

**T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
GÖZ HASTALIKLARI  
ANABİLİM DALI**

**FARKLI TONOMETRE TİPLERİ İLE ÖLÇÜLEN GİB  
DEĞERLERİYLE GÖZÜN OPTİK ÖZELLİKLERİNİN  
ETKİLEŞİMİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

**UZMANLIK TEZİ  
Dr. NURULLAH KESKİN**

**TEZ DANIŞMANI  
PROF.DR. SERAP ÖZDEMİR**

**DENİZLİ-2007**

**T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
GÖZ HASTALIKLARI  
ANABİLİM DALI**

**FARKLI TONOMETRE TİPLERİ İLE ÖLÇÜLEN GİB  
DEĞERLERİYLE GÖZÜN OPTİK ÖZELLİKLERİNİN  
ETKİLEŞİMİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

**UZMANLIK TEZİ  
Dr. NURULLAH KESKİN**

**TEZ DANIŞMANI  
PROF.DR. SERAP ÖZDEMİR**

**DENİZLİ-2007**

İş bu çalışma jürimiz GÖZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI'nda  
TIPTA UZMANLIK TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan

Prof.Dr. Serap ÖZDEMİR

Üye

Prof.Dr. Cem YILDIRIM

Üye

Prof.Dr. Volkan YAYLALI

Üye

Doç.Dr.R.Hakan ERBAY

Üye

Yrd.Doç.Dr. H.Çağatay ÖNCEL

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylım.

  
Prof.Dr.Zafer AYBEK  
Dekan

1.0.1.2/2007

## TEŐEKKÖR SAYFASI

Asistanlık eğitimim süresince bilgi ve deneyimleriyle yetişmemde emekleri olan değerli hocalarım fakültemiz Göz Hastalıkları Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Serap ÖZDEMİR, Prof. Dr. Volkan YAYLALI, Prof. Dr. Cem YILDIRIM, Doç. Dr. Sinan TATLIPINAR' a, katkılarını esirgemeyen tüm mesai arkadaşlarıma, istatistik hesaplamalarında bana yardımcı olan Halk Sağlığı Anabilim Dalından Dr. Elif TURHAN'a, tez çalışmam süresince yanımda olan eşim Dr. Ayşe KESKİN'e ve AİLEME teşekkürü bir borç bilirim.

Dr. Nurullah KESKİN

## İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Tanım.....	3
2.2. Epidemiyoloji.....	3
2.3. Etyopatogenez.....	3
2.4. Sınıflandırma.....	5
2.5. Risk Faktörleri.....	6
2.6. Göz İçi Basıncı Ölçüm Yöntemleri.....	8
2.7. Tonometre Tipleri.....	11
2.8. Göz İçi Basıncı Üzerine Etkili Faktörler.....	16
2.9. Merkezi Kornea Kalınlığı ve Göz İçi Basıncı .....	18
3. GEREÇ ve YÖNTEM.....	21
4. BULGULAR.....	24
5. TARTIŞMA.....	31
6. SONUÇLAR.....	39
7. ÖZET.....	41

<b>8. SUMMARY.....</b>	<b>43</b>
<b>9. KAYNAKLAR.....</b>	<b>45</b>

## TABLULAR ÇİZELGESİ

**Tablo-1:** Olguların gruplara göre cinsiyet dağılımı ve yaş ortalaması.

**Tablo-2:** Grupların C/D oranlarının ortalaması.

**Tablo-3:** Grupların korneal kurvatür ortalama değerleri.

**Tablo-4:** Gruplar arası ortalama korneal kurvatür değerlerinin karşılaştırılması.

**Tablo-5:** Grupların aksiyel uzunluk ( AU) ortalama değerleri.

**Tablo-6:** Gruplar arası AU değerlerinin karşılaştırılması.

**Tablo-7:** Grupların MKK ortalama değerleri.

**Tablo-8:** Gruplar arası MKK ortalama değerlerinin karşılaştırılması.

**Tablo-9:** Gruplarda GAT, DKT ve Tonopen ile ölçülen ortalama GİB değerleri.

**Tablo-10:** MKK ile GİB ölçüm yöntemleri arasındaki korelasyon değerleri.

**Tablo-11:** AU ile GİB ölçüm yöntemleri arasındaki korelasyon değerleri.

**Tablo-12:** Korneal kurvatür ile GİB ölçüm yöntemleri arasındaki korelasyon değerleri.

**Tablo-13:** Grupların Önkamara Derinliği (ÖKD) ortalama değerleri.

**Tablo-14:** Gruplar arasında ÖKD değerlerinin karşılaştırılması.

**Tablo-15:** Grupların Oküler Pulse Amplitüd (OPA) ortalama değerleri.

**Tablo-16:** Gruplar arası OPA değerlerinin karşılaştırılması.

**Tablo-17:** OPA ile korneal kurvatür, yaş, AU, MKK ve ÖKD değerleri arasındaki korelasyon değerleri.

## ŐEKİLLER - RESİMLER ÇİZELGESİ

**Resim-1** : öktürme yöntemi ile GİB ölçüm prensibi.

**Resim-2** : Aplanasyon tonometresi prensibi.

**Resim-3** : Goldmann Aplanasyon Tonometresi.

**Resim-4** : Tonometri esnasında görülen floresein ile boyalı yarım halkalar.

**Resim-5** : Pascal Dinamik Kontur Tonometresi.

**Resim-6** : Digital eski ve yeni ölçüm sonuçları.

**Resim-7** : Tono-pen XL.



## KISALTMALAR

**PAAG:** Primer açık açılı glokom.

**PAKG:** Primer açılı kapanması glokomu.

**NBG:** Normal basınçlı glokom.

**OHT:** Okuler hipertansiyon.

**GİB:** Göz içi basıncı.

**IOP:** İntraokuler basınç.

**OSB:** Optik sinir başı.

**DKT:** Dinamik kontur tonometre.

**GAT:** Goldmann aplanasyon tonometresi.

**UP:** Ultrasonik pakimetre.

**OPA:** Okuler pulse amplitüd.

**C/D:** Cup- disk oranı.

**AU:** Aksiyel uzunluk.

**MKK:** Merkezi kornea kalınlığı.

**ÖKD:** Ön kamara derinliği.

**NO:** Nitrik oksit.

**NMDA:** N- metil- D-aspartat.

## GİRİŞ

Glokom, optik sinir başında (OSB) ilerleyici çukurlaşma ve özgün görme alanı defektleriyle karakterize bir optik nöropatidir. Glokomdaki optik sinir hasarı diğer tipteki optik nöropatilerden farklı olup, retina gangliyon hücre aksonları dışında glial doku harabiyeti ile de karakterizedir. Bütün dünyada geri dönüşü olmayan körlüğün başta gelen nedenlerinden biridir. Glokomda hasarın ana nedeni yüksek göz içi basıncı (GİB) olmakla birlikte, normal basınçlı glokomda (NBG) GİB seviyesi ile glokomun ilerleyişi arasında zayıf bir ilişkinin olması, glokoma bağlı hasarın patogenezinde başka faktörlerin de olaya karıştığını göstermektedir (1). Yapılan klinik çalışmalarda yüksek GİB yanı sıra özellikle yaş, demografik faktörler, genetik ve vasküler faktörlerin glokomun etyopatogenezinde önemli rol oynayabileceği bildirilmiştir (2-10).

GİB ölçümü, glokomu olan olguların tanı ve takibinde önemli bir role sahiptir. Bu nedenle GİB' in doğru ve güvenilir ölçümü gittikçe önem kazanmaktadır. Günümüzde GİB ölçüm yöntemleri içinde Goldmann aplanasyon tonometresi (GAT) yaygın kullanılan, geniş kabul görmüş ve altın standart olarak kabul edilen yöntemdir. GİB ölçümünde kullanılan diğer aygıtlardan ikisi ise Paskal Dinamik Kontur Tonometresi (DKT) ve Tonopen' dir. Tonopen elde taşınabilen, kolay ölçüm yapabilen, kornea patolojisi olanlarda da GİB ölçümüne imkan sağlayan bir cihazdır. DKT, Kangiesser ve Robert tarafından kornea kontur uygunluğunu değerlendirerek GİB ölçen yeni bir metot olarak sunulmuştur. DKT doğrudan ve devamlı GİB ölçümü yaparak kornea kalınlığından ve kornea kurvatüründen bağımsız değerler elde edilmesini sağlar (11).

GAT ile yapılan GİB ölçümlerinin farklı kornea kalınlıklarından etkilendiği yapılan çalışmalarla gösterilmiştir. Merkezi kornea kalınlığının (MKK) aplanasyon tonometre yöntemleri ile yapılan GİB ölçümlerini etkilediği bilinmektedir. MKK' sı kalın olan gözlerde düzleşme için daha fazla güç kullanılması gerekirken, daha ince olan gözlerde düzleşme daha az güçle elde edilebilmektedir. Oküler hipertansiyonu (OHT) olan hastaların daha kalın MKK, NBG' si olanların ise normalden ince MKK' ya sahip oldukları çalışmalarla ortaya konmuştur (12).

Çalışmamızda PAAG, OHT ve NBG' li olgularda DKT ile elde edilen GİB verilerininin GAT ve Tonopen ölçüm değerleri ile karşılaştırmayı ve bu verilerin MKK, korneal kurvatür ve aksiyel uzunluk (AU) ile korelasyonunun değerlendirilmesini amaçladık.

## GENEL BİLGİLER

### TANIM

Optik sinir başında çukurlaşmaya yol açan, retina gangliyon hücrelerinin dejenerasyonu ile karakterize, özel görme alanı kayıpları oluşturan, tedavi edilmediği zaman körlükle sonuçlanan kronik, ilerleyici optik nöropati meydana getiren kompleks bir grup hastalığa glokom denir. Genellikle her iki gözde görülmekle birlikte simetrik değildir (1,2).

### EPİDEMIYOLOJİ

21. yy başlarında tüm dünyada 70 milyonu aşkın glokomlu olduğu saptanmıştır. Bunların yaklaşık % 53'ü primer açık açılı glokom (PAAG), % 36'sı primer açı kapanması glokomu (PAKG) ve geri kalan % 11'i sekonder glokomlardır (3). Epidemiyolojik çalışmalarda beyaz erişkinlerde PAAG prevalansı % 1-2 iken, siyah ırkta 4 kez daha yüksektir (% 4.2-8.8). Yaş ve genetiğin glokomun prevalansı üzerinde büyük etkisi vardır. Tüm çalışmalarda ortak olan nokta ise yaş artıkcça PAAG prevalansının da hızla arttığıdır. Altmış yaş üstünde PAAG riski 7 kat daha fazladır (4,5). Shiao ve arkadaşları 1990 yılında yaptıkları bir çalışmada 7 milyon kişinin glokomdan dolayı kör olacağını öne sürmüşlerdir. Krumpazky ve arkadaşları 40 yaş üzerindeki popülasyonda % 1.5-2 oranında glokom olduğunu ve bunların % 6-26'sının glokoma bağlı nedenlerden dolayı kör olduklarını tespit etmişlerdir (6,7).

### ETYOPATOGENEZ

Glokomdaki optik sinir hasarı diğer optik nöropatilerden farklı olup, retina gangliyon hücre aksonları dışında glial doku hasarı ile de karakterizedir. GİB artışı glokoma bağlı hasarın en önemli risk faktörlerinden birisidir. Fakat yapılan çalışmalarda glokoma bağlı optik sinir hasarı görülen olguların % 20'sinde hiçbir zaman GİB'in normal değerlerin üzerinde olmadığı saptanmıştır.

Bu nedenle glokoma bağlı optik nöropatiyi tek bir nedenle açıklamak mümkün değildir. Bu konuda çeşitli teoriler ortaya atılmıştır:

## **Mekanik Teori**

İlk defa 1858 yılında Müller tarafından ortaya atılan bu teoride, yüksek GİB skleral duvarda gerilim oluşturur. Lamina kribrozanın her bölgesi bu gerilime eşit direnç göstermez. Lamina kribrozada delikler üst ve alt kutuplarda daha geniştir. Buradan geniş çaplı sinir lifleri geçer. Bu bölgede kollajen doku desteğinin daha az olması lamina kribrozanın distorsiyonuna ve arkaya doğru çukurlaşmasına sebep olur. Bu distorsiyon lateral genikulat nükleusa doğru olan aksoplazmik akımı bozar ve optik atrofiye neden olur (8).

## **İskemik Teori**

Glokoma bağlı hasarın her zaman yüksek GİB değerlerinde ortaya çıkmaması ve GİB' in düşürülmesine rağmen glokoma bağlı optik nöropatinin devam etmesi GİB dışında bazı diğer risk faktörlerinin de rol oynadığını düşündürmektedir. Glokoma bağlı hasarda rol oynadığı düşünülen diğer faktörler; optik sinir başının perfüzyon bozukluğu, vasküler direnç, sistemik hipotansiyon gibi faktörlerdir (9).

Oküler kan akımı; perfüzyon basıncı ile doğru, damar direnci ile ters orantılıdır. Retinal dokulardaki kan akımı santral sinir sisteminde olduğu gibi sempatik aktivasyondan bağımsızdır. Bu işlem "otoregülasyon" denilen lokal (nitrik oksit, prostaglandinler, endotelin ve renin-anjiyotensin sistemi) ve metabolik faktörler ile idare edilir. Bu yerel faktörlerin başlıca üretim yeri kapiller endotel hücreleridir. Endotel hücreleri çeşitli trombosit ürünleri, otokoidler ve hormonlar salarlar. Bunlar içerisinde endotelin-1, çok kuvvetli bir vazokonstriktör olup fosfolipaz C'yi aktive ederek hücre içi kalsiyumu artırır. Bu da perisitlerin kontraksiyonuna neden olarak periferik vasküler direnci artırır. Sağlıklı bir gözde GİB' in 30-35 mmHg değerlerine kadar otoregülasyon normal şekilde sürer (10).

Sistemik hipotansiyon oküler kan akımını azaltan önemli bir diğer faktördür. Ortalama arteriyel basıncın çok düşmesi, nokturnal diyastolik kan basıncındaki çok ciddi düşüşler perfüzyon basıncını olumsuz yönde etkileyerek oküler kan akımını bozar ve glokoma bağlı optik nöropatiye yol açar (13).

## **Apopitozis Teorisi (Programlı Hücre Ölümü)**

Hücresinin genetik programlama sonucu intiharıdır. Hücre içinde oluşan endonükleazların kendi DNA'sını yok etmesi sonucu hücre ölür ve komşu hücreler tarafından fagosite edilir. Embriyoda retina gangliyon hücreleri aksonlardan iki kat daha fazladır. Fetusda apopitozis sonucu sayı yarıya iner.

Doğumdan sonra sinir büyüme faktöründeki azalma nöronda apopitozis başlamasına neden olur. Retina gangliyon hücrelerinin büyüme faktörü korpus genikülatum lateraleden gelen nörotrofik faktördür. Bu faktörün lamina kribroza düzeyinde bloke olması ve düzeyinin düşük olması apopitozisi başlatır. Apopitozis nekrozdan farklı olarak, inflamatuvar reaksiyonla beraber olmayan ve genetik olarak programlanmış hücre ölümüdür. Apopitozisin oluşumunu sağlayan nörotoksik ekzotoksinlerden biri olan glutamat, glokomlu olguların vitreusunda yüksek düzeyde saptanmıştır (14,15). Glutamat aktivasyonu sonucu N-Metil-D-Aspartat (NMDA) salınımı artar. NMDA reseptörlerinin glutamat tarafından aktive edilmesi, hücreler için enerji kaynağı olan mitokondrilerde nitrik oksit (NO) artışına ve mitokondride serbest radikallerden süperoksit anyonu ve peroksinitrit oluşumuna yol açar. Bu aktivasyon apopitozis olarak isimlendirilen inflamasyonsuz hücre ölümünün başlangıcıdır. Apopitozis normal ortamda planlanmış hücre ölümü iken glokomda erken aktive edilmiş olur. NMDA reseptörlerinin uyarılması hücre içinde kalsiyum yükselmesine ve kalsiyuma bağımlı hücre içi enzim sisteminin çalışmasına neden olur. Hücre içi Ca<sup>2+</sup>, NO ve serbest radikallerin düzeyi artarak apopitotik hücre ölümü başlar. Yine yapılan çalışmalarda glokomlu olguların gangliyon hücre düzeyinde immünglobulin birikimlerine rastlanması apopitotik retinal hücre ölümünü desteklemektedir (16-18).

## **SINIFLANDIRMA**

### **1-Primer Açık Açılı Glokom (PAAG)**

Bütün glokom tipleri arasında en sık görülenidir. Erişkin yaşta başlayan kronik, ilerleyici, sinsi seyirli ön optik nöropati olup yüksek GİB (>21 mmHg), glokoma spesifik optik disk, görme alanı bulguları ve geniş ön kamara açısı ile

karakterizedir. Genellikle iki taraflı ve sinsi seyirlidir. 40 yaşından sonra ortaya çıkar. 16 yaşından küçük yaşlarda ortaya çıkanlara juvenil tip denir (19).

## **2- Normal Basınçlı Glokom (NBG)**

GİB' in günün tüm saatlerinde 21 mmHg ve altında olmasına karşın hastada glokoma bağlı optik sinir başı (OSB) görünümünün ve görme alanı değişikliklerinin ortaya çıkmış olması ile tanımlanmakta olan NBG, PAAG' un bir alt tipidir (20).

## **3- Oküler Hipertansiyon (OHT)**

OHT, GİB' in 21 mmHg' nin üzerinde olmasına rağmen OSB' da ve görme alanında glokoma bağlı değişikliğin bulunmadığı klinik bir tablodur. OHT' yi şüpheli glokom, sessiz glokom veya erken dönem PAAG olarak da değerlendirebiliriz (21,22).

## **RİSK FAKTÖRLERİ**

**Yüksek Göz İçi Basıncı :** GİB yüksekliği glokoma bağlı hasara neden olan ve kontrol altına alınabilen en önemli risk faktörüdür. GİB 40 yaşına kadar ırk ve seks ayrımı gözetmeksizin sabit iken, 40 yaşından sonra ırka bağlı olarak artar (siyah ırk) veya azalır (Japonlar), ancak kadınlarda daha yüksek değerlerdedir. Prevelans çalışmaları yüksek GİB'i olanlarda PAAG prevelansının daha sık olduğunu göstermektedir. Geniş popülasyonlara dayalı epidemiyolojik çalışmalarda ortalama GİB 16 mm Hg olarak saptanmış olup, standart deviasyonu yaklaşık 3 mmHg'dir (19-23).

**Yaş :** Gerek prevelans gerekse insidans çalışmaları glokomun yaşla arttığını ortaya koymaktadır (2-4 kat). 40 yaşın altında % 0.7 oranında gözlenirken, 60 yaş üzerinde %4.8 oranında gözlenir (23).

**Cinsiyet :** Cinsiyetler arasında GİB yönünden fark olmasa da, kadınlarda NBG'ye daha sık rastlanmaktadır. Bu kısmen vazospastik sendromun kadınlarda daha sık olmasına bağlı olabilir. PAAG'li ve yüksek GİB'i olan kadınların, glokoma bağlı hasar geliştirme riski, erkeklere nazaran daha yüksektir (23).

**İrk-Etnik köken :** Afrikalılarda açık açılı glokom sıklığı beyazlara oranla yaklaşık 4 kat fazladır. Bu oran melez Afrikalılarda daha düşüktür. Çinlilerde açılı kapanması glokomu sıklığı diğer ırklara göre fazladır. Siyah ırkta OSB perfüzyonunu bozan sistemik hipertansiyon ve orak hücreli anemi sıklığının fazla oluşu da katkıda bulunmaktadır (24,25).

**Heredite :** Kronik basit glokomlu gözlerde trabeküler ağda plazma hücresi ve gamma globülin saptanmış olması hastalığın immünolojik ve herediter olduğunu göstermiştir (26). Glokomlu kişilerin ailelerinde de glokom hikayesi vardır. Epidemiyolojik çalışmalar ailesinde glokom bulunanlarda bu riskin 2 ile 5 kat fazla olduğunu göstermektedir (27).

Glokomlu hastalarda yapılan çalışmalarda 1. kromozomun kısa kolunda bulunan bir gende (TIGR) mutasyon olduğu tespit edilmiştir (28,29). Bu gen trabeküler dokulardaki dışa akım fizyolojisini potansiyel olarak etkileyen bir gen ve protein olarak belirlenmiştir. Basit kronik glokomlu hastaların % 4'ünde TIGR geninde mutasyona rastlanılmıştır (30). Çin'de yapılan bir çalışmada ise TIGR genindeki mutasyonun diğer toplumlara göre çok düşük olduğu (%1.4) bulunmuştur (31).

**Miyopi :** Yapılan geniş serili çalışmalarda yüksek miyop gözlerde glokomun görülme sıklığı normal popülasyondan çok daha yüksek bulunmuştur . On dioptri üzeri myoplarda glokom prevalansı yüksektir. Miyopi ve glokomda benzer bağ dokusu değişiklikleri vardır; her ikisinde de sklera gerilimi fazla olup, aralarında güçlü ailevi bağ ve ortak genetik bağ mevcuttur. Myopik gözlerde, kısa aksiyel uzunluğu olan aynı GİB' e sahip hastalara göre lamina kribrosayı da içeren bölgede skleral gerilim daha fazladır. İnce skleralılarda bu fark daha belirgindir (32,33).

**Hipermetropi :** Hipermetropik şahısların akut açılı kapanması glokomu geliştirme riskleri daha yüksek olsa da, GİB'e daha duyarlı değillerdir (32,33).



**Diyabet** : PAAG, diyabetiklerde ve pozitif glukoz tolerans testi olanlarda normal popülasyondan 3 kat daha fazladır (34,35). Glokomun 10 yıllık insidansı diabetin erken başladığı kişilerde % 3.7, geç başlayan ve insülin kullanmayanlarda % 6.9, insülin kullananlarda ise % 11.8 olarak saptanmıştır (36,37). Küçük damar tutulumu optik diski basıncı ile ilgili hasara daha duyarlı yapmaktadır.

### **Sistemik Hipertansiyon ve Kardiyovasküler-Hematolojik**

**Bozukluklar** : Altmış yaş altındaki hipertansiyonlu hastalar glokomdan korunurken bu yaş üstündekilerde ters etki gösterir ve olayı hızlandırır. Başlangıçta hipertansiyon perfüzyon artışı yaparken belli bir süre sonra mikrovasküler harabiyet sonucu optik sinirdeki perfüzyonun bozulmasına neden olur (38). Diyastolik perfüzyon basıncı 50 mmHg' nin altına düşmediği sürece PAAG ve hipertansiyon arasında pozitif ilişki gösterilememiştir (39). PAAG'de olguların % 11.6'sında kan basıncı düşüktür. Hiperkoagülabilité, artmış trombosit agregasyonu, hiperkolesterolemi gibi hematolojik ve kardiyovasküler bozukluklar da optik disk perfüzyonunu etkileyerek sinir harabiyetini arttırmırlar (40).

**Migren ve Vazospazm** : Kan damarlarında periyodik vazokonstrüksiyon ile oluşan iskeminin glokoma bağlı hasarı başlattığı kabul edilir (41). Migrende oküler kan akımında geçici değişiklik ve periferik vazospazm olması, çok güçlü kanıtlar olmamasına rağmen bazı vakalarda glokom hasarını artırabilir (42-43).

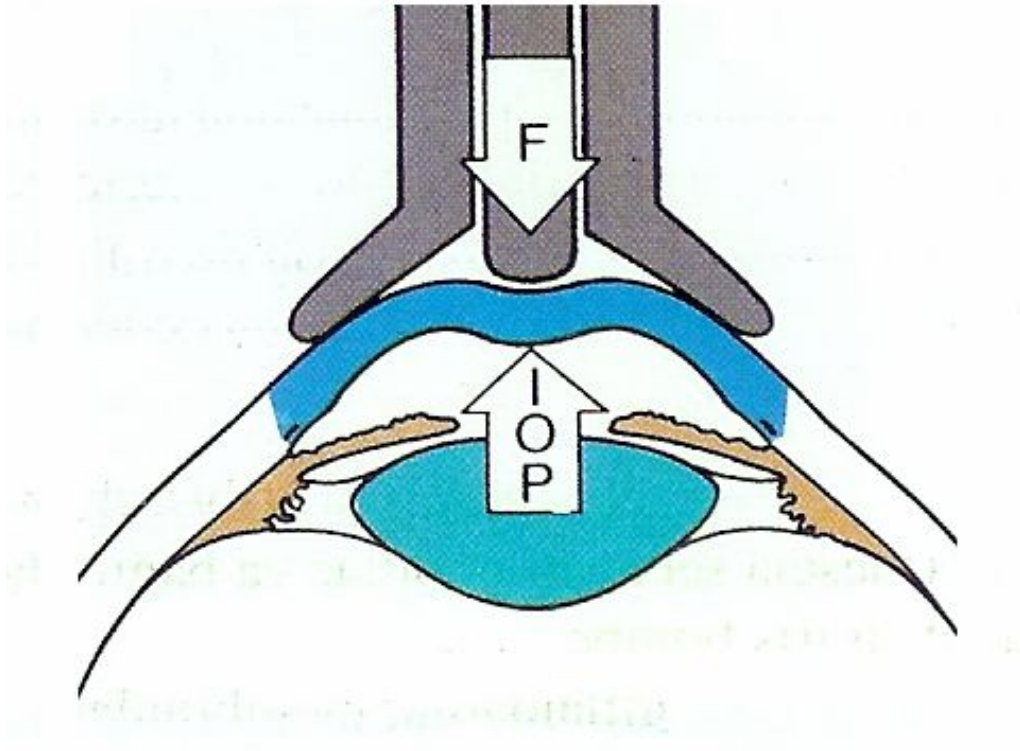
**Optik Disk Büyüklüğü** : Önemli bir glokom göstergesidir. Optik diskteki çanaklaşma çapının /disk çapına (c/d) oranı ne kadar büyükse, görme alanı kaybı da o kadar fazla olur. Glokom hasarı oluşması için c/d oranı risk faktörüdür.

### **GİB ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ**

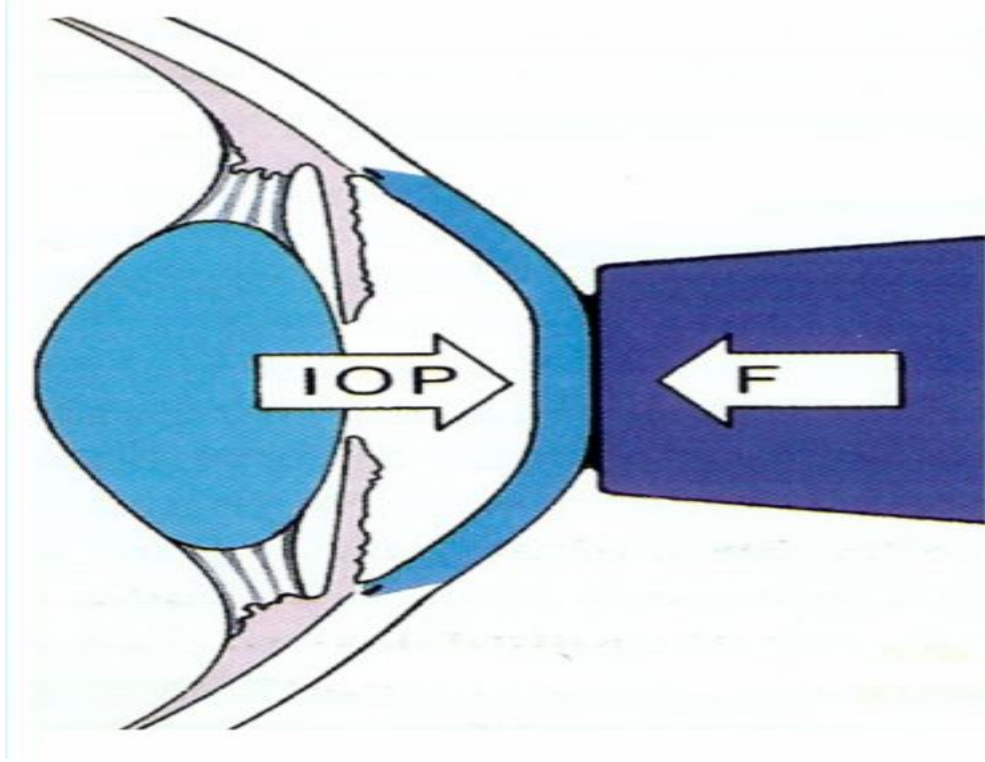
GİB ölçümünde kullanılan tonometreler çalışma ilkelerine göre ikiye ayrılır.

- 1- Çöktürme
- 2- Düzleştirme

İlk kullanılabilir tonometre Maklakov tarafından 1885' de icat edilmiştir. Daha sonra düzleştirici tonometreler için 1888 Fick prensibinin gündeme gelmesi ile 1905'de Schiötz tonometresi, 1954'de Goldmann tonometresi, 1972'de nonkontakt tonometrelerin klinik kullanıma girdiğini görürüz.



**Resim 1:** Çöktürme yöntemi ile GİB ölçüm prensibi



**Resim 2:** Düzleştirme yöntemi ile GİB ölçüm prensibi

Düzleştirme ve çöktürme tonometrelerinde göz içi sıvılarındaki yer değiştirmenin büyüklüğü farklılık gösterir. Düzleştirme tonometrelerinde bu daha azdır.

Düzleştirme yöntemi ölçümde kullanılan değişkenlere göre sınıflandırılır:

**Değişken alan:** Bilinen bir güç ile düzeltilen alanın ölçümü esasına göre çalışır. İlk örneği Maklakov tonometresidir ve 1885 yılında klinik kullanıma girmiştir.

**Değişken güç:** Standart alanda düzeltirmeyi sağlayacak gücün ölçümü esasına göre çalışır. Bu grup tonometrelerin ilk örneği Goldmann tonometresidir ve 1954 yılında klinik kullanıma girmiştir.

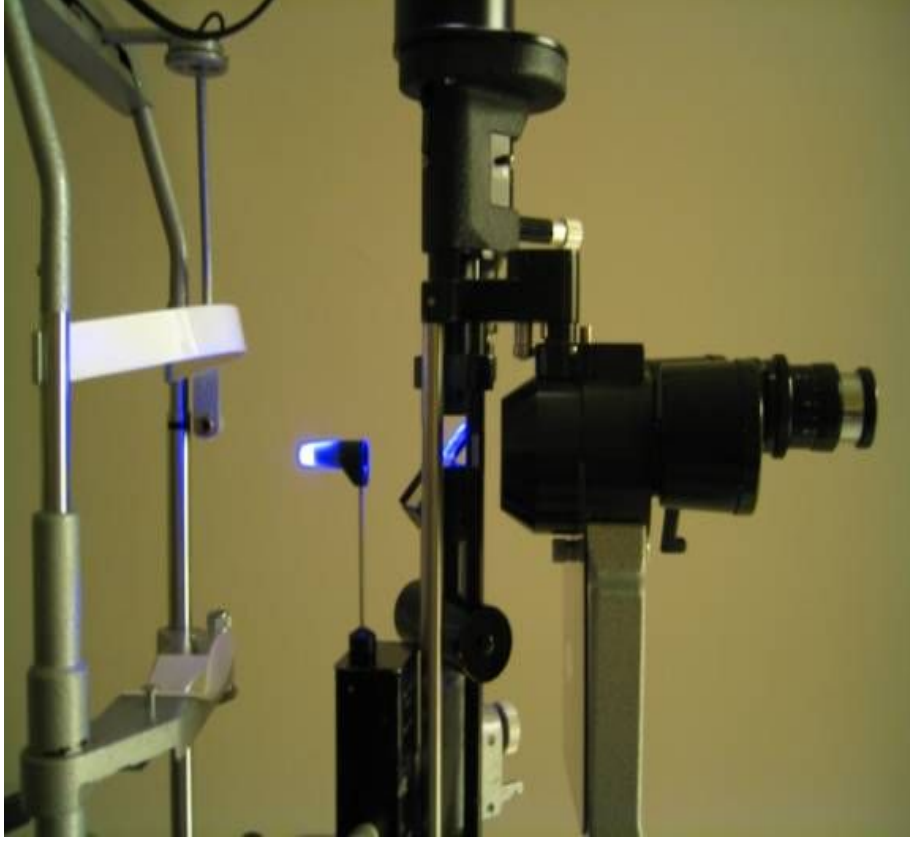
**Nonkontakt tonometreler** korneaya hava püskürtmekte, püskürtme zamanı ya da püskürtme gücü ölçülmektedir, 1972’de Grolman tarafından klinikte kullanılmıştır (44-47).

## **TONOMETRE TIPLERİ**

- Schiøtz Tonometresi
- Maklakov Tonometresi
- Goldmann Tonometresi
- Perkins Tonometresi
- Draeger Tonometresi
- Mackay-Marg Tonometresi
- Pnömatik Tonometre
- Nonkontakt Tonometre
- Dinamik Kontur Tonometre (Pascal Tonometresi)
- Ev Tipi Tonometreler
  - Zeimer Tonometresi
  - Phosphone Tonometresi

### **1-Goldmann Tonometresi**

Biyomikroskoba takılı olarak kullanılan bu alet çift prizma aracılığı ile cihazdan gelen ışığı ikiye ayırması sonucunda korneada temas ettiği dairesel alanın optik olarak iki yarım halka şeklinde görülmesine neden olur. Yarım halkalar yatay ekseninde birinin açıklığı yukarı diğerinin açıklığı aşağı bakar şekildedir. 3.06 mm'lik korneal alan düzleştiğinde yarım halkaların iç kısımları üst üste gelecek şekilde aletin gövdesi üzerindeki düğmeden güç ayarlanır. Alet üzerinden okunan değer 10 ile çarpılarak GİB değeri bulunur (48,49).

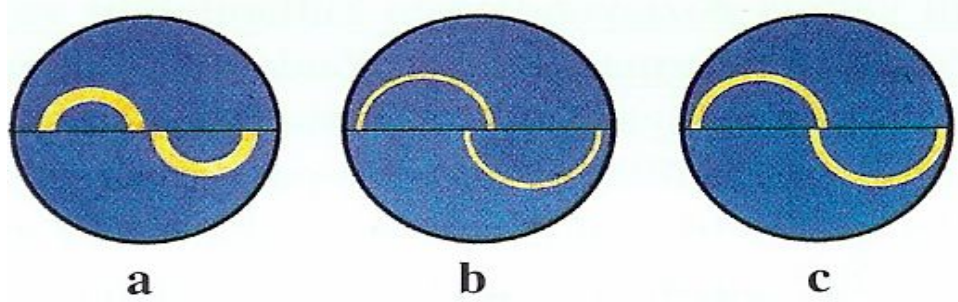


**Resim 3:** Goldmann Aplanasyon Tonometresi

**Teknik :** Alet düzgün bir şekilde yerleştirildiği takdirde oküler pulsasyonun yol açtığı dalgalanmalar gözlenebilir. İdeal ölçüm yapılabilmesi için floresein konsantrasyonunun % 0.25 düzeyinde olması gerekir. Bazı hekimler Goldmann ile GİB ölçümünün floreseinsiz de yapılabileceğine inanmaktadırlar, ancak bu GİB'in normalden düşük ölçülmesine neden olduğundan önerilmemektedir.

### **Ölçümde Hata Nedenleri**

**Yarım Halkalar :** Aşırı floreseinden kaynaklanan uygunsuz floresein paterni, yarım halkaların çok kalın (boya miktarı fazla) ve radiusların çok küçük hale gelmesine neden olurken (4a), yetersiz floresein ise yarım halkaların çok ince (boya miktarı az) ve radiusların çok geniş görünmesine (4b) yol açacaktır. Düzgün uç noktalarının bulunma anı, yarım halkaların iç kenarlarının uygun kalınlıkta olup birbirlerine ancak dokundukları durumdur(4c).



**Resim 4:** Tonometri esnasında görülen floresein ile boyalı yarım halkalar

**Merkezi Kornea Kalınlığı :** Goldmann tonometresinin ideal ölçüm kalınlığı 520 mikronudur. Daha ince kornealarda GİB olduğundan daha düşük, kalın olanlarda da olduğundan daha yüksek ölçülmektedir.

**Diğer Korneal Değişkenler :** Korneanın eğriliği GİB'i etkiler. Korneal güçteki 3 Dioptrilik artış GİB'i 1 mmHg artırır. Belirgin korneal astigmatizma GİB ölçümünde hatalara neden olur. 4 Dioptrilik astigmatizmada 1 mm Hg'lık değişiklik karşımıza çıkar. Kurala uygun astigmatizmada olduğundan daha düşük, kurala aykırı astigmatizmada ise olduğundan daha yüksek ölçülür. Hata payını en aza indirmek için dikey ve yatay ekseninde yapılan ölçümlerin ortalamaları alınmalıdır (48,49).

**Uzamış Temas :** Prizmanın uzun süreli korneaya değmesi boyanmada bozukluklara yol açarak yinelenen ölçümlerde yanlış sonuç alınmasına neden olabilir.

**Gözküresine Dışarıdan Bası :** Yanlış biçimde yüksek değerler çıkmasına neden olur.

**Ayarlama :** Aygıtın ayda bir kez ayarlanması gerekmektedir.

## 2-Paskal Dinamik Kontur Tonometre (DKT)

Korneanın eğrilik yarıçapına (radiusuna) uygun konkav başlığı olan tonometre ile, kornea ve aygıtın başlığı arasındaki kapiller yüzey geriliminden dolayı düzleştirme tonometrelerinde görülen olumsuzluklar en aza indirilmektedir. GİB’i ölçerken ekstra bir güç uygulamak zorunda kalınmaması ve basınca duyarlı başlığın korneada daha az şekil bozukluğu yapması nedeniyle GİB olağana daha yakın ölçülür.

DKT doğrudan ve devamlı GİB ölçümü yaparak kornea kalınlığından ve kornea kurvatüründen bağımsız değerler elde edilmesini sağlar. Cihazın silindirik ucunda 10.5 mm çaplı konkav yüzey, 7 mm çaplı temas yüzeyi ve 1.7 mm çapta piezo elektrik basınç sensörü yer almaktadır. Çalışma prensibi tonometre ile kornea ön yüzünün birbirine temas etmesi sonucu kornea iç yüzüne uygulanan basıncın aletin ucundaki sensörlerce okunması esasına dayanmaktadır. Yapılan ölçümlerin kornea kalınlığından bağımsız olabilmesi için, korneanın eğrilik yarıçapı cihazın ucundaki yarıçaptan küçük olmalı, cihaz temas yüzeyi ile kornea arasındaki temas alanının çapı basınç sensör alanın çapından büyük olmalı ve kornea kalınlığı 300-700 mikrometre arasında olmalıdır (50,52).

Göz de her zaman var olan basıncın en düşük olduğu an diyastol basıncı, en yüksek olduğu an ise sistol basıncıdır. DKT ile GİB’deki kalp atımı ile belli bir aralıkta yükselip alçalma hareketliliği ölçülebilmektedir (53-55).



**Resim 5 :** Paskal dinamik kontur tonometresi

**Teknik :** Yüzeysel anestezi sonrası aygıt hastanın gözü karşısına getirildikten sonra üzerindeki mavi düğmeye basılır. Biyomikroskopun kumanda kolu ile aygıt korneaya yavaş bir şekilde değdirildikten birkaç saniye sonra geri çekilir. Ekrandan elde edilen değerler okunur. Ekranda; o anda yapılan ölçüm sonuçları ile beraber daha önce yapılmış bir ölçümün sonuçları görüntülenebilmektedir.

Yeni ölçüm sonuçları			Eski ölçüm sonuçları		
mmHg:	IOP	17.5	#000329	P	17.5
Q=1	OPA	3.2	Q=1 H087	A	3.2

**Resim 6 :** Digital eski ve yeni ölçüm sonuçları

IOP ve P : Diyastol sırasında okunan GİB'dir ve GİB'in en düşük olduğu andır.

OPA ve A : Sistolik GİB ile diyastolik GİB farkıdır (okuler pulse amplitüd).

Q : Ölçümün niteliksel değerlendirilmesi. 1= En uygun ölçüm, 2-3= Kabul edilebilir ölçüm, 4= Uygunluğu kuşkulu ölçüm, 5= Kabul edilemez ölçüm olduğunu göstermektedir.

H : Ölçüm yapıldığı sırada ki kalp atım hızını gösterir .

#### **4-Tonopen Tonometresi**

Elde tutularak kullanılan, kendi kendine yeten, pille çalışan, küçültülmüş, taşınabilir düzleştirme tonometresidir. Çevresi etkisiz lastik kılıf ile çevrili, merkezde kuvvete duyarlı pistonu hareket ettiren gücün elektrik ile sağlandığı tonometre tipidir. Merkezi pistonun çapı 1.5 mm dir ve çevrede bulunan kılıf korneal sertlikten etkilenmeyi ortadan kaldırır. Cihaz göze değdirildiğinde önce 1.5 mm' lik alan düzleşir bu sırada elde edilen basınç kornea sertliğinden etkilenmiş basınçtır. Düzleşen alan 3 mm olduğunda lastik kılıf korneal sertliğin etkisini en aza indirmiş demektir ve ölçülen basınç gerçek GİB'e yakındır.





**Resim 7 : Tono-pen XL**

Tono-pen XL, düşük basınçları yüksek ve yüksek basınçları düşük gösterebilir Goldmann ile korelasyon içinde ölçümler yapabilmektedir. En önemli avantajı distorsiyona uğramış veya ödemli kornealar ve bandaj kontakt lens üzerinden ölçüm yapabilmesidir. Yeni modelleri arka arkaya 4-10 ölçüm yapıp ortalamasını alarak son değeri elektronik ekranında vermektedir (56-58).

## **GÖZ İÇİ BASINCI ÜZERİNE ETKİLİ FAKTÖRLER**

**Genetik :** Genel popülasyonda GİB poligenik, multifaktöryel olarak genetik etkinin altındadır. GİB, birinci dereceden akrabalar arasında kalıtsal özellikler gösterir. Glokomlu ailelerin GİB değerleri, topluma göre daha yüksektir. 40 yaşın üzerinde bulunan kişilerde glokom sıklığı % 2 iken, glokomlu ailelerdeki glokom sıklığı 4-5 kat fazladır. İlave olarak geniş c/d oranı olan ve yakın akrabaları glokom olan olgularda GİB yüksek olma eğilimindedir (59).

**Yaş :** GİB değeri 20-40 yaş arasında çan eğrisi şeklinde olup yaş ilerledikçe bu eğim yüksek GİB değerine doğru kayar. Bu genellikle yaş ile GİB arasında pozitif bağımsız bir korelasyon olduğunu göstermektedir. Bu değişim yaş ile aközün dışa akım kolaylığında azalma ile açıklanabilir. Barbados çalışma grubunda 40-49 yaş grubuna göre 70 yaş grubunda GİB artışı 2.5 kat daha fazla olarak saptanmıştır (60).

**Cinsiyet :** GİB değerlerinde 20-40 yaş grubunda her iki cins arasında anlamlı bir farklılık yoktur. Daha ileri yaş grubunda ortalama GİB değeri kadınlarda menapoza bağlı olarak biraz daha yüksek olma eğilimindedir (60).

**Refraksiyon :** Aksiyel uzunluk (AU) ve myopi ile GİB arasında pozitif bir korelasyon mevcuttur. Myopi ile PAAG arasında da pozitif bir ilişki olduğu birçok çalışmada belirtilmiştir (61,62).

**İrk :** GİB dağılımında oldukça az rol oynasa da siyah ırkta ortalama GİB değerinin daha yüksek olduğu ve PAAG oluşumunun siyah ırkta beyaz ırka göre 5 kat daha sık görüldüğü bildirilmiştir (63).

**Postural Değişimler :** Oturma veya yatma pozisyonuna göre GİB 0.3-6.0 mmHg arasında değişir. Episkleral venöz basıncın artışına bağlı olarak yatar pozisyonda GİB değeri daha yüksektir. Yine glokomlu olgularda postural GİB değişimleri daha büyük değerlere ulaşmaktadır.

**Egzersiz :** Aktivitenin tipine bağlı olarak egzersiz GİB’de artışa veya azalmaya neden olmaktadır. Koşma veya bisiklet ile yapılan uzun süreli egzersizler sonucunda GİB’in azaldığı saptanmıştır. Bunun nedeni serum ozmolaritesinde artış ve metabolik asidozistir (64). Diğer taraftan halter gibi sporlar, valsava manevrasına bağlı olarak gelişen episkleral venöz basınç artışı sonucunda GİB artışına neden olur.

**Sistemik Hipertansiyon :** Yapılan bazı çalışmalarda sistemik hipertansiyon ile GİB arasında bir bağlantı kurulmaya çalışılmıştır. Barbados çalışma grubunda yüksek GİB ile hipertansiyon arasında nonlineer pozitif bir ilişki saptanmıştır (65).

**Hormonal Faktörler :** GİB ACTH, glukokortikoidler ve büyüme hormonuna bağlı olarak artarken; progesteron, östrojen, koryonik gonodotropin hormonlarına bağlı olarak azalır. Akromegali olgularında GİB’in yüksek olması merkezi kornea kalınlığının (MKK) artışına bağlanmıştır (66).

**Çevresel Faktörler :** Soğuk hava ile temas episkleral basıncın düşmesine bağlı olarak GİB’de düşmeye yol açar (66).

**İlaçlar ve Yiyecekler :** Alkol kullanımı antidiüretik hormon salınımı ile ilişkili olarak GİB’de azalmaya yol açar. Kafein ve sigara kısa süreli GİB artışına neden olur (66).

## **MERKEZİ KORNEA KALINLIĞI ve GÖZ İÇİ BASINCI**

Günümüzde MKK ölçümünde kullanılan aletler iki prensibe göre ölçüm yapmaktadır:

- 1- Ultrasonik yöntem
- 2- Optik yöntem

Ultrasonik yöntemle ölçüm yapan aletler: Ultrasonik Pakimetre ve Ultrason Biomikroskobu’dur.

Optik yöntemle ölçüm yapanlar aletler: Slit-Lamp pakimetri, Non-kontakt Speküler Mikroskopi (Topcon SP-2000P), Scanning-slit corneal topografi (Orbican II), Konfokal Mikroskopi, Optik Koherans Tomografi (OCT)’dir.

Pratik olarak en sık kullanılan, altın standart yöntem ultrasonik pakimetredir. Korneaya temas etmesi ve topikal anestezi gerektirmesi dezavantajlarıdır. Tekrarlayan ölçümler sırasında gözyaşı film tabakasının değişikliği, korneal epitel tabakasının baskıya uğraması ve hücre sayısındaki değişiklikler klinik olarak pek anlamlı olmasa da ölçüm değerlerinde yaklaşık 5 µm civarında hataya neden olabilir.

Ultrasonik pakimetre ile MKK ölçüm tekniğinde temel ilke şunlardır: Hasta oturur pozisyondayken lokal anestezi damla damlatılır. Hasta karşıya baktırılır, korneal ışık refleksi belirlenir ve ışık reflesinin 1.5 mm temporaline yani kornea santraline ultrason probu (1,5mm’lik bir alan) temas ettirilerek 3 kez ölçüm yapılır ve ortalaması alınır. Kornea santrali doğru tesbit edilmelidir. Korneanın santralinden periferine doğru gidildikçe kornea kalınlığı artmaktadır. Bu nedenle gerçek kornea santralini belirlemek önemlidir (67). Yanlış lokalizasyon yanlış ölçüme yol açacaktır. Kornea santrali, görsel aksın 1.5 mm temporaline olarak kabul edilir. Görsel aks, korneanın santrali, pupilla ve lensin ortasından geçerek makulayı birleştiren çizgidir. Kornea kalınlığı ölçüm değerleri şöyledir: Santral 550 µm, temporal 590 µm, nasal 610 µm, inferior 630 µm, superior 640 µm (68).

Ölçüm sonuçları en güvenilir ve gerçekçi olan yöntem, ultrasonik pakimetredir (UP). Doughty ve Zaman, UP ile MKK ölçümü hakkında yayınlanmış 80 çalışmanın meta-analizini yaparak MKK değerini  $545\mu\text{m}$  (ort  $\pm$ SD,  $544\pm 34\mu\text{m}$ ) olarak bildirmişlerdir (69).

GİB'in doğru olarak ölçülmesi glokom tanı ve tedavisinin en önemli basamaklarından birisidir. GAT, GİB ölçümünde kullanılan altın standart bir yöntemdir (70). GAT tasarlanırken göz; fazla ıslak olmayan, kuru, ince duvarlı sferik bir yapı olarak kabul edilmiştir. MKK  $500\mu\text{m}$  ve sağlıklı kişilerde değişmediği var sayılmıştır. Günümüzde MKK değerinin kişiler arasında çok fazla değişkenlik gösterdiği bilinmektedir. Goldmann, GAT tanıtımını yaparken GAT ile GİB ölçüm değerlerini etkileyecek hata kaynaklarının olabileceğinden bahsetmiştir. İnce kornea düşük GİB ölçümüne neden olarak gelecekte oluşabilecek glokom tanısını geciktirebilir, kalın kornea ise yüksek GİB ölçümüne neden olarak gereksiz tedaviye neden olabilir.

Ehlers ve ark., normal MKK  $552\mu\text{m}$  olarak kabul edildiğinde, bu değerden  $70\mu\text{m}$  kadar olan her sapma için  $5\text{ mmHg}$ 'lık bir düzeltme yapılmasını önermektedir (71). OHT çalışma grubunun sonuçlarında MKK bir risk faktörü olarak belirlenmiş olup ince korneası olan grubun kalın kornealı gruba göre PAAG oluşturma yönünde bir risk faktörü olduğu bildirilmiştir (72). MKK'nın aplanasyonda yanlış ölçümlere yol açabildiği, her  $100\text{ mikronluk}$  artışın göz içi basıncında  $2$  ile  $7.5\text{ mmHg}$  fazla değer ölçülmesine yol açabileceği gösterilmiştir. OHT çalışma grubu, toplumda  $600\text{ mikron}$ dan fazla MKK'ya sahip olanların beyaz ırkta %  $27$ , siyah ırkta %  $14$  olduğunu saptamıştır (73).

NBG olgularında yapılan bir çalışmada ise ortalama kornea kalınlığının normal gruba göre daha ince olup, olguların %  $85$ 'inde MKK'nın  $540\mu\text{m}$ 'nin altında olduğu saptanmıştır. Yine bu olgularda MKK'ya göre GİB yeniden değerlendirilmiş olsa idi %  $31$  olgunun (her  $70\mu\text{m}$  için GİB'e  $5\text{ mmHg}$  ilavesi ile) PAAG tanısı alacağı belirtilmiştir (74).

Kornea ödemi sırasında MKK artmasına karşın, ödemli korneanın daha kolay düzleşebilmesi nedeni ile GİB normalden daha düşük ölçülür. Yapılan bir çalışmada

epitelial ve stromal ödem olan olgularda GİB' in 10 mmHg kadar düşük ölçülebileceği gösterilmiştir (75).

## GEREÇ VE YÖNTEM

Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulundan gerekli izin alınmasından sonra; Göz Hastalıkları Anabilim Dalı Glokom Birimi'nde izlenmekte olan hastalar gönüllü onamları alınarak, primer açık açılı glokom (PAAG) tanısı almış ve ilaç kullananlar, oküler hipertansifler (OHT) ve normal basınçlı glokomu (NBG) olanlar olarak üç grup halinde çalışma kapsamına alındı. Çalışma Eylül 2006 ile Haziran 2007 tarihleri arasında yapıldı.

**Grup 1'de** ; PAAG tanısı almış 19'u kadın, 12'si erkek olmak üzere 31 hastanın 61 gözü çalışmaya alındı.

PAAG grubundaki hastaların tanısında şu kriterlere uyuldu (76,77):

- Goldmann aplanasyon tonometresi (Haag-Streit) ile yapılan en az iki ölçümde GİB ölçümlerinin 21 mmHg ve üstünde olması
- Gonyoskopik muayenelerinde açılı patolojileri olmaması
- Ön kamara açısının Shaffer sınıflamasına göre grade 3 ve üzeri açık olması
- Optik sinirde glokoma bağlı hasar saptanması ve c/d oranının 0.4 ve üzerinde olması
- Glokoma bağlı görme alanı kaybı olması

**Grup 2'de** ; OHT tanısı almış 20'si kadın, 11 erkek olmak üzere 31 hastanın 62 gözü çalışmaya alındı.

OHT grubundaki hastaların tanısında şu kriterlere uyuldu (78):

- Goldmann aplanasyon tonometresi (Haag-Streit) ile yapılan en az iki ölçümde GİB ölçümlerinin 21 mmHg ve üstünde olması
- Gonyoskopik muayenelerinde açılı patolojileri olmaması
- Ön kamara açısının Shaffer sınıflamasına göre grade 3 ve üzeri açık olması
- Glokoma ait görme alanı değişikliklerinin olmaması
- Glokoma ait optik disk değişimlerinin olmaması

**Grup 3' de ;** NBG tanısı almış 14'ü kadın 6'sı erkek 20 hastanın 40 gözü çalışmaya alındı.

NBG grubundaki hastaların tanısında şu kriterlere uyuldu (79):

- Glokom ilacı kullanmaksızın, Goldmann aplanasyon tonometresi (Haag-Streit) ile yapılan en az iki ölçümde GİB ölçümlerinin 21 mmHg' nin altında olması
- Gonyoskopik muayenelerinde açılı patolojileri olmaması
- Ön kamara açısının Shaffer sınıflamasına göre grade 3 ve üzeri açık olması
- Glokoma bağlı optik sinir hasarının izlenmesi
- Glokoma bağlı görme alanı hasarının ortaya çıkması
- Glokom hasarının ilerleyici olması

**Her üç grup için çalışmaya alınmama kriterleri şunlardı:**

- Kooperasyonu güç hastalar
- 3 dioptriden fazla miyopi ya da hipermetropi ile 1 dioptriden fazla astigmatizma varlığı
- Göz içi cerrahi öyküsünün varlığı
- Oküler yüzey hastalığı varlığı
- Sistemik steroid kullanım öyküsü
- Optik diskte herediter veya edinsel patolojilerin varlığı
- Görme alanı muayenesini engelleyecek optik ortam opasitelerinin varlığı (korneal lökoma, katarakt, vitreus hemorajisi vb.)
- Görme alanında yalancı defektler oluşturabilecek kapak hastalıklarının varlığı
- Retinopati varlığı (Diabetes mellitus, Eales hastalığı, senil maküla dejenerasyonu vb.)

Tüm olgularda Snellen eşeli ile görme keskinlikleri saptanıp kırma kusuru olanlarda düzeltme yapıldıktan sonra, biyomikroskopik ön segment muayenesi yapıldı. Pupillalar % 1 tropikamidle dilate edilerek 90 dioptrilik asferik lens ile göz dibi muayeneleri yapıldı. Refraksiyon ve keratometri değerleri

otorefraktokeratometre ile ölçüldü. Tüm gözlerde sırasıyla Ultrasonik Pakimetre cihazı (Nidek UP 1000 modeli) ile MKK ölçümü, Tonopen (Tono-Pen XL, Medtronic Solan, USA), DKT (SMT Swis Microtechnology, İsviçre), GAT (Haag-Streit, Bern,İsviçre) ile GİB ölçümü ve A-Scan Ultrason ile aksiyel uzunluk (AU) ve ön kamara derinliği (ÖKD) ölçümü yapıldı. Her bir cihaz değişiminde 15 dakika ara verildi. Muayeneler arasında geçiş yapılırken sonuçlar maskelendi. Tüm ölçümler 10 dakika ara ile beş kez tekrarlandı ve ardı ardına yapılan beş ölçümün ortalaması alındı. Ölçümler öncesinde göze lokal anestezi amacıyla topikal proparacaine (Alcaine, Alcon, Türkiye) damlatıldı ve GAT ile yapılan ölçümlerde fluoressein sodyum 0,8 mg/ml boya (Alcon, Türkiye) kullanıldı. MKK' ları ultrasonik pakimetre ile hasta oturur pozisyonda karşıya doğru bakarken, pupillalar dilate edilmeden, pupilla ortasından pakimetre probu korneaya dik yerleştirilerek yapıldı. Merkezi korneada standart sapması 5µm veya daha az olan beş ölçüm yapıldı ve ortalamaları alınıp MKK olarak kaydedildi. Tüm olgulardan ölçüm esnasında iki gözleri açık şekilde doktorun arkasına doğru bakmaları ve rahat nefes almaları istendi. DKT ile yapılan ölçümlerde doğru pozisyon cihazın verdiği uyarı sinyali alınmasıyla saptandı ve GİB değeri aynı pozisyonda 5-6 saniye sonra Q değeri  $\leq 3$  olacak şekilde cihaz üzerindeki ekrandan okundu. Diürnal varyasyondan etkilenmemek için tüm ölçümler öğleden sonra 14:00 ile 16:00 arasında yapıldı.

Tüm ölçümlerin ortalamaları alınarak elde edilen GİB değerleri Anova Testi ile, ikili karşılaştırmalar Paired- Samples T Testi ile, kullanılan GİB ölçüm metodu ile MKK, korneal kurvatür ve AU arasındaki korelasyon ise Pearson Korelasyon Analizi ile değerlendirildi ve  $p < 0.05$  değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.



## BULGULAR

Çalışma kapsamına Grup I' de PAAG tanısı almış 19' u kadın, 12'si erkek toplam 61 göz (38 kadın, 23 erkek); Grup II' de OHT tanısı almış 20'si kadın, 11'i erkek toplam 62 göz (40'ı kadın, 22'si erkek); Grup III' de NBG tanısı almış 14'ü kadın 6'sı erkek toplam 40 göz (28'i kadın, 12'si erkek) alındı.

PAAG' li hastaların yaşları 26 ile 74 arasında değişmekte olup, yaş ortalaması; (ort±SD)  $57.36 \pm 10.37$ , OHT' li hastaların yaşları 24 ile 79 arasında değişmekte olup, yaş ortalaması; (ort±SD)  $53.22 \pm 11.37$ , NBG' li hastaların yaşları 35 ile 72 arasında değişmekte olup yaş ortalaması; (ort±SD)  $50.92 \pm 10.37$  idi. Gruplar arasında yaş ve cinsiyet açısından anlamlı fark yoktu ( $p>0.05$ ) (Tablo-1).

**Tablo-1: Olguların gruplara göre cinsiyet dağılımı ve yaş ortalamaları**

Grup	Cinsiyet (K/E)	Yaş (ort ± SD)
PAAG (n=61)	38/23	$57.36 \pm 10.37$
OHT (n=62)	40/22	$53.22 \pm 11.37$
NBG (n=40)	28/12	$50.92 \pm 10.37$

PAAG' li hastaların düzeltilmiş görme keskinliği dağılımı; 48 gözde 10/10 (1.0), 3 gözde 9/10 (0.9), 6 gözde 8/10 (0.8), 2 gözde 6/10 (0.6), 2 gözde 5/10 (0.5) şeklindeydi. OHT' li hastaların düzeltilmiş görme keskinliği dağılımı; 59 gözde 10/10 (1.0), 3 gözde 9/10 (0.9), şeklindeydi. NBG' li hastaların düzeltilmiş görme keskinliği dağılımı; 36 gözde 10/10 (1.0), 2 gözde 9/10 (0.9) ve 2 gözde 8/10 (0.8) şeklindeydi.

PAAG' li gözlerin c/d oranı; (ort±SD)  $0.50 \pm 0.13$ , OHT' li gözlerin c/d oranı; (ort±SD)  $0.22 \pm 0.06$ , NBG' li gözlerin ise c/d oranı; (ort±SD)  $0.62 \pm 0.13$ ' idi. Gruplardaki hastaların gözlerinin c/d oranı değerleri Tablo-2'dedir.

**Tablo-2: Grupların C/D oranlarının ortalaması**

Grup	n	C/D (ort ± SD)
PAAG	61	0.50 ± 0.13
OHT	62	0.22 ± 0.06
NBG	40	0.62 ± 0.13

PAAG' li gözlerin korneal kurvatür ortalama değeri; (ort±SD) 7.65± 0.78 mm, OHT' li gözlerin korneal kurvatür ortalama değeri; (ort±SD) 7.58± 0.30 mm, NBG' li gözlerin ise korneal kurvatür ortalama değeri; (ort±SD) 7.74 ± 2.26 mm idi. Gruplardaki hastaların korneal kurvatür ortalama değerleri Tablo-3'de verilmiştir.

**Tablo-3: Grupların korneal kurvatür ortalama değerleri**

Grup	n	Korneal Kurvatür (Ort ± SD)
PAAG	61	7.65 ± 0.78 mm
OHT	62	7.58 ± 0.30 mm
NBG	40	7.74 ± 2.26 mm

Gruplar arasında ortalama korneal kurvatür değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (p>0.05) (Tablo-4).

**Tablo-4: Gruplar arası ortalama korneal kurvatür değerlerinin karşılaştırılması**

		Anova Testi
PAAG	OHT	p=0.79
PAAG	NBG	p=0.62
OHT	NBG	p=0.29

**p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı**

PAAG' li gözlerin AU ortalamaları; (ort±SD) 23.54 ± 1.07 mm, OHT' li gözlerin AU ortalamaları; (ort±SD) 22.99 ± 0.88 mm, NBG' li gözlerin ise AU ortalamaları; (ort±SD) 23.55 ± 1.13 mm idi. Gruplardaki hastaların AU ortalama değerleri Tablo-5'de verilmiştir .

**Tablo-5: Grupların AU ortalama değerleri**

Grup	n	AU (ort ± SD)
PAAG	61	23.54 ± 1.07 mm
OHT	62	22.99 ± 0.88 mm
NBG	40	23.55 ± 1.13 mm

Gruplar arasında AU ortalama değerleri istatistiksel olarak karşılaştırıldı. PAAG ve NBG' li gözlerin ortalama AU değeri OHT' li gözlerin ortalama AU değerinden istatistiksel olarak daha uzundu ( $p<0.05$ ). PAAG ve NBG' li gözlerin ortalama AU değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ( $p>0.05$ ) (Tablo-6).

**Tablo-6: Gruplar arasında AU değerlerinin karşılaştırılması**

		Anova Testi
PAAG	OHT	p=0,008
PAAG	NBG	p=0,99
OHT	NBG	p=0,019

**p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı**

PAAG' li gözlerin MKK ortalamaları; (ort±SD)  $582.62 \pm 43.88 \mu\text{m}$  , OHT' li gözlerin MKK ortalamaları ; (ort±SD)  $589.67 \pm 32.63 \mu\text{m}$ , NBG' li gözlerin ise MKK ortalamaları ; (ort±SD)  $568.11 \pm 29.87 \mu\text{m}$  idi. Gruplardaki hastaların MKK ortalamaları değerleri Tablo-7'de verilmiştir.

**Tablo-7: Grupların MKK ortalama değerleri**

Grup	n	MKK (ort ± SD)
PAAG	61	$582.62 \pm 43.88 \mu\text{m}$
OHT	62	$589.67 \pm 32.63 \mu\text{m}$
NBG	40	$568.11 \pm 29.87 \mu\text{m}$

OHT' li gözlerin ortalama MKK değeri NBG' li gözlerin ortalama MKK değerinden istatistiksel olarak daha yüksekti ( $p<0.05$ ). Diğer gruplar arasında

ortalama MKK değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ( $p>0.05$ ) (Tablo-8).

**Tablo-8: Gruplar arası MKK değerlerinin karşılaştırılması**

		Anova Testi
OHT	NBG	$p=0,002$
PAAG	NBG	$p=0,100$
OHT	PAAG	$p=0,581$

$p<0,05$  istatistiksel olarak anlamlı

PAAG' de, DKT ile yapılan GİB değerleri GAT' a göre  $2.1 \pm 2.12$  mmHg ve Tonopen' e göre  $0.87 \pm 2.24$  mmHg daha yüksekti. OHT' de DKT ile yapılan GİB değerleri GAT' a göre  $2.42 \pm 2.75$  mmHg ve Tonopen' e göre  $1.33 \pm 2.74$  mmHg daha yüksekti. NBG' de DKT ile yapılan GİB değerleri GAT' a göre  $1.73 \pm 1.7$  ve Tonopen' e göre  $0.88 \pm 1.35$  daha yüksek bulundu (Tablo-9).

**Tablo-9: Gruplarda GAT, DKT ve Tonopen ile ölçülen ortalama GİB değerleri**

	GAT(mmHg)	DKT(mmHg)	Tonopen(mmHg)
PAAG	$17.52 \pm 2.21$	$19.6 \pm 2.15$	$18.75 \pm 2.33$
OHT	$20.58 \pm 2.47$	$23.0 \pm 3.03$	$21.67 \pm 2.45$
NBG	$15.5 \pm 2.02$	$17.23 \pm 1.38$	$16.35 \pm 1.33$

GAT ( $r= 0.24$ ,  $p= 0.002$ ), Tonopen ( $r= 0.21$ ,  $p= 0.006$ ) sonuçları ile MKK korelasyon gösterirken, DKT ( $r= 0.15$ ,  $p= 0.06$ ) sonuçları ile MKK korelasyon göstermedi (Tablo-10).

**Tablo-10: MKK ile GİB ölçüm yöntemleri arasındaki korelasyon değerleri**

	DKT	GAT	Tonopen
r	0.15	0.24	0.21
p	0.06	0.002	0.006

$p<0.05$  istatistiksel olarak anlamlı

DKT, GAT ve Tonopen ile ölçülen GİB değerleri AU ve korneal kurvatür ile korelasyon göstermedi (Tablo-11,12).

**Tablo-11: AU ile GİB ölçüm yöntemleri arasındaki korelasyon değerleri**

	<b>DKT</b>	<b>GAT</b>	<b>Tonopen</b>
<b>r</b>	-0.082	-0.005	-0.051
<b>p</b>	0.301	0.953	0.516

**p<0.05 istatistiksel olarak anlamlı**

**Tablo-12: Korneal Kurvatür ile GİB ölçüm yöntemleri arasındaki korelasyon değerleri**

	<b>DKT</b>	<b>GAT</b>	<b>Tonopen</b>
<b>r</b>	-0.052	-0.052	-0.128
<b>p</b>	0.513	0.510	0.103

**p<0.05 istatistiksel olarak anlamlı**

PAAG' li gözlerin ÖKD ortalamaları; (ort±SD)  $3.03 \pm 0.36$ mm , OHT' li gözlerin ÖKD ortalamaları ; (ort±SD)  $3.08 \pm 0.44$  mm , NBG' li gözlerin ise ÖKD ortalamaları ; (ort±SD)  $3.13 \pm 0.44$  mm idi. Gruplardaki hastaların ÖKD ortalamaları değerleri Tablo-13'de verilmiştir.

**Tablo-13: Grupların ÖKD ortalama değerleri**

<b>Grup</b>	<b>n</b>	<b>ÖKD (ort ± SD)</b>
<b>PAAG</b>	61	$3,03 \pm 0,36$ mm
<b>OHT</b>	62	$3,08 \pm 0,44$ mm
<b>NBG</b>	40	$3,13 \pm 0,44$ mm

Gruplar arasında ortalama ÖKD değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ( $p>0.05$ ) (Tablo-14).

**Tablo-14: Gruplar arasında ÖKD değerlerinin karşılaştırılması**

		Anova Testi
PAAG	OHT	p=0,79
PAAG	NBG	p=0,43
OHT	NBG	p=0,79

**p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı**

Tüm gruplarda DKT ile belirlenen ortalama OPA değerleri PAAG' li gözlerde; (ort±SD) 3.10 ± 1.00 mmHg , OHT' li gözlerde; (ort±SD) 3.80 ± 1.52 mmHg, NBG' li gözlerde ise; (ort±SD) 2.81 ± 0.87 mmHg idi. Gruplardaki hastaların OPA ortalama değerleri Tablo-15'de verilmiştir.

**Tablo-15: Grupların OPA ortalama değerleri**

Grup	n	OPA (ort ± SD)
PAAG	61	3.10 ± 1.00 mmHg
OHT	62	3.80 ± 1.52 mmHg
NBG	40	2.81 ± 0.87 mmHg

Gruplar arasında OPA ortalama değerleri istatistiksel olarak karşılaştırıldığında OHT' li gözlerin ortalama OPA değeri PAAG ve NBG' li gözlerin ortalama OPA değerinden istatistiksel olarak daha yüksekti (p<0.05). PAAG' li gözler ile NBG' li gözlerin ortalama OPA değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (p>0.05) (Tablo-16).

**Tablo-16: Gruplar arası OPA değerlerinin karşılaştırılması**

		Anova Testi
PAAG	OHT	p=0,02
PAAG	NBG	p=0,229
OHT	NBG	p=0,00

**p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı**

Ortalama OPA ölçümleri; AU ( $r = -0.44$ ,  $p = 0.001$ ), MKK ( $r = -0.160$ ,  $p = 0.041$ ) ve ÖKD ( $r = -0.163$ ,  $p = 0.038$ ) ölçümleri ile negatif korelasyon gösterirken, korneal kurvatür ( $r = -0.222$ ,  $p = 0.04$ ) ve yaş ( $r = 0.06$ ,  $p = 0.43$ ) ölçümleri arasında korelasyon yoktu (Tablo-17).

**Tablo-17 : OPA ile korneal kurvatür, yaş, AU, MKK ve ÖKD değerleri arasındaki korelasyon değerleri**

	<b>Korneal Kurvatür</b>	<b>AU</b>	<b>MKK</b>	<b>ÖKD</b>	<b>Yaş</b>
<b>r</b>	-0,222**	-0,444**	-0,160*	-0,163*	0,06*
<b>P</b>	0,04	-0,001	0,041	0,038	0,43

**\*\*  $p < 0,01$  istatistiksel olarak anlamlı**

**\*  $p < 0,05$  istatistiksel olarak anlamlı**

## TARTIŞMA

Glokomun basınca duyarlı bir optik nöropati olduğu çok iyi bilinmektedir. GİB kontrolü sadece glokomun tanısı için değil, glokomun seyri ve tedaviye yanıtı belirlemek için de mutlaka yapılmalıdır. Randomize klinik çalışmalarda; GİB' in glokomda en önemli ve kontrol altına alınabilen risk faktörü olduğu ve GİB' in tedavi ile düşürülmesinin glokomun ilerleyişini yavaşlattığı ortaya konmuştur. Erken Dönem Glokom Tedavi (EDGT) çalışmasında; GİB' deki 1 mmHg' lık bir düşüşün görme alanı ilerleme riskinde % 10' luk bir azalmaya ve NBG' si olan olguların görme alanında iyileşmeye neden olduğu sonucuna varılmıştır (80). OHT' li olgularda başlangıç GİB yüksekliği, PAAG gelişme olasılığını gösteren en önemli parametrelerden sayılmaktadır (81). Bu nedenlerle GİB ölçümünün doğruluğu; glokom hastalığının tanısı, takibi ve tedavisinde çok önemli bir yere sahiptir (82). Bugün pek çok uluslararası klinikte rutin olarak GAT kullanılmaktadır ve GİB ölçümü için halen 'altın standart' olarak kabul edilmektedir. Ancak MKK, AU, korneal kurvatür ve astigmatizma gibi göze ilişkin faktörler GAT ve diğer aplanasyon tonometreleri ile GİB ölçüm sonuçlarını etkilemektedir. Bu nedenle, aplanasyon tonometrelerinin sonuçlarına artık şüphe ile bakılmaktadır. GİB ölçümünde yeni yöntemlerin arayışı sürmektedir (83-86).

DKT, GİB ölçümü için geliştirilmiş üçüncü nesil, dijital ve kontakt bir tonometredir. Kornea ile temas eden ancak aplanasyon yapmayan bir cihazdır. DKT ile yapılan ölçüm yöntemine 'doğrudan transkorneal metot' adı verilir (87-88). DKT, kullanımı son yıllarda gittikçe yaygınlaşan, MKK, kornea rijiditesi, kurvatür ve ölçüm sırasında oluşan korneal deformeden bağımsız GİB ölçümleri elde edilmesini amaçlayan bir cihazdır. Kanngiesser ve ark. Goldmann, Perkins, Schötz gibi diğer 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 birçok hatayı ortadan kaldırdığını belirtmişlerdir (89). Bu hata kaynaklarından kaçınabilmek için çalışmamızda rutin göz muayenesinde kornea kalınlık ve kurvatürünü değiştirerek GİB ölçümünü etkileyebilecek skar, nefelyon, önceden geçirilmiş travma, göz içi enfeksiyon, cerrahi ve 1 dioptrinin üzerinde astigmatizması olan gözler çalışma dışı bırakılmıştır.



Günümüzde GİB ölçümü için en sık aplanasyon tonometreleri kullanılmaktadır. Ancak aplanasyon tonometrelerinde, GİB ölçümünün doğruluğu korneanın biyomekanik özelliklerini de içeren çeşitli faktörlerden etkilenmektedir (83-86). Hemen hemen tüm aplanasyon tonometrelerinin MKK' dan etkilendiği bilinmektedir (83-85). Ehlers ve ark. GAT' ın 520 µm MKK' da doğru sonuç verdiğini ve bu değerden her 10 µm sapma için GİB ölçümlerinde ortalama 0.7 mmHg hata oluştuğunu bildirmişlerdir (90). Wolfs ise kornea kalınlığındaki her 10 µm değişiklik için GİB' in 0.19 mmHg değiştiğini saptamıştır(91).

İlk kez Goldmann ve Schmith tarafından önerilen aplanasyon tonometresinin en önemli hata kaynaklarından birisi MKK' dan etkilenmesi olarak kabul edilmiştir. Kornea kalınlığı yanında kornea rijiditesi de GİB ölçümünü etkileyebilmektedir. Goldmann, kullanılan aplanasyon tonometresi için yapılan hesaplamalarda, optik pakimetri ile ölçtükleri ortalama MKK' yı 520 µm olarak kalibre etmiştir. GAT ile yapılan GİB ölçümlerinde kalın kornealarda daha yüksek, ince kornealarda ise daha düşük ölçümler elde edildiğini belirten çalışmalar mevcuttur (92-94). Yıldırım ve ark. PAAG, OHT , NBG ve kontrol gözlerinde MKK ile GİB arasındaki ilişkiyi değerlendirdikleri çalışmalarında, tüm olgularda anlamlı korelasyon saptamışlar ve GİB değerlendirilmesinde MKK' nında göz önünde bulundurulmasını önermişlerdir (95).

PAAG, OHT ve NBG grubunda ultrasonik pakimetri ile yaptığımız ölçümlerde ortalama MKK' ları sırasıyla  $582,62 \pm 43,88$  µm,  $589,67 \pm 32,63$  µm ve  $568,11 \pm 29,87$  µm bulduk. Gruplar arasında MKK ortalama değerleri istatistiksel olarak karşılaştırıldı ve  $p < 0,05$  değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. OHT' li gözlerin ortalama MKK değeri NBG' li gözlerin ortalama MKK değerinden istatistiksel olarak daha yüksekti ( $p=0,002$ ). Diğer gruplar arasında ortalama MKK değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı. Benzer şekilde ülkemizde yapılan çalışmalardan Keskin ve ark. larının yaptığı çalışmada PAAG' li 27 hastanın 51 gözü, NBG' li 25 hastanın 50 gözü ve OHT' li 16 hastanın 32 gözü çalışmaya alınmış, ortalama MKK, PAAG grubunda  $548,43 \pm 27,89$  µm, OHT grubunda  $582,69 \pm 31,83$  µm ve NBG grubunda  $532,10 \pm 28,29$  µm olarak bulunmuştur (96). Aynı çalışmada ortalama MKK, OHT grubunda istatistiksel olarak

anlamli olarak yu'kse'k bulunmu's, PAAG ve NBG arasinda ise istatistiksel olarak anlamli fark bulunmamistir. Buda calismamizla uyumlu bulunmu'stur.

OHT tedavi grubunun sonu'clari i'inde en carpici olanı kornea kalınlı'ının OHT olgularının de'gerlendirilmesindeki onemi olmu'stur (81). OHT' de elde edilen sonu'clara go're ba'slangı'ctaki GIB yu'kse'kli'gi ve ince kornea PAAG geli'smesinde onemli bir risk faktoru olmaktadır. Bununla birlikte MKK ile GIB arasinda gu'clu' bir korelasyon oldu'gu unutulmamalıdır. MKK' nin ince olması GIB' in du'su'k o'lcu'lmesine ve yalanci negatifli'ge yol acarak tanida gecikmeye neden olabilece'gi gibi, bilinmeyen ba'gımsız mekanizma ile de risk olu'sturabilir. Kornea kalınlı'ına go're GIB' de du'zeltme yapan rakamsal bir tablo henuz geli'stirilmemi's olmakla birlikte bu konuda ce'sitli calismalara ait de'gerler verilmi'stir.

Korneadaki 50µm de'gi'simde GIB 2.5 mmHg de'gi'sir (86).

Korneadaki 70 µm de'gi'simde GIB 5.0 mmHg de'gi'sir (90).

Korneadaki 100 µm de'gi'simde GIB 2.0 mmHg de'gi'sir (92).

OHT grubu calisma sonu'clarına go're tam de'ger verilmemekle birlikte MKK' sı 555 µm altında olanlarda PAAG geli'sme riski MKK' sı 588 µm' den yu'kse'k olanlara go're u'c kat daha fazladır (85). Son yıllarda yapılan calismalarda da OHT' lilerin normal bireylerden daha kalın kornealara, NBG' lilerin daha ince kornealara sahip oldu'gu ortaya konmu'stur (94-98). Copt ve ark.larının yaptıkları 22 NBG, 49 PAAG, 44 OHT ve 18 kontrol grubundan olu'san calismada NBG' li olguların di'ger gruplara go're daha ince kornealara sahip oldukları go'sterilmi'stir. Bu calismanın sonucu GIB' de MKK' ya go're du'zeltme yapıldı'ğında, Copt ve ark.ları NBG' li olguların %36' sının PAAG tanısı aldı'ğını, OHT' li olguların %56' sının normal kabul edildi'ğini bildirmişlerdir (99).

DKT ile ilgili literatürdeki ilk calisma Hoffmann' a aittir ve bu calismada DKT ile GAT sonu'clarının sa'ğlıklı bireylerde birbiri ile uyumlu sonu'clar verdi'gi bildirilmi'stir. Ancak bu calismada hasta sayısı 19' dur ve bu sayı aletlerin o'lcu'mleri u'zerine yorum yapmak i'cin yeterli bir sayı de'ğildir. Ayrıca calismada olguların MKK de'gerlerine de yer verilmedi'ğinden aletlerin o'lcu'mleri arasında fark veya

uyum olup olmadığını söylemek güçtür (100). DKT ile daha sonra yapılan çalışmaların çoğu MKK' nin GİB ölçümleri üzerine belirgin bir etkisi olmadığını veya aplanasyon tonometrelerine göre göreceli olarak daha az etkisi olduğunu göstermiştir . Kaufmann ve ark. da sağlıklı gözlerde DKT ile yapılan GİB ölçümleri arasındaki uyumun yüksek olduğunu rapor etmiştir (101). Schneider ve Grehn' in çalışmalarında da benzer sonuçlar elde edilmiştir (102). Siganos ve ark. Laser-assisted in situ keratomileusis (LASIK) geçiren gözlerde cerrahi öncesi ve sonrası DKT ile GİB ölçümünde anlamlı fark saptanmazlarken, GAT ile cerrahi sonrası ölçümlerde belirgin bir düşüş saptamışlardır. Dolayısıyla DKT' nin MKK' dan bağımsız ölçüm yaptığı görüşünü desteklemektedirler (103).

DKT, GAT ve Tonopen ile yapılan GİB ölçümlerinin MKK ile korelasyonunu değerlendirdiğimiz bu çalışmada GAT ve Tonopen ile elde edilen GİB değerleri MKK ile (+) (-) korelasyon gösterirken DKT ile elde edilen GİB değerleri MKK ile korelasyon göstermedi. Ku ve ark. sağlıklı korneaya sahip hastalarda GAT ile ölçtükleri GİB değerlerinin, ultrasonik pakimetri ile ölçtükleri MKK ile güçlü korelasyon gösterdiğini, DKT ile elde ettikleri GİB değerlerinin ise MKK ile korelasyonun istatistiksel olarak anlamlılık sınırında olduğunu belirtmektedirler (104,105). Özellikle kalın MKK'sı olan olgularda GAT ile elde edilen GİB değerleri daha yüksek saptanırken, DKT ile aynı gözlerde elde ettikleri GİB değerlerinin yüksekliğinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığını bildirmektedirler.

Bazı klinik çalışmalarda DKT ölçümlerinin de MKK' dan etkilendiği bildirilmektedir. Ülkemizde yapılan bir çalışmada Öztürk ve ark. sağlıklı 106 gözde DKT ile GAT, NKT ve Tonopen ölçümlerini değerlendirmişler ve DKT' nin GAT ve NKT gibi MKK' dan etkilendiğini bildirmişlerdir. Tonopen' in ise MKK ile korelasyon göstermediğini saptamışlardır. Ancak bu çalışmada yine DKT' nin GAT ve NKT' ye göre MKK' dan istatistiksel olarak daha az etkilendiği saptanmıştır (106). Kotecha ve ark. da her iki ölçüm yöntemi sonuçlarının MKK' dan etkilendiğini, ancak DKT' nin GAT' dan daha az etkilendiğini bildirmektedirler (88).

Kornea kalınlığından bağımsız olarak GİB ölçülebilmesi refraktif amaçlı kornea cerrahisi geçiren gözlerde ileriki yıllarda oluşabilecek glokom hastalığının tanımlanması açısından önem taşımaktadır. GAT ile ölçülen GİB değerleri refraktif cerrahi geçiren gözlerde korneanın incilmesi sebebiyle yanlışlıkla düşük ölçülebilir (107,108). Bunun önlenmesi için korneanın strüktürel yapısından etkilenmeyen DKT gibi GİB ölçüm yöntemleri kullanılmalıdır. Kaufmann ve ark. LASIK sonrası GAT ve DKT ile yapılan GİB ölçüm yöntemlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, cerrahi sonrası kornea incilmesi ile birlikte GAT değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı düşme saptarken, DKT ile GİB değerlerinde herhangi bir düşme saptamamışlardır (109).

DKT ile elde edilen GİB değerleri diğer ölçüm metotlarından daha yüksek sonuçlar vermektedir. Pache ve ark. DKT ile GİB' i ortalama 1 mmHg daha yüksek saptarken, Kangiesser ve ark. 1.1 mmHg, Ku ve ark. ise 2 mmHg yüksek bulmuşlardır (89,104-110). Çalışmamızda PAAG' de, DKT ile yapılan GİB değerleri GAT' a göre  $2,1 \pm 2,12$  mmHg ve Tonopen' e göre  $0,87 \pm 2,24$  mmHg daha yüksekti. OHT' de DKT ile yapılan GİB değerleri GAT' a göre  $2,42 \pm 2,75$  mmHg ve Tonopen' e göre  $1,33 \pm 2,74$  mmHg daha yüksekti. NBG' de DKT ile yapılan GİB değerleri GAT' a göre  $1,73 \pm 1,7$  ve Tonopen' e göre  $0,88 \pm 1,35$  daha yüksek bulundu. Kniestedt ve ark. insan kadavra gözlerinde yaptıkları çalışmada DKT ile elde edilen GİB değerlerinin, GAT ve pnömotonometre ile elde edilene göre intrakamaral manometrik GİB değerlerine daha yakın olduğunu gözlemişlerdir (111).

GAT, DKT ve Tonopen MKK, korneal kurvatur ve AU ilişkisi yönünden karşılaştırıldığında; GAT sonuçları ile MKK arasında pozitif korelasyon olduğu; GAT ile korneal kurvatur ve AU arasında ise korelasyon olmadığı tespit edilmiştir. Tonopen ölçüm sonuçlarının hiçbir parametre ile korele olmadığı, MKK' nın ise ölçümleri minimal etkilediği bulunmuştur (112). DKT sonuçlarının MKK' dan etkilenmediği, korneal rijiditeden minimal etkilendiği ve AU' dan etkilenmediği bildirilmiştir. Çalışmamızda DKT ile kornea kurvaturü ve AU arasında bir korelasyon saptamadık. DKT ile ölçüm yaparken kornea kurvaturü ile ilgili sınırlamalar üretici firma tarafından belirtilmiştir (87). Bu sınırlamalar korneanın kurvaturü yarıçapı tonometre ucunun kurvaturü yarıçapından (10.4 mm) daha küçük

olmalı ve keratometrik değer 32.5 diyoptri (D) üzerinde olmalıdır. Schneider ve Grehn 47 gözde yaptıkları çalışmada kornea kurvatürü ile DKT ölçümleri arasında bir ilişki saptamamışlardır (102). Siganos ve ark. LASIK öncesi ortalama keratometrisi 43.5 D (41.90 ile 45.20 D arası) ve LASIK sonrası ortalama keratometrisi 38.9 D (35.8 ile 44.1 D) olan 118 gözde gerçekleştirdiği çalışmada; cerrahiye bağlı kornea kurvatüründeki değişikliğin DKT ölçümleri üzerinde bir etkisi olmadığını bildirmiştir (103). Bunun aksine, Francis ve ark. korneal kurvatürün DKT' yi etkilediğini ve bu etkinin GAT' tan daha fazla olduğunu rapor etmiştir (113). DKT ölçümleri, düz kornealarda daha düşük olarak saptanmış ve kurvatürün artmasıyla GİB ölçümlerinin de arttığı bildirilmiştir. Bu etkinin nedeni olarak, daha dik korneaların kontur probuna uyması için daha büyük düzleşme gerektirmesi ve bunun GİB ölçümlerinde hatalara neden olabilmesi gösterilmiştir (114).

GİB gerçekte sabit bir değer değildir ve kardiyak siklusla bağlantılı olarak pulsasyon gösterir. Sistolle birlikte orbital damarların kanla dolması göz küresi üzerinde pulsatil bir protrüzyon oluşturur (115). Göze gelen kan akımının % 90' ı ise koroidal kan dolaşımına katılmaktadır. İşte OPA, kardiyak siklus sırasında koroidal kan akımında olan hacim değişikliklerinin sonucu olarak ortaya çıkar. OPA sistolik ve diyastolik GİB' in farkına verilen isimdir ve glokomun klinik seyrinde önemli rol oynayabileceği düşünülen parametrelerden birisidir. Klinik olarak OPA' nın en önemli özellikleri; koroid perfüzyonunun dolaylı göstergesi olması ve kalp atımı sırasında olan oküler kan akımı hakkında bilgi vermesidir (116,117).

DKT, GİB' i sürekli bir şekilde kaydetmesinin yanı sıra GİB' de olan pulsatil değişiklikleri yani OPA' yı da ölçebilmektedir. Bunun için DKT' nin kornea ile 5-10 kalp atımı süresince temas halinde olması gereklidir (87). DKT 0.5 mmHg ve üzerindeki OPA değerlerini ölçebilmektedir. Sistolle birlikte oküler kan hacmindeki artışa GİB' in verdiği yanıt gözün elastik özelliklerine bağlıdır. Kaufmann ve ark. DKT ile ölçülen OPA ile GİB arasında pozitif bir korelasyon saptamışlardır. Yüksek GİB' le birlikte, skleral duvar gerilimi artmakta ve göze sistolde gelen kan hacmi zaten stres altında olan göz küresi duvarlarında elastik genişleme yapmaktan ziyade GİB' de belirgin bir artış oluşturmaktadır. Bu durum, OPA ile GİB arasında saptanan pozitif korelasyonu açıklayabilir (115-118). Çalışmamızda GİB' i yüksek olan OHT

grubunda OPA değerini yüksek saptarken, GİB' i daha düşük olan PAAG ve NBG grubunda ise OPA değerini daha düşük olarak saptadık.

OPA ile AU arasındaki ilişki varlığı bazı çalışmalarda bildirilmiştir. Bu alışmalarda AU' un artması ile OPA' nın azaldığı saptanmıştır. AU' nun artışı ile normal göze göre göreceli olarak daha düşük hacimde kan göz küresine ulaşmaktadır. Bu nedenle AU artışı ile OPA arasında ters bir korelasyon saptanmaktadır (119-122). Çalışmamızda da OPA ile AU lmleri arasında negatif korelasyon saptadık. Kaufmann ve ark. da DKT ile yaptıkları çalışmada, OPA ile AU arasında negatif bir korelasyon saptamışlardır (115).

Periferik arterlerden transkutanöz tonometre ile yapılan ölçümler arter sertliğindeki ve puls akım hızındaki artışa bağlı olarak yaşla birlikte OPA' nın arttığını göstermektedir (123-129). Bununla birlikte literatür bilgileri net değildir ve birbirinden farklı görüşleri içermektedir (115,122,125,126). DKT ile llen OPA ile yaş arasında bir korelasyon saptanmamıştır (109). Çalışmamızda da OPA ile yaş arasında bir korelasyon saptamadık. Birbirlerine zıt bu bulgular, göz küresinin vasküler direncinin periferik arterler ve tonometre başı arasında hemodinamik bir dönüştürücü gibi rol oynamasıyla açıklanabilir (127).

Viestenz ve Kaufmann sağlıklı bireylerde OPA değerini 3.0 mmHg olarak bildirmişlerdir (115-128). Punjabi ve ark. OHT' li hastalarda OPA değerinin (3.61 mmHg), PAAG (3.0mmHg) hastalarından daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada sağlıklı bireylerdeki OPA değeri ise 2.86 mmHg olarak bildirilmiştir (105). Romppainen ve ark. sağlıklı kişilerde OPA' nın  $3.1\pm 1.4$  mmHg, OHT' li hastalarda  $3.6\pm 1.3$  mmHg ve NBG' li hastalarda  $2.9\pm 1.4$  mmHg olduğunu saptamışlardır. Çalışmamızda PAAG' li hastalarda ortalama OPA değerini  $3.1\pm 1.0$  mmHg, OHT' li hastalarda ortalama OPA değerini  $3.8\pm 1.52$  mmHg ve NBG' li hastalarda ortalama OPA değerini ise  $2.81\pm 0.87$  mmHg olarak saptadık. OHT' li gözlerin ortalama OPA değerleri PAAG ve NBG' li hastaların ortalama OPA değerlerinden istatistiksel olarak yüksek saptandı.

Kaufmann ve ark. ise sağlıklı bireylerde DKT ile OPA ölçümünün; MKK, korneal kurvatur, ön kamara derinliği ve yaştan etkilenmediğini saptamışlardır (115). Biz ise çalışmamızda ortalama OPA değerleri ile AU, MKK ve ÖKD arasında negatif korelasyon saptarken, ortalama OPA değerleri ile korneal kurvatur ve yaş ölçümleri arasında korelasyon saptamadık. OPA, glokomun değişik tiplerinde farklı değerler alabilir ve bu değerler glokom tipinin bir karakteristiği olabilir.

Sonuç olarak GİB değerlerinin bilinmesi PAAG, OHT ve NBG başta olmak üzere pek çok oküler hastalığın tanı ve tedavisinde önemli bir yere sahiptir. DKT korneanın biyomekanik özelliklerinden etkilenmeden veya göreceli olarak daha az etkilenerek ölçüm yapabilmesi nedeniyle diğer tonometrelerden daha doğru GİB değerleri vermektedir. Bu üstünlükleri nedeniyle günümüzde GİB ölçümü için GAT'ın yerine en iyi alternatif DKT gibi durmaktadır.

## SONUÇLAR

1- PAAG, OHT ve NBG' li gözler arasında ortalama korneal kurvatür değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ( $p>0.05$ ).

2- PAAG, OHT ve NBG' li gözler arasında AU ortalama değerleri istatistiksel olarak karşılaştırıldığında PAAG ve NBG' li gözlerin ortalama AU değeri OHT' li gözlerin ortalama AU değerinden istatistiksel olarak daha uzundu ( $p<0.05$ ). PAAG' li ve NBG' li gözlerin ortalama AU değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ( $p>0.05$ ).

3- OHT' li gözlerin ortalama MKK değeri NBG' li gözlerin ortalama MKK değerinden anlamlı olarak daha kalındı ( $p<0.05$ ). Diğer gruplar arasında ortalama MKK değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ( $p>0.05$ ).

4- GAT ve Tonopen ölçümleri ile MKK korelasyon gösterirken ( $p<0.05$ ), DKT ölçümleri ile MKK arasında korelasyon saptanmadı ( $p>0.05$ ).

5- DKT, GAT ve Tonopen ile ölçülen GİB değerleri ile AU ve korneal kurvatür arasında korelasyon saptanmadı ( $p>0.05$ ).

6- PAAG, OHT ve NBG' li gözlerin ortalama ÖKD'leri arasında anlamlı fark saptanmadı ( $p>0.05$ ).

7- PAAG, OHT ve NBG' li gözler arasında OPA ortalama değerleri istatistiksel olarak karşılaştırıldığında OHT' li gözlerin ortalama OPA değeri PAAG ve NBG' li gözlerin ortalama OPA değerinden istatistiksel olarak daha yüksekti ( $p<0.05$ ). PAAG' li gözler ile NBG' li gözlerin ortalama OPA değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ( $p>0.05$ ). Sonuç olarak GİB yüksekliğiyle OPA arasında pozitif korelasyon saptadık.



**8-** Tüm grupların ortalama OPA değerleri; AU, MKK ve ÖKD ile negatif korelasyon gösterirken ( $p<0.05$ ); korneal kurvatür ve yaş arasında ise korelasyon saptanmadı ( $p>0.05$ ).

## ÖZET

### FARKLI TONOMETRE TİPLERİ İLE ÖLÇÜLEN GİB DEĞERLERİYLE GÖZÜN OPTİK ÖZELLİKLERİNİN ETKİLEŞİMİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Dr. Nurullah KESKİN

**Amaç:** Primer açık açılı glokom (PAAG), oküler hipertansiyon (OHT) ve normal basınçlı glokomlu (NBG) olgularda Paskal Dinamik Kontur Tonometre (DKT) ile elde edilen göz içi basınç (GİB) verilerinin Goldmann aplanasyon tonometresi (GAT) ve Tonopen değerleri ile karşılaştırılması ve bu verilerin merkezi kornea kalınlığı (MKK), korneal kurvatür ve aksiyel uzunluk (AU) ile korelasyonunun değerlendirilmesini amaçladık.

**Gereç ve Yöntem:** Rutin göz muayenesinde oküler patoloji saptanmayan PAAG' li 31 hastanın 61 gözü, OHT' li 31 hastanın 62 gözü ve NBG' li 20 hastanın 40 gözü çalışmaya dahil edildi. Tüm gözlerde ultrasonik pakimetre cihazı (Nidek UP 1000 modeli) ile MKK ölçümü, otorefraktometre ile keratometri ve A-scan ultrason ile AU ölçümü yapıldı. Göz içi basınçları DKT (SMT Swis Microtechnology, İsviçre), GAT (Haag-Streit, Bern,İsviçre) ve Tonopen (Tono-Pen XL, Medtronic Solan, USA) ile ölçüldü. Tüm ölçümler 10 dakika ara ile beş kez tekrarlandı ve ardı ardına yapılan beş ölçümün ortalaması alındı. Tüm ölçümlerin ortalamaları alınarak elde edilen GİB değerleri Anova Testi ile, ikili karşılaştırmalar Paired- Samples T Testi ile, kullanılan GİB ölçüm metodu ile MKK, korneal kurvatür ve AU arasındaki korelasyon ise Pearson Korelasyon Analizi ile istatistiksel olarak değerlendirildi.

**Bulgular:** Ortalama GİB, DKT ile PAAG' de  $19.6 \pm 2.15$  mmHg, OHT' de  $23.0 \pm 3.03$  mmHg ve NBG' de  $17.23 \pm 1.38$  mmHg idi; GAT ile PAAG' de  $17.52 \pm 2.21$  mmHg, OHT' de  $20.58 \pm 2.47$  mmHg ve NBG' de  $15.5 \pm 2.02$  mmHg idi; Tonopen ile PAAG' de  $18.75 \pm 2.33$  mmHg, OHT' de  $21.67 \pm 2.45$  mmHg ve NBG' de  $16.35 \pm 1.33$  mmHg idi. PAAG de, DKT ile yapılan GİB değerleri GAT' a göre  $2.1 \pm 2.12$  mmHg ve Tonopen' e göre  $0.87 \pm 2.24$  mmHg daha yüksekti. OHT' de DKT ile yapılan GİB değerleri GAT' a göre  $2.42 \pm 2.75$  mmHg ve Tonopen' e göre  $1.33 \pm$

2.74 mmHg daha yüksekti. NBG' de DKT ile yapılan GİB değerleri GAT' a göre  $1.73 \pm 1.7$  ve Tonopen' e göre  $0.88 \pm 1.35$  daha yüksek bulundu.

PAAG' li gözlerin MKK ortalamaları; (ort±SD)  $582.62 \pm 43.88$   $\mu\text{m}$  , OHT' li gözlerin MKK ortalamaları ; (ort±SD)  $589.67 \pm 32.63$   $\mu\text{m}$ , NBG' li gözlerin ise MKK ortalamaları; (ort±SD)  $568.11 \pm 29.87$   $\mu\text{m}$  idi. GAT ve Tonopen ölçümleri MKK ile korelasyon gösterirken ( $p < 0.05$ ) DKT ölçümleri MKK ile korele değildi ( $p > 0.05$ ).

PAAG' li gözlerin AU ortalamaları; (ort±SD)  $23.54 \pm 1.07$  mm, OHT' li gözlerin AU ortalamaları; (ort±SD)  $22.99 \pm 0.88$  mm, NBG' li gözlerin ise AU ortalamaları; (ort±SD)  $23.55 \pm 1.13$  mm idi. DKT, GAT ve Tonopen ile ölçülen GİB değerleri AU ile korele değildi ( $p > 0.05$ ).

PAAG' li gözlerin korneal kurvatür oranı; (ort±SD)  $7.65 \pm 0.78$  mm, OHT' li gözlerin korneal kurvatür oranı; (ort±SD)  $7.58 \pm 0.30$  mm, NBG' li gözlerin ise korneal kurvatür oranı; (ort±SD)  $7.74 \pm 2.26$  mm idi. DKT, GAT ve Tonopen ile ölçülen GİB değerleri korneal kurvatür ile korele değildi ( $p > 0.05$ ).

**Sonuç:** DKT ile elde edilen GİB değerleri diğer ölçüm metodlarından daha yüksek olup, GAT ve Tonopen ölçüm sonuçları MKK' dan etkilenirken; DKT ölçüm sonuçları MKK' dan etkilenmemektedir. Her üç yöntemde AU ve korneal kurvatürden etkilenmemektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Paskal Dinamik Kontur Tonometre, Goldmann Aplanasyon Tonometre, Tonopen, Merkezi Kornea Kalınlığı, Aksiyel Uzunluk, Korneal Kurvatür.

## SUMMARY

### THE COMPAREMENT OF OPTIC PROPERTIES OF THE EYE AND INTRAOCULAR PRESSURE VALUES WHICH ARE MEASURED WITH DIFFERENT TONOMETER METHODS

**Dr. Nurullah KESKİN**

**Purpose:** In this study, the intraocular pressure (IOP) values of the patients, that have primer open angle glaucoma (POAG), ocular hypertension (OHT) and normal tension glaucoma (NTG), are measured with the help of Pascal Dynamic Contour Tonometer (PDCT), Goldmann Applanation Tonometer (GAT) and Tonopen. Then correlation between the these measurement results and central corneal thickness (CCT), corneal curvature and axial length (AL) is investigated.

**Material& Method:** Study was performed on patients that ocular pathology hasn't been determined in the routine eye examination. 61 eyes of 31 patients that have POAG, 62 eyes of 31 patients that have OHT and 40 eyes of 20 patients that have NTG were included to the study. On all eyes; CCT measurement was performed with ultrasonic pachimeter (Nidek UP 1000 model), ceratometry measurement was performed with autorefractometer and AL measurement was performed with A-scan ultrason. The intraocular pressure values of the patients were measured by PDCT (SMT Swiss Microtechnology, Switzerland), GAT (Haag-Streit, Bern, Switzerland) and Tonopen (Tono-Pen XL, Medrotic Solan, USA). All of the these measurements were repeated five times at intervals of 10 minutes and then averages of the these five measurements were calculated. Values of IOP, obtained by measurement averages, were evaluated statistically by Anova Test, dual comparisons were evaluated statistically by Paired-Samples T Test, correlation between used IOP measurement method and CCT, corneal curvature and AL was evaluated statistically by Pearson Correlation Analysis.

**Results:** Average IOP, measured with PDCT was  $19.6 \pm 2.15$  mmHg in POAG,  $23.0 \pm 3.03$  mmHg in OHT and  $17.23 \pm 1.38$  mmHg in NTG; measured with GAT was  $17.52 \pm 2.21$  mmHg in POAG,  $20.58 \pm 2.47$  mmHg in OHT and  $15.5 \pm 2.02$  mmHg in NPG; measured with Tonopen was  $18.75 \pm 2.33$  mmHg in POAG,  $21.67 \pm$

2.45 mmHg in OHT and  $16.35 \pm 1.33$  mmHg in NTG. In POAG, IOP values measured with DCT was  $2.1 \pm 2.12$  mmHg greater than GAT and  $0.87 \pm 2.24$  mmHg greater than Tonopen. In OHT, IOP values measured by PDCT was  $2.42 \pm 2.75$  mmHg greater than GAT and  $1.33 \pm 2.74$  mmHg greater than Tonopen. In NTG, IOP values measured by DCT was  $1.73 \pm 1.7$  mmHg greater than GAT and  $0.88 \pm 1.35$  mmHg greater than Tonopen.

The CCT averages of eyes with POAG were (av±SD)  $582.62 \pm 43.88$   $\mu$ m; the CCT averages of eyes with OHT were (av±SD)  $589.67 \pm 32.63$   $\mu$ m; the CCT averages of eyes with NTG were (av±SD)  $568.11 \pm 29.87$   $\mu$ m. Although GAT and Tonopen measurements were correlated with CCT ( $p < 0.05$ ), PDCT measurements were not correlated with CCT ( $p > 0.05$ ).

AL averages of eyes with POAG were (av±SD)  $23.54 \pm 1.07$  mm; AL averages of eyes with OHT were (av±SD)  $22.99 \pm 0.88$  mm; AL averages of eyes with NTG were (av±SD)  $23.55 \pm 1.13$  mm. IOP values measured by PDCT, GAT and Tonopen, were not correlated with AL ( $p > 0.05$ ).

Corneal curvature proportion of eyes with POAG were (av±SD)  $7.65 \pm 0.78$  mm; corneal curvature proportion of eyes with OHT was (av±SD)  $7.58 \pm 0.30$  mm; corneal curvature proportion of eyes with NTG was (av±SD)  $7.74 \pm 2.26$  mm. IOP values measured by PDCT, GAT and Tonopen, were not correlated with corneal curvature ( $p > 0.05$ ).

**Conclusion:** IOP values, which are obtained with PDCT, are greater than the IOP values, which are obtained with other measurement methods. Although measurement results of GAT and Tonopen are effected from CCT, measurement results of PDCT are not effected from CCT. All of the these three methods are not effected from AL and corneal curvature.

**Keywords:** Pascal Dynamic Contour Tonometer, Goldmann Applanation Tonometer, Tonopen, Central Cornea Thickness, Axial Length, Corneal Curvature.

## KAYNAKLAR

1. Morgan JE. Genetics of Glaucoma, Textbook of Ophthalmology, (eds) Easty DL and Sparrow JM, Vol.I, Oxford Med. Pub, 1998; 702-708.
2. Shields MB. Textbook of Glaucoma 4 th ed. Baltimore : Williams and Wilkins 1998; 108-136
3. Shields MB. Textbook of Glaucoma 3 th ed. Baltimore:Williams and Wilkins 1992; 84-125
4. Tielsh JM, Kotz J, Sommer A, et al. Racial variations in the prevalence of primary open angle glaucoma: the Baltimore Eye Survey JAMA 1991; 266-369
5. Klein BE, Klein R, Sponsel WE, et al. Prevalance of glaucoma: the Beaver dam Eye study.Ophthalmology 1992; 99: 1499-1505
6. Shiose Y, Kitozova Y, Tsukhane S, Akamatsu T, Mirzokomi K, Futa R et al. A collaborative glaucoma survey for 1998 in Japan. Rinsho Gonko 1990; 44: 653-659
7. Krumpazky HG, Klauss K. Epidemiology of blindness an eye disease Ophthalmol 1996; 210: 1-84
8. Gittinger JW. Jr. Chiasmal disorders In: Albert DM, Jakobiec, eds. Principles and Practice of Ophthalmology, 2 nd ed, vol 5. Philadelphia: W.B.Saunders, 2000
9. Kanski JJ. Clinical Ophthalmology secend ed. London, butterworth-Heineman, 1989, 182-208
10. Flammer J, OrGol S, Costa VP, Orzaksi N, Krieglstein GK et al. The impact of ocular blood flow in glaucoma. Progress in Retinal and Eye Research, 2002; 21: 359-393

11. Anderson DR. Glaucoma, capilleries and pericytes. 1. blood flow regulation ophthalmology 1996; 210: 257-262
12. Dreyer EB, Zurakowski D, Schumer RA, Podos SM, Lipton SA. Elevated glutamate levels in the vitreous body of human and monkeys with glaucoma. Arch ophthalmol 1996; 114: 299-305
13. Flammer J, The concept of vascular dysregulation in glaucoma. In Haefliger IO, Flammer J, ed. Nitric oxide and endothelin in the pathogenesis of glaucoma. Philadelphia- New york: lippincot-Raven, 1998: 14-21
14. Caprioli J. Neuroprotection of the optic nerve in glaucoma. Acta ophthalmol scan 1997; 75: 364-367
15. Schwartz M. Neuroprotection as a treatment for glaucoma : pharmacological and immunological approaches. Eur J. Ophthalmol 2003 Apr; 13 suppl 3: 27-31
16. Tempestini A, Schiavane N, Popucci L, Witort E, Lapucci A, Cutri M. The mechanisms of the apoptosis in biology and medicine : a new focus for ophthalmology. Eur J. Ophthalmol 2003 Apr; Suppl 3: 11-18
17. Sommer A, Tielsch JM, Kotz J. Relationship between intraocular pressure and primary open-angle glaucoma among white and black Americans: The Baltimore Eye survey. Arch ophthalmol 1991; 109: 1090-95
18. Ongul SJ; Flammer J, Gasser P. Female preponderance in normal tension glaucoma. Ann Ophthalmol Glaucoma 1995; 27: 355-359
19. Shields MB. Textbook of glaucoma 3 nd ed. Baltimore: Williams and Wilkins, 1992: 172-197
20. Warren KS, Contractor M. Glaucoma suspects. In Zimmerman TJ, Kooner KJ, eds. Clinical Pathways in Glaucoma. New York: Thiema 2001: 57-69

21. Armly MF, Krueger DE, Maunder L, et al. Biostatistical analysis of the collaborative glaucoma study. *Arch ophthalmol* 1980; 98:2163
22. Klein BE, Klein R. Intraocular pressure and cardiovascular risk variables. *Arch Ophthalmol* 1981; 99: 837-839
23. Schwartz AL, Helfgott MA. The incidence of sickle train blacks requiring filtering surgery. *Ann Ophthalmol* 1977; 9: 957-959
24. Shin DH, Becker B, Woltman SD, Polmber PF, Belec E. The prevalence of HLA B12 antigens in primary open angle glaucoma. *Arch Ophthalmol* 1977; 95: 224-225
25. Kanski JJ. *Clinical Ophthalmology*, Butterworths, Reed Pub, forth edition, 1999; 206-217
26. Cobellero M, Rowlette LL, Borros T. Altered secretion of a TIGR, MYOC mutant locking the olfactomedin domain. *Biochim Biophys Acta* 2000; 15: 447-460
27. Budde WM. Heredity in primary open angle glaucoma. *Curr Opin Ophthalmol* 2000; 11: 101-106
28. Johnson DH. Myocilin and glaucoma: a TIGR by the tail. *Arch Ophthalmol* 2000; 118: 974-978
29. Zhou Y, Jian Ge H, Guo Y. To screen clone and sequence TIGR gene mutation in chinese patients with primary open angle glaucoma. *Chin J Ophthalmol* 2000; 36: 416-419
30. Mastropasqua L, Lobefalo A, Cioncaglini M, Palmo S. Prevalence of myopia in open angle glaucoma. *Eur Ophthalmol* 1992; 2(1): 33-35



- 31.** Chihano E, Liu X, Dang J, Takoshima Y, Akimoto M, Hengai M, Kuriyoma S, Tanihara H, Hosodo M, Tsukohane S. Severe myopia as a risk factor for progressive visual field loss in primary open angle glaucoma. *Ophthalmologica* 1997; 211(2): 66-71
- 32.** Ko C, Ling Liu C, Kuang Chou J, Chen M. Comparisons of risk factors and visual fields changes between juvenile-onset and late-onset primary open angle glaucoma. *Ophthalmologica* 2002; 216: 27-32
- 33.** Diclemens I, Vingerling JR, Wolfs RC, Hofman A, Grobbee De, Jong PT. The prevalence of primary open angle glaucoma in population based study in the Netherlands. *Ophthalmology* 1974; 101: 1851-55
- 34.** Nielsen NV. The prevalence of glaucoma and ocular hypertension in types 1 and 2 diabetes mellitus. *Acta Ophthalmol (copenh)* 1983; 61: 662-665
- 35.** Klein BE, Klein R, Moss SE. Incidence of self reported glaucoma in people with diabetes mellitus. *Br J Ophthalmol* 1997; 81(9): 743-747
- 36.** Bupitt CJ, Hodes C, Everitt MG. Intraocular pressure and systemic blood pressure in the elderly. *Br J Ophthalmol* 1975; 59: 717-720
- 37.** Bonomi L, Morchini G, Maroffo M, Bernardi P, Morbio R, Varroto A. Vascular risk factors for primary open angle glaucoma: the Egna-Neumarkt Study. *Ophthalmology* 2000; 107(7): 1287-93
- 38.** Leske MC, Pogdan MJ. Intraocular pressure, cardiovascular risk variables, and visual field defects. *Am J Epidemiol* 1983; 118: 280-287
- 39.** Drance SM, Sween VP, Morgan RW, Felman F. Studies factors involved in the production of low tension glaucoma. *Arch Ophthalmol* 1973; 89: 457-465

- 40.** Corbett JJ, Phelps CD, Eslinger P, Montogue PR. The neurologic evaluation of patients with low tension glaucoma. *Invent Ophthalmol Vis Sci* 1985; 26: 1101-04
- 41.** Phelps CD, Corbett JJ. Migrain and low tension glaucoma: a case central study. *Invent Ophthalmol Vis Sci* 1985; 26: 1105-08
- 42.** R Rand Alligham. Shields Text Book of Glaucoma Fifth Ed. Philadelphia, Lippincott Williams and Wilkins, 2005; 36-58
- 43.** Lam DS, Lang DY, Chiu TY, Fan DS, Cheung EY, Wong TY, Lai JS, Tham CC. Pressure phosphene self tonometry: a comparison with Goldmann tonometry in glaucoma patients. *Invent Ophthalmol Vis Sci* 2004 sep; 45(9): 3131-36
- 44.** Brubaker RF: Tonometry. *Clinical Ophthalmology (Duane's Ophthalmology on CD-ROM)* 2002 ed. Maryland, Lippincott Williams and Wilkins
- 45.** Kanski JJ. *Clinical Ophthalmology* secend ed. London, Butterworth-Heineman, 1989, 182-185
- 46.** Velten IM, Bergua A, Horn FK, Junemann A, Korth M. Central corneal thickness in normal eyes patients with ocular hypertension, normal-pressure and open-angle glaucoma a clinical study. *Klin Monotabl Augenheillkd* 2000; 217: 219-24
- 47.** Bhan A, Browning AC, Shah S, Hamilton R, Dave D, Dua HS. Effect of corneal thickness on intraocular pressure measurements with the pneumotonometer, Goldmann applanation tonometer and Tonopen. *Invent Ophthalmol Vis Sci* 2002; 43: 1389-92
- 48.** Siganos DS, Papostergiou GI, Moedas C. Assesment of the Pascal dynamic contour tonometer in monitoring intraocular pressure in unoperated eyes and eyes after lasik. *J Catarakt Refract Surg.* 2004 Apr; 30(4): 746-751

- 49.** Kauffman C, Bachmann LM, Thiel MA. Comparison of dynamic contour tonometry with Goldmann applanation tonometry. *Invest Ophthalmol Vis Sci*: 2004 Sep; 45(9): 3118-21
- 50.** Herndon LW. Measuring intraocular pressure-adjustments for corneal thickness and new technologies. *Curr Opin Ophthalmol*. 2006 Apr; 17(2): 115-119
- 51.** Schneider E, Grehn F. Intraocular pressure measurement comparison of dynamic contour tonometry and Goldmann applanation tonometry. *J glaucoma*. 2006 Feb; 15(1): 2-6
- 52.** Kaufmann C, Bachmann LM, Robert YC, Thiel MA. Ocular pulse amplitude in healthy subjects as measured by dynamic contour tonometry. *Arch Ophthalmol*. 2006 Aug; 124(8): 1104-08
- 53.** Hoffmann EM, Grus FH, Pfeiffer M. Intraocular pressure and ocular pulse amplitude using dynamic contour tonometry and contact lens tonometry. *BMC Ophthalmol* 2004 Mar 23; 4: 4
- 54.** Punjabi OS, Ho HK, Kniestedt C, Bostrom AG, Stamper RL, Lin SC. Intraocular pressure and ocular pulse amplitude comparisons in different types of glaucoma using dynamic contour tonometry . *Curr Eye Res*. 2006 Oct;; 31(10): 851-62
- 55.** Kao SF, Lichter PR, Bergstrom TJ, Rowe S, Musch DC. Clinical comparison of the ocular tonopen to the Goldmann applanation tonometer. *Ophthalmology* 1987; 94: 1541-44
- 56.** Rao VJ, Gnanaraj L, Mitchell KW, Figueiredo FC. Clinical comparison of ocular blood flow tonometer, Tonopen and Goldmann applanation tonometer for measuring intraocular pressure in postkeratoplasty eyes. *Cornea* 2001; 20: 834-38

- 57.** Solvetat ML, Zeppieri M, Tosoni C, Brusini P. Comparisons between Pascal dynamic contour tonometry, the Tonopen and Goldman applanation tonometry in patients with glaucoma.
- 58.** Nemesure B, Wu SY, Hennis A, Leske MC. Factors related to the 4-years risk of high intraocular pressure. The Barbados Eye Survey JAMA 1991; 266: 369-74
- 59.** Tielsh JM, Kotz J. , Sommer A, et al. Racial variations in the prevalence of primary open angle glaucoma. the Baltimore Eye Survey JAMA 1991; 266: 369-374
- 60.** Aslan C, Beydağı H, Güngör K, Ergenoğlu T, Bekir N, Tuzcuoğulları T. Akut dinamik egzersizin göz içi basıncına etkisi. Türkiye klinikleri 2001; 21: 288-291
- 61.** Hennis A, Wu SY, Nemesure B, Leske C. Barbados Eye Studies Group Hypertension, diabetes and longitudinal changes in intraocular pressure. Ophthalmology 2003; 110: 908-14
- 62.** Robsilber TM, Becker KA, Auffort GU. Reliability of Orbscan II topography measurements in relation to refractive status. JCRS, 2005; 31: 1607-13
- 63.** Edmund C. Determination of the corneal thickness profile by optical pachometry. Acta Ophthalmol 1987; 65: 147
- 64.** Doughty M, Zaman M. Human corneal thickness measures a review and meta analysis approach. Surv Ophthalmol 2000; 44: 367-408
- 65.** Ehler N, Hjertel J. Corneal thickness measurement and implications. Experimental Eye Reserch 2004; 78: 543-548
- 66.** Ehler N, Bramsen T, Sperling S. Applanation tonometry and central corneal thickness. Acta Ophthalmol 1975; 53: 34-43

67. Gordon MO, Beisler JA, Brondt JD, Hever DK. The Ocular Hypertension Treatment Study: baseline factors that predicted the onset of primary open angle glaucoma. *Arch Ophthalmol* 2002; 120: 714-20
68. Bront JD, Beiser JA, Kass MA, Mac O. Gordon and the Ocular Hypertension Treatment Study (OHTS) Group. Central corneal thickness in the Ocular Hypertension Treatment Study (OHTS) *Ophthalmol* 2001; 108: 1779-88
69. Copt RP, Thomas R, Mermaud A. Corneal thickness in intraocular hypertension, primary open-angle glaucoma and normal tension glaucoma. *Arch Ophthalmol* 1999; 117: 14-16
70. Simon G, Smoll RH, Ren Q. Effect of corneal hydration on Goldman applanation tonometry and corneal topography. *Refract Corneal Surg* 1993; 9: 110-117
71. Greve EL, Ferdinand H, Duijm A, Geijssen HC. Risk Factors in Glaucoma. Haefliger IO, Flammer J. (eds): Nitric oxide and Endothelin the Pathogenesis of Glaucoma. Lippincott Raven Publishers Plt, 1998, s. 1-13
72. Yalvaç I, Önel M. Glökomlar. Aydın P, Akova YA. (eds): Temel Göz Hsatalıkları. Güneş Kitabevi, Ankara, 2001, s. 261-285
73. Landers J, Goldberg I, Graham SL. Analysis of risk factors that may be associated with progression form ocular hypertension to primary open angle glaucoma. *Clin Experiment Ophthalmol.* 2002; 30: 242-47
74. Araje M, Kitazawa M, Kaseki N. Intraocular pressure and central visual field of normal tension glaucoma. *Br. J. Ophthalmol.* 1997; 81: 852-856
75. Leske MC, Heijl A, Hussein M, Bengson B, Hyman L, Komaroff E. Early manifest glaucoma trial group. Factors for progression and the effect of treatment: the early manifest glaucoma trial. *Arch Ophthalmol.* 2003; 121: 48-56

- 76.** Gordon MO, Beiser JA, Brandt JD, et al.: The Ocular Hypertension Treatment Study: baseline factors that predict the onset of primary open angle glaucoma. Arch Ophthalmol. 2002; 120: 714-720
- 77.** Arıtürk N: Glokomda Santral Korneal Kalınlık Ölçümü ve Önemi. Glo-Kat. 2006; 1-6
- 78.** Bhan A, Browning AC, Shah S, et al. : Effect of corneal thickness on intraocular pressure measurements with the pneumotonometer, Goldmann applanation tonometer and Tonopen. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2002; 43: 1389-1392
- 79.** Li Q Li M, Fan Z, et al. : The influence of central corneal thickness and corneal curvature and axial length on the measurement of intraocular pressure. Yan Ke Xue Bao. 2002; 18: 176-180
- 80.** Brandt JD, Beiser JA, Kass MA, et al. : Central corneal thickness in the Ocular Hypertension Treatment Study (OHTS). Ophthalmology. 2001; 108: 1779-1788
- 81.** Doughty MS, Zaman ML. Human corneal thickness and its impact on intraocular pressure measures: a review and meta-analysis approach. Surv Ophthalmol. 2000; 44: 367-408
- 82.** SMT Swiss Microtechnology AC. : Pascal Dynamic Contour Tonometer Operating Manual Version 1.4, Switzerland, 2004
- 83.** Katecha A, White ET, Shewry JM, et al. : Garway- Heath DF. The relative effects of corneal thickness and on Goldmann applanation tonometry and dynamic contour tonometry. Br J Ophthalmol. 2005; 89: 1572-75
- 84.** Kanngiesser HE, Nee M, Kniestedt C, et al. : The theoretical foundations of dynamic contour tonometry. The Annual Meeting of the Association for Research in Vision and Ophthalmology. Poster 350

- 85.** Ehlers N, Bramsen T, Sperling S: Applanation tonometry and central corneal thickness. *Acta Ophthalmol.* 1975; 53: 34-43
- 86.** Wolfs RC, Kloover CC, Vingerling JR, et al.: Distribution of central corneal thickness and association with intraocular pressure. The Rotterdam Study. *Am J Ophthalmol.* 1997; 123: 767-772
- 87.** Whitacre MM, Stein RA, Hassanein K: The effect of corneal thickness on applanation tonometry. *Am J Ophthalmol.* 1993; 115: 592-96
- 88.** Stadtmeister R : Applanation tonometry and correction according to corneal thickness. *Acta Ophthalmol Scand.* 1998; 76: 319-324
- 89.** Herndon LW, Chaudhri SA, Cox T, et al.: Central corneal thickness in normal glaucomatous and ocular hypertensive eyes. *Arch Ophthalmol.* 1997; 115: 1137-41
- 90.** Yıldırım R, Oral Y, Bahçecioğlu H: Santral kornea kalınlığı ve göz içi basınç değerleri arasındaki ilişki. *T Oft Gaz.* 2000; 30: 319-323
- 91.** Keskin A, Yanyalı A, Bayrak Y, Özmen D, Nohutçu AF. Glokom ve oküler hipertansiyonda santral kornea kalınlığı ile göz içi basınç üzerine etkisi. *T Oft Gaz.* 2003; 33: 417-25
- 92.** Argus WA. Ocular hypertension and central corneal thickness. *Ophthalmology.* 1995; 102: 1810-12
- 93.** Copt RP, Thomas R, Mermoud A. Corneal thickness in ocular hypertension glaucoma, primary open angle glaucoma and normal tension glaucoma. *Arch Ophthalmol.* 1999; 117: 14-16

- 94.** Hoffmann EM, Gruz FH, Pfeiffer N: Intraocular pressure and ocular pulse amplitude using dynamic contour tonometry and contact lens tonometry. *BMC Ophthalmol.* 2004; 23: 4:4
- 95.** Kaufmann C, Bachmann LM, Thiel MA: Comparison of dynamic contour tonometry with Goldmann applanation tonometry. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2004; 45: 3118-3121
- 96.** Schneider E, Grehn F: Intraocular pressure measurement comparison of dynamic contour tonometry and Goldmann applanation tonometry. *J Glaucoma.* 2006; 15: 2-6
- 97.** Siganos DS, Papastergiou GI, Moedes C: Assessment of the Pascal dynamic contour tonometer in monitoring intraocular pressure in operated eyes and eyes after LASIK. *J Cataract Refract Surg.* 2004; 30: 746-751
- 98.** Ku JYF, Danesh-Meyer HY, Craig JP: Comparison of intraocular pressure measured by Pascal dynamic contour tonometry and Goldmann applanation tonometry. *Eye* , 2005, 1-8
- 99.** Öztürk F, Küsbeci T, Yavaş G ve ark. : Paskal Dinamik Kontur Tonometre ile Ölçülen Göz İçi Basınç Değerlerinin Goldmann Aplanasyon Tonometresi, Non Kontakt Tonometre ve Tonopen ile Karşılaştırılması ve Santral Kornea Kalınlığının Etkisi. *Glo-Kat.* 2006; 171-175
- 100.** Park HJ, Uhm KB, Hang C : Reduction in intraocular pressure after laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg.* 2001; 27: 303-309
- 101.** Mardelli PG, Piebanga LW, Whitacre MM, et al. : The effect of excimer laser photorefractive keratectomy on intraocular pressure measurements using the Goldmann applanation tonometer. *Ophthalmology.* 1997; 104: 945-948



- 102.** Gimeno JA, Munoz LA, Valenzuela LA, Molto F& Rahhal MS: Influence of refraction on tonometric readings after photorefractive keratectomy and laser assisted in situ keratomileusis. *Cornea* 2000; 19: 512-516
- 103.** Pache M, Wilmsmeyer S, Lautebach S, et al. : Dynamic contour tonometry versus Goldmann applanation tonometry: a comparative study. *Greafe' s Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2005; 243: 763-767
- 104.** Kaufmann C, Bachmann LM, Thiel MA : Intraocular pressure measurements using dynamic contour tonometry after laser in situ keratomileusis. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2003; 44: 3790-3794
- 105.** Kniestedt C, Nee M, Stamper RC : Accuracy of dynamic contour tonometry compared with applanation tonometry in human kadaver eyes of different hydration states. *Greafe' s Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2005; 243: 359-366
- 106.** Morgan AJ, Halper J, Hosking SK, et al. : The effect of corneal thickness and corneal curvature on pneumotonometer measurements. *Curr Eye Res.* 2002; 25: 107-112
- 107.** Francis BA, Hsieh A, Lai MY, et al. : Los Angeles Latina Eye Study Group. Effects of corneal thickness, corneal curvature and intraocular pressure level on Goldmann applanation tonometry and dynamic contour tonometry. *Ophthalmology.* 2007; 114: 20-26
- 108.** Kaufmann C, Bachmann LM, Robert YC, et al. : Ocular pulse amplitude in healthy subjects as measured by dynamic contour tonometry. *Arch Ophthalmol.* 2006; 124: 1104-1108
- 109.** Langham ME, To' Mey KF. : A clinical procedure for the measurements of the ocular pulse pressure relationship and ophthalmic arterial pressure. *Exp Eye Res.* 1978; 27: 17-25

- 110.** Silver DM, Farrel RA. : Validity of pulsatile ocular blood flow measurements. *Surv Ophthalmol.* 1994; 38: 72-80
- 111.** Silver DM, Geyer O. : Pressure volume relation for the living human eye. *Curr Eye Res.* 2000; 20: 115-120
- 112.** To'Mey KF, Faris BM, Jolikh AE, et al. : Ocular pulse in high myopia: a study of 40 eyes. *Am Ophthalmol.* 1981; 13: 569-571
- 113.** Shih YF, Horng IH, Yong CH, et al. : Ocular pulse amplitude in myopia. *J Ocul Pharmacol.* 1991; 7: 83-87
- 114.** Perkins ES. The ocular pulse. *Curr Eye Res.* 1981; 1: 19-23
- 115.** James CB, Trew DR, Clark K et al. : Factors influencing the ocular pulse axial length. *Greafe' s Arch Clin Exp Ophthalmol.* 1991; 229: 341-344
- 116.** Kelly R, Hayward C, Avalia A, et al. : Noninvasive determination of age related changes in the human arterial pulse. *Circulation* 1989; 80: 1652-59
- 117.** Franklin SS, Gustin WIV, Wang ND, et al. : Hemodynamic patterns of age related changes in blood pressure: the Framingham Heart Study. *Circulation* 1997; 96: 308-315
- 118.** Ravalico G, Toffoli G, Pastori G, et al. : Age related ocular blood flow changes. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1996; 37: 2645-50
- 119.** Bynke HG, Schese B. : On the origin of the ocular pressure pulse. *Ophthalmologica.* 1967; 153: 29-36
- 120.** Schilder P. : Ocular blood flow responses to pathology of the carotid and cerebral circulations. *Surv Ophthalmol.* 1994; 38: 52-58

- 121.** Viestenz A, Langenbacher A, Viestenz A : ( Reciprocity of dynamic contour tonometry. Comparison with Tonopen XL and Goldmann applanation tonometry. A clinical study on 323 normal eyes.) *Klin Monatsbl Augenheilkd.* 2006; 223: 813-819
- 122.** Punjabi OS, Ho HK, Kniestedt C, et al. : Intraocular pressure and ocular pulse amplitude comparison in different types of glaucoma using dynamic contour tonometry. *Curr Eye Res.* 2006; 31: 851-8
- 123.** Tielsch JM, Katz J, Singh K, et al. A population based evaluation of glaucoma screening: the Baltimore eye Survey. *Am J Epidemiol* 1991; 134: 1102
- 124.** Raig JE, Mackey DA. Glaucoma genetics: where are we? Where will we go? *Curr Ophthalmol* 1999; 10: 126-134
- 125.** David R, Zangwill LM, Tessler Z, Yassur Z, Yassur Y. The correlation between intraocular pressure and refractive status. *Arch Ophthalmol* 1985; 103: 1812-15
- 126.** Abdulla MI, Hamdi M. Applanation ocular tension in myopia and emmetropia. *Br J Ophthalmol* 1970; 54: 122-125
- 127.** Yalvaç I, Önel M. Glaukoma. Aydın P, Akova YA.(eds): *Temel Göz Hastalıkları.* Güneş Kitapevi, Ankara, 2001, s. 261-285
- 128.** Salvat ML, Zeppieri M, Tosoni C, Brusini P. Comparisons between Pascal dynamic contour tonometry, the Tonopen, and Goldmann applanation tonometry in patients with glaucoma. *Acta Ophthalmol Scand.* 2007;85: 272-279
- 129-** Herndon LW. Measuring intraocular pressure-adjustments for corneal thickness and new technologies. *Curr Opin Ophthalmol* 2006; 17: 115-119

**130.** Francis BA, Hsieh A, Lai MY, Chopra V, Pena F, Azen S, Varma R. Effects of corneal thickness, corneal curvature, and intraocular pressure level on Goldmann applanation tonometry and dynamic contour tonometry. *Ophthalmology* 2007 Jan; 114 (1).