, kontrol grubunda sağ gözlerin 2'si (%4), sol gözlerin 1'i (%2) 600 μm 'den kalın idi. OHT grubunda ise sağ gözlerin 8'i (%19), sol gözlerin 7'si (%16) 600 μm 'den kalın idi. Gruplar arasındaki GİB değerleri incelendiğinde SKK'nın yüksek olduğu OHT grubunda hem GAT hem de DKT değerlerinin PAAG ve kontrol grubundaki hastalara göre daha yüksek GİB değerleri ortaya koyduğu görülmüştür (Tablo 11 a ve 11b). 143 olgu 550 μm SKK eşik değer kabul edilip 2 gruba ayrılmıştır. GAT ile yapılan ölçümlerde 550 μm 'den ince olan hastalarda sağ gözlerde ortalama GİB değeri $16.7 \pm 3.1 \text{ mmHg}$, 550 μm 'den kalın olanlarda 19.4 ± 3.8 , sol gözde ince kornealarda 16.8 ± 3.1 , kalın kornealarda 19.4 ± 3.7 olduğu görülmüştür. DKT açısından bakıldığında sağ gözlerde ince kornealılarda GİB 19.6 ± 3.2 , kalın kornealarda 21.1 ± 3.5 , sol gözlerde ince kornealılarda 18.9 ± 3.3 , kalın kornealılarda 20.6 ± 3.3 olarak tespit edilmiştir. Hem GAT hem DKT değerlerinin 550 μm 'den ince korneası olanlarda 550 μm 'den kalın korneası olanlara göre daha düşük olduğu görülmüştür.

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.

Kotecha ve ark.larının⁽⁹⁵⁾ yaptığı çalışmada, OHT, PAAG, pigment dispersiyonu ve glokom şüphesi olan 130 olgunun 130 gözü çalışmaya dahil edilmiştir. Bizim çalışmamızın aksine, artan kornea kalınlıklarında GAT ile DKT arasındaki farkın da arttığı tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda GAT yönteminin DKT'ye göre SKK'ndan daha fazla etkilendiği tespit edilmiştir. Ayrıca artan yaşın da GAT yöntemini DKT'ye göre daha fazla etkilediği ve bu etkinin yaşla beraber artan kornea gerginliğine bağlı olduğu belirtilmiştir. Yaşlılığın da SKK'a ek olarak GİB'inin yanlış ölçümüne neden olabileceği sonucuna varılmıştır.

Kampeter ve ark.larının⁽⁹⁶⁾ yaptığı çalışmada, 126 olgunun 176 gözü (39 göz PAAG, 137 göz normal) incelenmiştir. Tüm hastalara önce GAT ile ölçüm yapılmış, sonra 3 kere DKT ile ölçüm yapılmış ve daha sonra tekrar GAT ile ölçüm yapılmıştır. Sonra da ultrasonik pakimetri ile

SKK belirlenmiştir. 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. Bu çalışmada, GAT ölçümlerinin SKK ile güçlü bir korelasyon gösterdiği ($p=0.036$), DKT'nin ise SKK ile bir korelasyon göstermediği tespit edilmiştir ($p=0.32$). Başka bir çalışmada, PAAG ve OHT hastalarında non kontakt tonometre (NKT) ve DKT ile yapılan GİB ölçüm sonuçlarına SKK'nın etkisi incelenmiş, SKK'nın NKT ile yapılan ölçümleri doğrusal olarak etkilediği fakat DKT ile yapılan ölçümleri etkilemediği tespit edilmiştir⁽¹⁰⁵⁾. Eser ve ark.larının⁽¹⁰⁶⁾ yaptığı çalışmada, DKT, NKT, GAT ve Tonopen ile GİB ölçümlerinin SKK ile ilişkisi araştırılmıştır. SKK ince ($520 \mu\text{m}$ altındaki) gözlerde SKK ile DKT ölçümü arasında korelasyon olmadığı, diğer tonometrelerin SKK'dan etkilendiği görülmüş, normal kalınlıktaki kornealarda ($520-580 \mu\text{m}$) SKK ile GİB ölçümleri arasında en düşük korelasyonu sırayla DKT ve Tonopenin gösterdiği tespit edilmiştir.

Siganos ve ark.larının⁽¹⁰⁷⁾ yaptığı çalışmada, LASIK yapılması planlanan 60 sağlıklı miyopik hasta incelenmiştir. Hastalarda GİB, LASIK yapılmadan 10 gün önce, LASIK yapıldıktan 1 hafta ve 4 hafta sonra ölçülmüştür. GİB sırasıyla NKT, GAT ve DKT ile yapılmıştır. Bu çalışmada LASIK cerrahisi öncesi ortalama SKK $548 \pm 27 \mu\text{m}$ iken LASIK ile SKK'nda ortalama $78 \pm 44 \mu\text{m}$ 'lik incelme olduğu belirtilmiş ve LASIK sonrası ortalama SKK'nın, $469 \pm 54 \mu\text{m}$ olduğu görülmüştür. LASIK sonrası 1. haftada yapılan GAT ölçümlerinin LASIK öncesi ölçümlere göre ortalama $4.9 \pm 2.2.7$ mmHg, 4. haftada yapılan ölçümlerin ise ortalama 5.4 ± 3.0 mmHg daha düşük olduğu görülmüştür. NKT ile 1. haftada yapılan ölçümlerin de LASIK öncesi değerler göre anlamlı derecede düşüş gösterdiği görülmüştür. Bunun tersine, DKT ile yapılan ölçümlerde LASIK öncesi ve sonrası anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Preoperatif GAT ve NKT ölçümlerinin SKK'ndan etkilendiği, DKT ölçümlerinin ise SKK'ndan etkilenmediği görülmüştür.

Bizim çalışmamızda öncelikle Pearson korelasyon analizine göre GİB ölçümlerinin SKK ile korelasyonu tüm gruplarda ayrı ayrı değerlendirildi. Grupların içinde sağ gözlerin ve sol gözlerin GAT ve DKT ölçümlerinin SKK ile korelasyonuna bakıldığında; PAAG grubunda sağ gözlerde DKT ile SKK korelasyonu GAT'a göre daha yüksekti, sol gözlerde GAT ile SKK korelasyonu daha yüksekti. OHT grubunda hem sağ hem de sol gözlerde GAT ile SKK arasında DKT'ye göre daha yüksek korelasyon vardı. Kontrol grubunda sağ gözlerde GAT, sol gözlerde DKT ile SKK arasında daha yüksek korelasyon mevcuttu. GİB değerleri ve SKK korelasyonuna bakıldığında tek istatistiksel olarak anlamlı korelasyon kontrol grubunda SKK ile DKT arasında olduğu görüldü. Ayrıca 143 olgunun sağ ve sol gözlerinin iki ölçüm aleti ile elde edilen GİB değerleri ile SKK arasındaki korelasyon incelendi. Sağ gözlerde ve sol gözlerde GAT ile SKK kuvvetli korelasyon olduğu görüldü (Sağ göz $R=0.434$, $p=0.000$, sol göz $R=0.419$, $p=0.000$).

DKT ile SKK arasında da anlamlı bir korelasyon tespit edildi fakat bu korelasyonun GAT ile SKK arasında olan korelasyona göre daha zayıf olduğu tespit edildi (sağ göz $R=0.278$, $p=0.001$, sol göz $R=0.274$, $p=0.001$).

DKT'nin SKK'ndan etkilendiğini ortaya koyan çalışmalar da yapılmıştır. Öztürk ve ark.larının⁽¹⁰⁸⁾ yaptığı çalışmada, DKT ile ölçülen GİB değerleri GAT, NKT ve Tonopen ile karşılaştırılmış ve ölçümlere SKK'nın etkisi incelenmiştir. GAT, NKT ve DKT yöntemlerinin SKK'ndan etkilendiği, sadece Tonopen ile yapılan ölçümlerin SKK'ndan etkilenmediği tespit edilmiştir.

Francis ve ark.larının⁽⁸⁵⁾ çalışmasında, geniş bir hasta grubunda (2157 hasta) GAT ve DKT ölçümlerinin SKK, korneal kurvatur ile ilişkisi değerlendirilmiştir. Bu çalışmada, DKT'nin SKK'indeki değişimlerden daha az etkilendiği görülmüştür. Korneal kurvaturün ise DKT ölçümlerini etkilediği ama GAT ölçümlerini etkilemediği belirtilmiştir. Ayrıca korneal kurvaturün DKT ölçümlerine yaptığı etkinin SKK'nın GAT'a yaptığı etkiden daha önemsiz olduğu belirtilmiştir. Erdurmuş ve ak.larının⁽¹⁰⁹⁾ çalışmasında, DKT ile yapılan GİB ölçümlerine SKK, korneal kurvatur ve aksiyel uzunluk değerlerinin etkileri incelenmiştir. DKT ile yapılan GİB ölçümlerinin korneanın biyomekanik parametrelerinden etkilenmediği sonucuna varılmıştır.

Medeiros ve ark.ları⁽¹¹⁰⁾, 94 Afrikan Amerikalı hastanın 176 gözünü incelemişlerdir. Hasalarda DKT ve GAT ile ölçüm yapılmış ve hastaların kornea kalınlıkları, korneal kurvaturleri, korneal astigmatizmaları, sferik ekivalanları aksiyel uzunlukları ve yaşları tespit edilmiştir. Multipl regresyon analizinde GAT değerlerinin anlamlı derecede SKK ve yaşla uyumlu olduğu ama DKT ölçümlerinin sadece yaşla uyumlu olduğu görülmüştür. DKT ile GAT arası farkın SKK'ndan önemli derecede etkilendiği görülmüştür. Kalın kornealı hastalarda DKT'ye oranla daha yüksek GAT sonuçları elde edildiği, ince kornealı hastalarda GAT sonuçlarının DKT'ye oranla daha düşük olma eğiliminde olduğu görülmüştür.

Bizim çalışmamızda da GAT ve DKT ölçümlerinin SKK, korneal kurvatur, korneal astigmatizma ve yaş değişkenleriyle olan ilişkisi lineer regresyon analizi ve çoklu regresyon analizi ile değerlendirildi. Lineer regresyon analizine göre GAT ve DKT ölçümleri korneal kurvatur, korneal astigmatizma ve yaş faktörleri ile ilişkili değildi fakat her iki yöntemin de SKK ile ilişkili olduğu görüldü. GAT ile SKK arasındaki ilişki hem sağ hem de sol gözlerde DKT ile SKK arasındaki ilişkiden daha önemli olarak tespit edildi. Sağ gözlerde GAT için ilişki katsayısı 0,434, DKT için ilişki katsayısı 0,278 idi. Sol gözlerde GAT için ilişki katsayısı 0,419, DKT için ilişki katsayısı 0,274 idi (Tablo 14a ve 14b). Çoklu regresyon analizinde GAT ve DKT ölçümlerinin SKK, korneal kurvatur, korneal astigmatizma ve yaş faktörleriyle ilişkisi değerlendirildiğinde iki ölçüm aleti içinde anlamlı ilişkinin olmasını sağlayan faktörün SKK olduğu görüldü (Tablo 15a ve 15b). Çoklu regresyon analizinde de hem sağ hem de sol gözlerde

GAT ile SKK arasındaki ilişki katsayısının DKT ile SKK arasındaki ilişki katsayısından iki kat daha fazla olduğu tespit edildi.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada PAAG, OHT ve sağlıklı kontrol grubundaki olguların GİB değerlerinin GAT ve DKT ölçümü yapıldı ve iki ölçüm karşılaştırıldı. GAT ve DKT yöntemleri ile elde edilen GİB ölçümlerine SKK'nın etkisi değerlendirildi. Aynı zamanda GAT ve DKT yöntemlerinin korneal kurvatür, korneal astigmatizma ve yaş değişkenlikleriyle ilişkisi incelendi. Çalışmamızın sonucunda ortaya şu sonuçlar çıktı:

1. DKT ve GAT ile GİB ölçüm değerlerinin PAAG, OHT ve kontrol grubundaki olgularda yüksek korelasyon gösterdiği tespit edildi.
2. DKT yönteminin, PAAG ve kontrol grubundaki olgularda GAT yöntemine göre daha yüksek GİB ölçümü yaptığı saptandı.
3. OHT grubunda DKT ve GAT yöntemlerinin GİB'ını birbirine yakın değerlerde ölçtüğü tespit edildi.
4. DKT ile GAT arasındaki GİB değeri farklarının düşük GİB değerlerinde daha fazla yüksek GİB değerlerinde daha düşük olduğu saptandı.
5. SKK'nın OHT'lu hastalarda PAAG ve kontrol grubundaki olgulardan anlamlı derecede daha kalın olduğu belirlendi.
6. Gruplar ayrı ayrı değerlendirildiğinde SKK ile GAT ve DKT arasında güçlü bir korelasyon saptanmadı.
7. Tüm olgular toplu olarak değerlendirildiğinde GAT ve DKT ölçümlerinin SKK ile korelasyon gösterdiği ve bu korelasyonun GAT'ta daha yüksek olduğu bulundu.
8. DKT ile GAT yöntemleri arasındaki GİB değeri farkının, ince kornealarda kalın kornealara göre daha fazla olduğu saptandı.
9. Lineer regresyon analizi ve çoklu regresyon analizi sonuçlarına göre GAT ve DKT ölçümlerinin korneal kurvatür, korneal astigmatizma ve yaş faktörleri ile ilişkili olmadığı ama iki yöntemin de SKK ile ilişkili olduğu görüldü. GAT ile SKK arasındaki ilişkinin DKT ile SKK arasındaki ilişkiden daha önemli olduğu görüldü.

Bu çalışma, DKT yöntemi ile yapılan GİB ölçümlerinin GAT ile son derecede korele olduğunu ve DKT yönteminin SKK'ndan 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, SKK'ndan GAT'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 değeriinin belirlenmesinin gerekli olup olmadığı ile ilgili daha geniş hasta sayılı prospektif çalışmaların gerekli olduğu sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

1. Thomas JV. Primary open glaucoma. In: Albert DM, Jakobiec FA, eds, Principles and Practise of Ophthalmology, Philedelphia, W.B. Saunders company 1994; 1342-5.
2. Wilensky JT. Epidemiology of open angle glaucoma. In: Kaufmann PL, Mittag TW, eds, Textbook of Ophthalmology, Singapore, Mosby, 1994;8.29-33.
3. Shields MB, Ritch R, Krupin T. Classification of the glaucomas. In: Ritch R, Shields MB, Krupin T, eds, The Glaucomas, Missouri, Mosby 1996;17-25.
4. Shiose Y, Kitazawa Y, Tsukahara S ve ark. Epidemiology of glaucoma in Japan--a nationwide glaucoma survey. Jpn J Ophthalmol. 1991;35:133-55.
5. Dielemans I, Vingerling JR, Wolfs RC ve ark. The prevalence of primary open-angle glaucoma in a population-based study in The Netherlands. The Rotterdam Study. Ophthalmology. 1994;101:1851-5.
6. Coffey M, Reidy A, Wormald R ve ark.. Prevalence of glaucoma in the west of Ireland. Br J Ophthalmol. 1993;77:17-21.
7. Leske MC, Connell AM, Schachat AP, Hyman L. The Barbados Eye Study. Prevalence of open angle glaucoma. Arch Ophthalmol. 1994;112:821-9.
8. Leske MC, Connell AM, Wu SY ve ark. Incidence of open-angle glaucoma: the Barbados Eye Studies. The Barbados Eye Studies Group. Arch Ophthalmol. 2001;119:89-95.
9. Mason RP, Kosoko O, Wilson MR ve ark. National survey of the prevalence and risk factors of glaucoma in St. Lucia, West Indies. Part I. Prevalence findings. Ophthalmology. 1989;96:1363-8.
10. Mitchell P, Smith W, Attebo K, Healey PR. Prevalence of open-angle glaucoma in Australia. The Blue Mountains Eye Study. Ophthalmology. 1996;103:1661-9.
11. Tielsch JM, Sommer A, Katz J ve ark. Racial variations in the prevalence of primary open-angle glaucoma. The Baltimore Eye Survey. JAMA. 1991;266:369-74.
12. Argus WA. Ocular hypertension and central corneal thickness. Ophthalmology. 1995;102:1810-2
13. Leibowitz HM, Krueger DE, Maunder LR ve ark. The Framingham Eye Study monograph: An ophthalmological and epidemiological study of cataract, glaucoma, diabetic retinopathy, macular degeneration, and visual acuity in a general population of 2631 adults, 1973-1975. Surv Ophthalmol. 1980;24:335-610.
14. Kass MA, Heuer DK, Higginbotham EJ ve ark. 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.

15. Gordon MO, Beiser JA, Brandt JD ve ark. The Ocular Hypertension Treatment Study: baseline factors that predict the onset of primary open-angle glaucoma. *Arch Ophthalmol.* 2002;120:714-20.
16. Herman DC, Hodge DO, Bourne WM. Increased corneal thickness in patients with ocular hypertension. *Arch Ophthalmol.* 2001;119:334-6.
17. Johnson M, Kass MA, Moses RA, Grodzki WJ. Increased corneal thickness simulating elevated intraocular pressure. *Arch Ophthalmol.* 1978;96:664-5.
18. Whitacre MM, Stein R. Sources of error with use of Goldmann-type tonometers. *Surv Ophthalmol.* 1993;38:1-30.
19. Whitacre MM, Stein RA, Hassanein K. The effect of corneal thickness on applanation tonometry. *Am J Ophthalmol.* 1993;115:592-6.
20. Brandt JD. Corneal thickness in glaucoma screening, diagnosis, and management. *Curr Opin Ophthalmol.* 2004;15:85-9.
21. Park HJ, Uhm KB, Hong C. Reduction in intraocular pressure after laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg.* 2001;27:303-9.
22. Doughty MJ, Zaman ML. Human corneal thickness and its impact on intraocular pressure measures. *Surv Ophthalmol.* 2000;44:367-408.
23. Copt RP, Thomas R, Mermoud A. Corneal thickness in ocular hypertension, primary open-angle glaucoma, and normal tension glaucoma. *Arch Ophthalmol.* 1999;117:146.
24. Shaikh NM, Shaikh S, Singh K, Manche E. Progression to end-stage glaucoma after laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg.* 2002;28:356-9.
25. Ehlers N, Bramsen T, Sperling S. Applanation tonometry and central corneal thickness. *Acta Ophthalmol.* 1975;53:34-43.
26. Katz LJ, Spaeth GL, Cantor LB ve ark. Reversible optic disk cupping and visual field improvement in adults with glaucoma. *Am J Ophthalmol.* 1989 May 15;107(5):485-92.
27. O'Brien C, Schwartz B, Takamoto T, Wu DC. Intraocular pressure and the rate of visual field loss in chronic open-angle glaucoma. *Am J Ophthalmol.* 1991 15;111:491-500.
28. Collaborative Normal-Tension Glaucoma Study Group. The effectiveness of intraocular pressure reduction in the treatment of normal-tension glaucoma. *Am J Ophthalmol.* 1998;126:498-505.
29. Heijl A, Leske MC, Bengtsson B, Hyman L ve ark. Reduction of intraocular pressure and glaucoma progression: results from the Early Manifest Glaucoma Trial. *Arch Ophthalmol.* 2002;120:1268-79.

30. The AGIS Investigators. The Advanced Glaucoma Intervention Study (AGIS): 7. The relationship between control of intraocular pressure and visual field deterioration. *Am J Ophthalmol.* 2000;130:429-40.
31. Maklakoff. L'Ophthalmotonometrie. *Arch Ophthalmol.* 1885;4:159.
32. Schottenstein EM. Intraocular pressure and tonometry. In: Ritch R, Schields MB, Krupin T, eds, *The Glaucomas*, Missouri, Mosby, 1996;407-28.
33. Yalvaç I. Glokom. In Aydın P, Akova YA, eds, *Temel Göz Hastalıkları*, Ankara, Güneş Kitabevi, 2001;261-73.
34. Friedman E, Ivry M, Ebert E ve ark. Increased scleral rigidity and age-related macular degeneration. *Ophthalmology.* 1989;96:104-8.
35. Bonomi L, Mecca E, Massa F. Intraocular pressure in myopic anisometropia. *Int Ophthalmol.* 1982;5:145-8.
36. Fresco BB. A new tonometer--the pressure phosphene tonometer: clinical comparison with Goldman tonometry. *Ophthalmology.* 1998;105:2123-6.
37. Goldman H, Schmidt T. Uber applanationstonometrie. *Ophthalmologica* 1957;134:221-242.
38. Kanngiesser HE, Kniestedt C, Robert YC. Dynamic contour tonometry: presentation of a new tonometer. *J Glaucoma.* 2005;14:344-50.
39. Kaufmann C, Bachmann LM, Thiel MA. Comparison of dynamic contour tonometry with goldmann applanation tonometry. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2004;45:3118-21.
40. Mishima S. Corneal thickness. *Survey Ophthalmol.* 1968;13:57-96.
41. Maurice DM, Giardini AA. A simple optical apparatus for measuring the corneal thickness and the average thickness of the human cornea. *Br J Ophthalmol* 1951;35:169-177.
42. Murata H, Kato K. Studies on corneal thickness. 2. on corneal thickness in refraction anomalies and distribution of the thickness. *Rinsho Ganka.* 1963;17:447-51.
43. Moses RA. The Goldmann applanation tonometer. *Am J Ophthalmol.* 1958;46:865-9.
44. Donaldson DD. A new instrument for the measurement of corneal thickness. *Arch Ophthalmol.* 1966;76:25-31.
45. Arner RS, Rengstorff RH. Error analysis of corneal thickness measurements. *Am J Optom Arch Am Acad Optom.* 1972;49:862-5.
46. De Cevallos E, Dohlman CH, Reinhart WJ. Corneal thickness in glaucoma. *Ann Ophthalmol.* 1976 Feb;8(2):177-82.
47. Gräf M. Significance of the corneal thickness in non-contact tonometry. *Klin Monatsbl Augenheilkd.* 1991;199:183-6.

48. Kremer FB, Walton P, Gensheimer G. Determination of corneal thickness using ultrasonic pachometry. *Ann Ophthalmol.* 1985;17:506-7.
49. Fujita S. Circadian rhythm of human corneal thickness. *Nippon Ganka Gakkai Zasshi.* 1980;84:1232-8.
50. Hacíková S, Krejčí L, Brožek B, Szarvas J. Corneal pachymetry during gradual adaptation to contact lenses in low and medium myopia. *Cesk Oftalmol.* 1985;41:107-10.
51. Gawdat I. Study of corneal thickness and curvature of Egyptian eyes. *Bull Ophthalmol Soc Egypt.* 1976;69:75-9.
52. Stodtmeister R. Applanation tonometry and correction according to corneal thickness. *Acta Ophthalmol Scand.* 1998;76:319-24.
53. Efron N, Carney LG. Oxygen tension beneath contact lenses under the closed eyelid: human eye measurements. *Am J Optom Physiol Opt.* 1981;58:806-9.
54. Klyce SD. Stromal lactate accumulation can account for corneal oedema osmotically following epithelial hypoxia in the rabbit. *J Physiol.* 1981;321:49-64.
55. Cedarstaff TH, Tomlinson A. A comparative study of tear evaporation rates and water content of soft contact lenses. *Am J Optom Physiol Opt.* 1983;60:167-74.
56. Harper CL, Boulton ME, Bennett D, Marcyniuk B ve ark. Diurnal variations in human corneal thickness. *Br J Ophthalmol.* 1996;80:1068-72.
57. Mertz GW. Overnight swelling of the living human cornea. *J Am Optom Assoc.* 1980;51:211-4.
58. Holden BA, Mertz GW, McNally JJ. Corneal swelling response to contact lenses worn under extended wear conditions. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1983;24:218-26.
59. Sakamoto R, Miyanaga Y, Bhamano H. Soft and RPG lens corneal swelling and deswelling with overnight wear. *Int Contact Lens Clin* 1991;18:214-217.
60. Kiely PM, Carney LG, Smith G. Diurnal variations of corneal topography and thickness. *Am J Optom Physiol Opt.* 1982;59:976-82.
61. du Toit R, Vega JA, Fonn D, Simpson T. Diurnal variation of corneal sensitivity and thickness. *Cornea.* 2003;22:205-9.
62. Edelhauser HF, Ubels JL: The cornea and the sclera. In: Kaufman PL, Alm A: *Adler's Physiology of the eye*, 10th ed, St. Louis, Mosby, 2003, Section 2, Chapter 4.
63. La Rosa FA, Gross RL, Orengo-Nania S. Central corneal thickness of Caucasians and African Americans in glaucomatous and nonglaucomatous populations. *Arch Ophthalmol.* 2001;119:23-7.

64. Shimmyo M, Ross AJ, Moy A, Mostafavi R. Intraocular pressure, Goldmann applanation tension, corneal thickness, and corneal curvature in Caucasians, Asians, Hispanics, and African Americans. *Am J Ophthalmol.* 2003;136:603-13.
65. Alsbirk PH. Corneal thickness. Age variation, sex difference and oculometric correlations. *Acta Ophthalmol.* 1978;56:95-104.
66. Marsich MW, Bullimore MA. The repeatability of corneal thickness measures. *Cornea.* 2000;19:792-5.
67. Wong AC, Wong CC, Yuen NS, Hui SP. Correlational study of central corneal thickness measurements on Hong Kong Chinese using optical coherence tomography, Orbscan and ultrasound pachymetry. *Eye.* 2002;16:715-21.
68. Liu Z, Huang AJ, Pflugfelder SC. Evaluation of corneal thickness and topography in normal eyes using the Orbscan corneal topography system. *Br J Ophthalmol.* 1999;83:774-8.
69. Bechmann M, Thiel MJ, Neubauer AS, Ullrich S ve ark. Central corneal thickness measurement with a retinal optical coherence tomography device versus standard ultrasonic pachymetry. *Cornea.* 2001;20:50-4.
70. Hitzenberger CK, Drexler W, Fercher AF. Measurement of corneal thickness by laser Doppler interferometry. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1992;33:98-103.
71. Avitabile T, Marano F, Uva MG, Reibaldi A. Evaluation of central and peripheral corneal thickness with ultrasound biomicroscopy in normal and keratoconic eyes. *Cornea.* 1997;16:639-44.
72. Klyce SD, Maurice DM. Automatic recording of corneal thickness in vitro. *Invest Ophthalmol.* 1976;15:550-3.
73. Çakır H, Baş N, Yıldırım A, Çakır M: LASIK, 2000 Bölüm 2.
74. IOPac CCT Pachymeter. www.HeidelbergEngineering.com.
75. Wolfs RC, Klaver CC, Vingerling JR, Grobbee DE ve ark. Distribution of central corneal thickness and its association with intraocular pressure. *Am J Ophthalmol.* 1997;123:767-72.
76. Goldmann H, Un nouveau tonometre d'applanation. *Bull Soc Ophthalmol Fr.* 1955;67:474-478.
77. Goldmann H, Schmidt T. Weiterer beitrage zur applanationstonometrie. *Ophthalmologica.* 1961;141:441-56.
78. Goldmann H, Schmidt T. Studien mittels applanationstonographie. *Doc Ophthalmol.* 1966;20:184-213.
79. Goldmann H, Schmidt T. On applanation tonography. *Ophthalmologica.* 1965;150:65-75.
80. Brandt JD, Beiser JA, Kass MA, Gordon MO. Central corneal thickness in the Ocular Hypertension Treatment Study (OHTS). *Ophthalmology.* 2001;108:1779-88.

81. Ehlers N, Hansen FK. Central corneal thickness in low-tension glaucoma. *Acta Ophthalmol (Copenh)*. 1974;52:740-6.
82. Stodtmeister R, Kron M, Gaus W. IOP measurement and central corneal thickness. *Br J Ophthalmol*. 2002 Jan;86:120-1.
83. Schneider E, Grehn F. Intraocular pressure measurement-comparison of dynamic contour tonometry and goldmann applanation tonometry.
84. Pache M, Wilmsmeyer S, Lautebach S, Funk J. Dynamic contour tonometry versus Goldmann applanation tonometry: a comparative study. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2005;243:763-7.
85. Francis BA, Hsieh A, Lai MY, Chopra V ve ark. Effects of corneal thickness, corneal curvature, and intraocular pressure level on Goldmann applanation tonometry and dynamic contour tonometry. *Ophthalmology*. 2007;114:20-6.
86. 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;39:41-9.
87. Barleon L, Hoffmann EM, Berres M, Pfeiffer N ve ark. Comparison of dynamic contour tonometry and goldmann applanation tonometry in glaucoma patients and healthy subjects. *Am J Ophthalmol*. 2006;142:583-90.
88. Kniestedt C, Nee M, Stamper RL. Dynamic contour tonometry: a comparative study on human cadaver eyes. *Arch Ophthalmol*. 2004;122:1287-93.
89. Kaufmann C, Bachmann LM, Thiel MA. Intraocular pressure measurements using dynamic contour tonometry after laser in situ keratomileusis. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2003;44:3790-4.
90. Duba I, Wirthlin AC. Dynamic contour tonometry for post-LASIK intraocular pressure measurements. *Klin Monatsbl Augenheilkd*. 2004;221:347-50.
91. Grieshaber MC, Schoetzau A, Zawinka C, Flammer J ve ark. Effect of central corneal thickness on dynamic contour tonometry and Goldmann applanation tonometry in primary open-angle glaucoma. *Arch Ophthalmol*. 2007;125:740-4.
92. Feltgen N, Leifert D, Funk J. Correlation between central corneal thickness, applanation tonometry, and direct intracameral IOP readings. *Br J Ophthalmol*. 2001 ;85:85-7.
93. Marx W, Madjlessi F, Reinhard T, Althaus C ve ark. More than 4 years' experience with electronic intraocular needle tonometry. *Ophthalmologe*. 1999;96:498-502.
94. Kniestedt C, Nee M, Stamper RL. Accuracy of dynamic contour tonometry compared with applanation tonometry in human cadaver eyes of different hydration states. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2005;243:359-66.

95. Kotecha A, White ET, Shewry JM, Garway-Heath DF. The relative effects of corneal thickness and age on Goldmann applanation tonometry and dynamic contour tonometry. *Br J Ophthalmol*. 2005;89:1572-5.
96. Kampeter BA, Jonas JB. Dynamic contour tonometry for intraocular pressure measurement. *Am J Ophthalmol*. 2005;140:318-20.
97. Ku JY, Danesh-Meyer HV, Craig JP, Gamble GD ve ark. Comparison of intraocular pressure measured by Pascal dynamic contour tonometry and Goldmann applanation tonometry. *Eye*. 2006;20:191-8.
98. Hansen FK, Ehlers N. Elevated tonometer readings caused by a thick cornea. *Acta Ophthalmol*. 1971;49:775-8.
99. Ehlers N, Hansen FK. Central corneal thickness in low-tension glaucoma. *Acta Ophthalmol*. 1974;52:740-6.
100. Herndon LW, Choudhri SA, Cox T, Damji KF ve ark. Central corneal thickness in normal, glaucomatous, and ocular hypertensive eyes. *Arch Ophthalmol*. 1997;115:1137-41.
101. Velten IM, Bergua A, Horn FK, Jünemann A, Korth M. Central corneal thickness in normal eyes, patients with ocular hypertension, normal-pressure and open-angle glaucomas--a clinical study. *Klin Monatsbl Augenheilkd*. 2000;217:219-24.
102. Bechmann M, Thiel MJ, Roesen B, Ullrich S ve ark. Central corneal thickness determined with optical coherence tomography in various types of glaucoma. *Br J Ophthalmol*. 2000;84:1233-7.
103. Shah S, Chatterjee A, Mathai M, Kelly SP ve ark. Relationship between corneal thickness and measured intraocular pressure in a general ophthalmology clinic. *Ophthalmology*. 1999;106:2154-60.
104. Yıldırım R, Oral Y, Bahçecioğlu H. Santral kornea kalınlığı ve göz içi basınç değerleri arasındaki ilişki. *T Oft Gaz*. 2000;30:319-323.
105. Erdurmuş M, Totan Y, Yağcı R, Aydın B ve ark. Türkiye Kinlikleri *J Ophthalmol*. 2007;16:108-113.
106. Eser E, Başer EF, Seymenoğlu G. Dinamik kontur tonometre, nonkontakt tonometre, Tonopen ve Goldmann applanasyon tonometresi ile göz içi basıncı ölçümlerinin santral kornea kalınlığı ile ilişkisi. *Glokom-Katarakt*. 2008;3:107-112.
107. Siganos DS, Papastergiou GI, Moedas C. Assessment of the Pascal dynamic contour tonometer in monitoring intraocular pressure in unoperated eyes and eyes after LASIK. *J Cataract Refract Surg*. 2004;30:746-51.
108. Öztürk F, Küsbeci T, Yavaş G, Ermiş SS 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. *Glokom-Katarakt* 2006;:171-175.
109. Erdurmuş M, Yağcı R, Aydın B, Totan Y. Dinamik kontur tonometre ile göz içi basıncı ölçümü üzerine santral kornea kalınlığı, kornea kurvaturü ve aksiyel uzunluğun etkisi. *Medical Network*. 2008;15: 14-18.
110. Medeiros FA, Sample PA, Weinreb RN. Comparison of dynamic contour tonometry and goldmann applanation tonometry in African American subjects. *Ophthalmology*. 2007;114:658-65.

TEZ ÇALIŞMA GRUBU

Primer Açık Açılı Glokom Grubu		
No	Ad Soyad	Protokol
1	M.A	307926
2	S.A	679955
3	H.Ö	354065
4	Ü.Y	758946
5	C.T	296463
6	E.P	714071
7	N.M	312841
8	R.T	967922
9	L.T	90231
10	G.Ö	13556
11	M.Y	2178528
12	H.A	539773
13	C.K	532978
14	M.Ö	87430
15	D.U	544181
16	Ç.Ö	947427
17	R.K	1058030
18	İ.Ö	874437
19	K.Ç	1171366
20	E.N.Ö	624246
21	İ.S	148664
22	N.G	272604
23	M.Ç	850016
24	N.T	669983
25	F.N	548359
26	O.Ö	2361437
27	H.Y	62438
28	Ö.R	91181
29	M.K	250031
30	H.A	34985
31	M.T	535786
32	Z.E	695397
33	N.B	627935
34	A.D	355813
35	V.Ö	152223
36	R.K	9339
37	S.K	234021
38	R.A	141105
39	R.Ş	963381
40	G.A	1211214
41	F.E	26156
42	N.İ	583430
43	F.A	351829
44	S.T	46033
45	S.İ	251859
46	H.Ç	5226
47	M.K	1032207

48	E.Ç	973080
49	H.K	574508
50	C.S	1228531
Oküler Hipertansiyon Grubu		
1	Ü.Ç	47116
2	Z.Ö	24267
3	L.Y	583403
4	İ.E	303248
5	A.I	83569
6	K.B	919558
7	M.Ö	210088
8	A.S	780777
9	İ.Ö	1147511
10	Ü.G	47116
11	T.C	18397
12	Ş.E	1219746
13	M.O	112321
14	İ.D	953713
15	H.U	2361474
16	R.O	2361473
17	E.A	2361472
18	Ş.O	119373
19	A.S	379344
20	Y.S	456780
21	T.G	2361439
22	F.C	790099
23	N.T	1205724
24	İ.E	290463
25	S.T	392363
26	M.T	26964
27	S.K	234657
28	İ.Ç	328432
29	M.D	115128
30	M.A	1060476
31	N.D	154208
32	B.G	14715
33	H.E	171455
34	G.M	162798
35	S.D	327986
36	N.A	65274
37	A.G	145566
38	G.A	23583
39	İ.G	136113
40	F.M.Ü	136076
41	R.E	146366
42	H.P	152662
43	M.U	9955
Kontrol Grubu		
1	H.A	66036
2	M.B	683783

3	A.E.A	800498
4	N.B	47704
5	N.G	302048
6	E.K	364889
7	H.T	1219350
8	S.A	520494
9	D.C	84994
10	Z.B	1215681
11	Ş.A	534512
12	M.G	631570
13	H.A	291251
14	G.I	1171518
15	F.P	1191220
16	Ö.Y	253476
17	S.Ç	1158823
18	B.A	43891
19	G.M	317092
20	M.A	166578
21	H.K	660128
22	S.Y	850747
23	F.T	111237
24	M.Y	990357
25	S.K	104915
26	H.K	394934
27	N.F	115170
28	A.S	234541
29	M.Ü	2463689
30	S.G	1225425
31	B.A	739379
32	S.K	64747
33	H.A	234818
34	A.G	237252
35	S.E	880972
36	İ.G	256958
37	N.U	561497
38	S.İ	1149610
39	R.A	89084
40	Z.B	1215513
41	M.K	13499
42	T.D	121796
43	G.I	234658
44	E.S	225892
45	D.İ	124332
46	E.U	221345
47	R.K	143346
48	T.Y	112245
49	G.I	231237
50	A.T	256234