

T.C
YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
GÖZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

**SAĞLIKLI VE GLOKOMLU GÖZLERDE GÖZ İÇİ BASINCININ GOLDMANN
APLANASYON, NONKONTAKT, PASKAL DİNAMİK KONTUR VE TONOPEN
TONOMETRELERİ İLE ÖLÇÜMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI VE SANTRAL
KORNEA KALINLIĞININ ÖLÇÜMLER ÜZERİNE ETKİSİ**

Dr. Aydın YILDIZ

UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Tekin YAŞAR

VAN-2009

İÇİNDEKİLER

Sayfa

TABLolar VE ŞEKİLLER	4
ÖNSÖZ.....	5
KISALTMALAR.....	6
ÖZET	7
SUMMARY	10
1.GİRİŞ VE AMAÇ	13
2.GENEL BİLGİLER.....	15
2.1.Anatomi	15
2.1.1. Schlemm Kanalı	20
2.2. Hümör Aköz	21
2.2.1. Hümör Aköz Fonksiyonları	21
2.2.2. Yapım Mekanizmaları	22
2.2.3. Hümör Aköz Üretim Hızı	24
2.2.4. Hümör Aköz Dışa Akımı (HA dinamiği).....	24
2.2.5. Hümör Aköz Farmakolojisi	26
2.2.6. Hümör Aköz Üretimini Azaltan Nedenler	28
2.2.7. Hümör Aköz Dışa Akımını Azaltan Nedenler.....	29
2.2.8. Hümör Aköz Dışa Akımını Arttıran Nedenler.....	30
2.3.Glokom Ve Hümör Aközün Rolü.....	30
2.3.1. Trabeküler Doku Ve Schlemm Kanalı Değişiklikleri.....	31

2.3.2. Optik Sinir Değişiklikleri.....	32
2.4.Glokomun Sınıflandırılması	32
2.5. Glokom Ve Göziçi Basıncı	34
2.5.1.Göz Hastalıklarında Göz içi Basıncı	36
2.5.2.Yaşlanma ve Göz içi Basıncı.....	38
2.5.3.Göz içi Basıncına Etkili Diğer Mekanizmalar.....	38
2.5.4.Göz içi Basıncı Ölçümünü Etkileyen Faktörler.....	39
2.5.5.Santral korneal kalınlık.....	40
2.5.6.Göz içi Basıncı Ölçüm Yöntemleri	44
3.GEREÇ VE YÖNTEM	54
4.BULGULAR	57
5.TARTIŞMA	65
6.SONUÇ	72
7.KAYNAKLAR.....	76
8.ÖZGEÇMİŞ.....	93

TABLÖLAR VE ŞEKİLLER

Sayfa

A-TABLÖLAR

Tablo–1. Tanımlayıcı Özellikler Açısından Hasta Ve Kontrol Gruplarında Ortalama Değerler	57
Tablo–2. Hasta Grubunda Ölçümler Arasındaki Pearson Korelasyon Katsayıları	58
Tablo–3. Kontrol Grubunda Ölçümler Arasındaki Pearson Korelasyon Katsayıları	58
Tablo–4. Hasta Ve Kontrol Grubunda GAT’a Göre GİB Ölçüm Yöntemleri Arasındaki Grup İçi Korelasyon Katsayıları.....	59
Tablo–5. GİB Ölçüm Yöntemlerinin Hasta Ve Kontrol Gruplarında SKK İle Korelasyonunu Gösteren Dağılım Grafileleri	59

B-ŞEKİLLER

Şekil–1. Aköz Dışa Akım Anatomisi	16
Şekil–2. Açı Elemanları	17
Şekil–3. Açı Elemanları Ve Humor Aköz Akışı.....	18
Şekil–4. Açı Yapıları	19
Şekil–5. Shaffer Açı Derecelendirme Sistemi	19
Şekil–6. Aköz Dışa Akım Fizyolojisi.....	25
Şekil–7. Schötz Tonometresi.....	45
Şekil–8. Goldmann Aplanasyon Tonometresi.....	47
Şekil–9. Korneayı Düzleştiren Kuvvete Karşı İntra Oküler Basınç.....	48
Şekil–10. Perkins Tonometresi.....	49
Şekil–11. Tonopen Tonometresi.....	50
Şekil–12. Non Kontakt Tonometri.....	51
Şekil–13. Pascal Dinamik Kontur Tonometri	52

ÖNSÖZ

Tez hocam olarak tezimin hazırlanmasında değerli emekleri ve yetişmemde büyük katkıları bulunan, çalışkanlığı ve becerikliliği ile bilgi ve becerilerimin gelişmesinde yardımcı olan ve her zaman güler yüzü ve pozitif enerjisiyle bizlere çalışma sevinci aşılayan, Prof. Dr. Tekin YAŞAR'a

Uzmanlık eğitimim boyunca mükemmel disiplin anlayışı ve titizliğinin yanında geniş hoşgörüsü ile ufukumun gelişmesini sağlayan Prof. Dr. Ahmet DEMİROK'a

Engin bilgi ve tecrübelerini hiç esirgmeden yararlanmama sonsuz hoşgörüsü ile izin veren, Prof. Dr. Adnan ÇINAL'a

Yrd. Doç. Dr. Adil KILIÇ'a

Her zaman özveri ile beni destekleyen sevgili eşime

Eğitimimin her anını birlikte yaşadığım arkadaşlarım, Op. Dr. Baran İLHAN, Op. Dr. Arzu DURMUŞ, Op. Dr. Atilla YAZICIOĞLU, Op. Dr. Muammer ÖZÇİMEN, Op. Dr. Burhan KAYATÜRK, Op. Dr. Ali KURT, Op. Dr. Kemal TÜRKYILMAZ, Op. Dr. Halil İbrahim YENER, Dr. Fatih KARADAĞ, Dr. Çağatay ÇAĞLAR, Dr. Adem GÜL, Dr. Serek TEKİN, Dr. Muhammet BATUR, Dr. Abdulkadir SULHAN, Dr. M. Nafiz KARPUZOĞLU, Dr. Erbil SEVEN ve Dr. Oktay ESMER'e teşekkürlerimi sunarım.

Dr. Aydın YILDIZ

KISALTMALAR

GAT: Goldmann Aplanasyon Tonometresi

NCT: Non Kontakt Tonometre

DCT: Dinamik Kontur Tonometre

TT: Tonopen Tonometre

GİB: Göziçi Basıncı

PAAG: Primer Açık Açılı Glokom

NTG: Normal Tansiyonlu Glokom

OHT: Oküler Hipertansiyon

HA: Humör Aköz

SKK: Santral Kornea Kalınlığı

OPA: Ocular Pulse Amplitude

ÖZET

Glokom yüksek göz içi basıncı, optik sinir başı çukurlaşması, atrofisi ve progresif görme alanı kaybı ile seyreden bir optik nöropatidir. Glokomda artmış göz içi basıncı bize tanı, sınıflandırma ve hastalık takibinde yol gösteren en önemli göstergedir. Bu nedenle göz içi basıncının doğru ve güvenilir ölçümü gereklidir. Göz içi basıncını ölçmede kullanılan Goldmann aplanasyon tonometresi (GAT),günümüzde doğruluğuna en çok güvendiğimiz tanısal bir araçtır. Yaygın olarak kullanılan diğer ölçüm yöntemleri, nonkontakt tonometri (NCT), Tonopen tonometri (TT) ve Paskal dinamik kontur tonometridir (DCT). Santral korneal kalınlık, ilk kez Goldmann ve Schmidt tarafından önerilen aplanasyon tonometresinin en önemli hata kaynaklarından birisi olarak belirtilmiştir. Santral korneal kalınlık ve göz içi basıncı arasındaki ilişkiyi değerlendiren bir çok çalışmada anlamlı korelasyon saptanmış ve göz içi basıncının değerlendirilmesinde santral korneal kalınlığının göz önünde bulundurulması önerilmiştir. Biz bu çalışmamızda hem sağlam hem de glokomlu gözlerde dört farklı göz içi basıncı ölçüm yöntemini kıyaslayarak bunların santral korneal kalınlığından nasıl etkilendiğini araştırdık.

Kişisel değişkenliğin kabul edilebilir düzeyde olduğu, tekrarlanabilir ve doğru sonuçlar veren Goldmann aplanasyon tonometresi, göz içi basıncı ölçümünde altın standart cihaz olarak kabul edilmektedir. Rutin göz muayenesinde kullanımı giderek yaygınlaşan non kontakt tonometre, oküler rijiditeden etkilenmeyen, korneal anestezi ve flouresein uygulamasına gerek kalmadan göz içi basıncı ölçümü yapabilen pratik, risksiz ve güvenilir bir alettir. Paskal dinamik kontur tonometri, doğrudan ve devamlı göz içi basıncı ölçümü yaparak kornea kalınlığından bağımsız değerler elde edilmesini sağlar. Çalışma prensibi tonometre ile kornea ön yüzünün birbirine temas etmesi sonucu kornea iç yüzüne uygulanan basıncın aletin ucundaki sensörce okunması esasına dayanmaktadır. Son yıllarda oftalmoloji pratiğine giren tonopen tonometresi, özellikle Goldmann aplanasyon tonometresinin dezavantajlarını

azaltan elektronik el applanasyon tonometresidir. Kornea ile temas eden uç kısmında tek kullanımlık kılıf olması nedeniyle kontaminasyon riskinin elimine edilmesi, kalibrasyon, öğrenme ve uygulama kolaylığı, deneyim gerektirmemesi, hastanın postüründen etkilenmemesi, hasta uyumluluğunun yüksek ve elde edilen değerlerin objektif olması tonopen tonometresinin üstünlükleridir.

Santral korneal kalınlık (SKK) birçok çalışmada applanasyon tonometresinin en önemli hata kaynaklarından birisi olarak belirtilmiştir. Biz çalışmamızda santral korneal kalınlığı bir ultrasonik pakimetre yardımıyla dilate olmamış pupil üzerinden kornea merkezine dik olarak yerleştirilen pakimetre probu ile ölçtük.

Çalışmamızdaki olgular hasta ve kontrol grubu olarak ikiye ayrıldı. Hasta grubu YYÜ araştırma hastanesi göz hastalıkları kliniği glokom biriminde takip edilen 100 glokom hastası olup, bu hastaların 167 gözü çalışıldı, Kontrol grubu ise rutin oftalmolojik muayene sonucunda herhangi bir oftalmolojik patoloji saptanmayan 50 sağlıklı bireyden oluşmakta idi ve bu olguların 100 gözü çalışmaya alındı.

Glokomlu grupta çalışmaya alınan 100 hastanın ortalama yaşı 54.78 ± 11.73 yıldır. Ortalama GİB, DCT ile 18.33 ± 2.38 mmHg, NCT ile 16.32 ± 2.84 mmHg, GAT ile 15.73 ± 2.98 mmHg, TT ile 16.97 ± 2.48 mmHg idi. Ortalama SKK değerleri ise $533,15 \pm 39.38$ µm olarak bulundu

Çalışmaya alınan kontrol grubundaki 50 sağlam bireyin ortalama yaşı 38.80 ± 13.09 yıldır. Ortalama GİB, DCT ile 16.55 ± 2.34 mmHg, NCT ile 14.48 ± 2.38 mmHg, GAT ile 14.06 ± 2.88 mmHg, TT ile 15.21 ± 1.98 mmHg idi. Ortalama SKK değerleri ise $539,48 \pm 30.55$ µm olarak bulundu.

Hasta ve kontrol grubundaki GİB ortalamaları arasındaki fark anlamlı olarak bulunmuştur. SKK ölçüm ortalamaları arasında ise anlamlı fark yoktur

GİB ölçümleri hasta ve kontrol grubunda en yüksek DCT ile ölçülürken, en düşük GAT ile ölçüldü. Hasta ve kontrol grubunda GİB ölçümleri ile SKK arasındaki korelasyon incelendiğinde; her iki grupta sadece GAT ve NCT ölçümleri SKK ile korelasyon içinde olup, SKK'dan etkilenmektedir, DCT ve TT ölçümleri ise SKK'dan bağımsızdır. Her iki grupta SKK ile en yüksek korelasyona GAT ölçümleri sahipti. Ayrıca GİB ölçüm yöntemlerinin tümü hasta ve kontrol gruplarında korelasyon içinde idi. GAT altın standart olarak kabul edilip hasta ve

kontrol grubunda diğ er ölçüm yöntemlerinin GAT ile uyumu incelendi. Grup içi korelasyon katsayılarına göre GAT ile en uyumlu NCT iken, en uyumsuz DCT görüldü.

Sonuc olarak; GAT günümüzde hala G B  l  m yöntemleri içinde altın standart olma özelliğini korumaktadır. NCT, TT ve son yıllarda araştırmacıların oldukça ilgisini çeken DCT; GAT ile belli düzeylere kadar uyum gösteren pratik ölçüm metodları olup, bazı avantajlar taşısa da, belli hasta grupları ve G B sınırları dışında GAT yerine kullanılabileceklerini düşünmüyoruz. Santral korneal kalınlık ve göz içi basıncı arasındaki ilişkiyi değerlendiren bir çok çalışmada olduğu gibi bizde bu çalışmamızda anlamlı korelasyon saptadık. Bu yüzden göz içi basıncının değerlendirilmesinde santral korneal kalınlığında mutlaka g z n nde bulundurulmasını  ermekteyiz.

SUMMARY

Glaucoma is an optic neuropathy composed of three component which optic nerve head cupping, increased intraocular pressure and progressive visual field defects. Increased intraocular pressure is the most important parameter that informs in diagnosis, classification and follow up. For this reason, assesment of actual intraocular pressure is more important. The most reliable diagnostic instrument for measurement of intraocular pressure is Goldmann applanation tonometer (GAT). Non-contact tonometer (NCT) , Tonopen tonometer (TT) and Pascal dynamic contour tonometer (DCT) are the other widely used measurement instruments.

On the other hand, Goldmann and Schmidt offer that reliability of measured values by applanation tonometer was influenced by central corneal thickness. In most studies that evaluate the relationship between central corneal thickness and intraocular pressure identified the correlation between them and refer that central corneal thickness must be measured when assessing the intraocular pressure. In this study we compared the four different measurement methods in normal and glaucomatous eyes and searched if these methods were influenced by central corneal thickness.

Goldmann applanation tonometer is accepted as gold standard in measurement of intraocular pressure in means of reliability and personal factors. Non-contact tonometer is a fast spreading method in clinical examination. This device is practical, unrisks and reliable and doesn't effected by ocular rigidity, corneal anesthesia and does not need fluorescein application.

Pascal dynamic contour tonometer measures intraocular pressure repeatedly and gives us central corneal thickness free measurements. This instrument works, principally, reading of a value by application of a sensory tip to the corneal surface. Tonopen is a newly investigated hand using electronic applanation tonometer instrument that minimizing disadvantages of Goldmann applanation tonometer. When we consider the advantages of this instrument; elimination of contamination via using disposable coverage contact with the cornea, calibration, facility in usage, need minimal experience, patient comfort and patient adaptation.

The most important error point of applanation tonometer is central corneal thickness. In our study measurement of central corneal thickness was done by using of ultrasonic pachymeter via applying of its probe perpendicular to the central cornea. In this study patients were divided as control and study group. Study group composed of 167 eye of 100 glaucoma patients followed up in Yuzuncu Yil University Ophthalmology Department. Control group was composed of 100 eyes of 50 healthy patients in means of ophthalmologic examination.

Mean age of study group was 54.78 ± 11.73 years. Mean intraocular pressure (IOP) was 18.33 ± 2.38 mmHg with DCT, 16.32 ± 2.84 mmHg with NCT, 15.73 ± 2.98 mmHg with GAT and 16.97 ± 2.48 mmHg with TT. Mean CCT was $533,15 \pm 39.38$ μm .

The mean age of control group was 38.80 ± 13.09 years. Mean intraocular pressure (IOP) was 16.55 ± 2.34 mmHg with DCT, 14.48 ± 2.38 mmHg with NCT, 14.06 ± 2.88 mmHg with GAT and 15.21 ± 1.98 mmHg with TT. Mean CCT was $539,48 \pm 30.55$ μm .

All measurements were statistically significant between the groups, except CCT measurement

IOP measurements were taken highest with DCT and the lower values with GAT. When we measured the groups as correlation between CCT and IOP; while GAT and NCT were affected by CCT, DCT and TT were independent from CCT in both groups. The highest correlation with CCT was in values of GAT. IOP measurements methods were same in both of groups. GAT is accepted as gold standard and looked for concordance with other measurement methods. When the highest concordance with GAT was NCT and the lowest concordance was DCT.

In conclusion, GAT is still gold standard between all IOP measurements methods. NCT, TT and recent method in ophthalmology practice DCT were also have some advantages and correlated up to certain levels with GAT, we don't consider that they can be used instead of GAT. We determined significant correlation between central corneal thickness and intraocular pressure as in many studies. So, when evaluating intraocular pressure, central corneal thickness must be considered.

1.GİRİŞ VE AMAÇ

Glokom yüksek göz içi basıncı, optik sinir başı çukurlaşması, atrofisi ve progressif görme alanı kaybı ile seyreden multi faktoriyel bir optik nöropati olup, geri dönüşümsüz görme hasarına yol açan yaygın bir halk sağlığı sorunudur. Artmış göz içi basıncı(GİB) glokomun tanı, sınıflandırma, hastalık takibi ve tedavisinde yol gösteren en önemli parametredir(Yanoff M, Duker J.S Ophtalmology, 2007). GİB'in doğru ölçümü sadece glokomun tanı, tedavi ve takibi için değil, aynı zamanda kornea, lens ve vitreoretinel hastalıkların tanı ve postoperatif takipleri açısından da çok önemlidir. GİB'in düşürülmesi şu an için glokomatöz hasarın ilerlemesinin engellenmesinde en önemli tedavi seçeneğidir. Bu nedenle gerçek GİB değerinin saptanmasının, glokoma yaklaşımda çok önemli bir yeri vardır (Jack J.Kanski: Clinical Ophtalmology,2003).GİB ölçümleri, aletler arasındaki kalibrasyon ve kişisel ölçüm farklılıklarına, GİB'i ölçülen kişinin o anki sistemik kan basıncı, kalp atım hızı, solunum ritmi, vücut pozisyonu gibi birçok faktöre bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Wilson ve ark. 1993). Görünüşte çok basit gözükken GİB ölçümünün arkasında, elde edilen GİB rakamlarını ve buna bağlı kararları değiştirebilecek pek çok önemli faktör yatar. Whitacre ve Stein -30mmHg'den +24 mmHg'ya kadar değişebilen aralıkta, GİB değişkenliğinin 45 parametreden etkilenebileceğini ileri sürmüşlerdir (Whitacre ve ark. 1993). GİB ölçümünde kullanılan aletlerin güvenilirlikleri yanı sıra uygulama kolaylıklarına sahip olmaları, standart pozisyon dışında da kullanılabilir özellik taşımaları, her yaş için uygulanabilir olmaları, uygulayıcı deneyimine bağlı olmamaları, hasta uyumluluğunun yüksek olması gibi özellikleri bulundurmaları arzu edilir.

Kişisel değişkenliğin kabul edilebilir düzeyde olduğu, tekrarlanabilir ve doğru sonuçlar veren Goldmann applanasyon tonometresi(GAT), GİB ölçümünde standart cihaz olarak kabul edilmektedir. Ancak biyomikroskopa takılı olması, bazı hastalarda uygun pozisyon verme güçlüğü, çocuklarda kooperasyon zorluğu, düzensiz astigmatizmalı, ödemli, skarlı kornealı olgularda hatalı sonuçlar vermesi,

korneal abrazyonlara yol açabilmesi, ölçüm yapabilmek için eğitim gerekmesi ve gözler arası kontaminasyona sebep olabilmesi GAT'nin başlıca dezavantajlarıdır(Amstrong, T.A 1990).

Son yıllarda oftalmoloji pratiğine giren Tono-pen tonometresi (TT),GAT'nin dezavantajlarını azaltan elektronik el aplanasyon tonometresidir. Kornea ile temas eden uç kısmında tek kullanımlık kılıf olması nedeniyle kontaminasyon riskinin elimine edilmesi, kalibrasyon, öğrenme ve uygulama kolaylığı, deneyim gerektirmemesi, hasta postüründen etkilenmemesi, hasta uyumluluğunun yüksek ve elde edilen değerlerin objektif olması TT'nin üstünlükleridir(Amstrong, T.A 1990).

Rutin göz muayenesinde kullanımı giderek yaygınlaşan non kontakt tonometre(NKT),oküler rijiditeden etkilenmeyen, korneal anestezi ve flouresein uygulamasına gerek kalmadan GİB ölçümü yapabilen pratik, risksiz ve güvenilir bir alettir(Plagwitz KU, Lemke K, 1999).

Aplanasyon tonometrelerine alternatif olarak dijital ve yarı-k-lamba mikroskopa takılabilen yeni bir tonometre geliştirilmiştir. Dinamik kontür tonometre(DKT) aplanasyon yapmamaktadır ve korneanın biyomeknik özelliklerinden bağımsız olarak ölçüm yapmak için tasarlanmış bir cihazdır. DKT'nin silikon ucu kornea ile temas eder ancak düzleştirme yapmaz. Silikon ucun içinde gömülü halde bulunan algılayıcılar sayesinde GİB ölçülür. DKT'nin bu ölçüm yöntemine *direkt trans korneal metod* adı verilmektedir (Kotecha A., 2005).

Santral kornea kalınlığının (SKK) aplanasyon tonometri yöntemleri ile yapılan GİB ölçümlerini etkilediği bilinmektedir. SKK'sı büyük olan gözlerde aplanasyon için daha fazla güç kullanılması gerekirken daha ince olan gözlerde düzleşme daha az güçle elde edilebilmektedir. Ocular Hypertension Treatment Study (OHTS) tarafından SKK'sı ince olan gözlerin glokom gelişimi için daha fazla riskli olduğu belirtilmiştir. Oküler hipertansiyonu olan hastaların daha kalın SKK, normal tansiyonlu glokomu olanların ise normalden ince SKK'ya sahip olduğu çalışmalarla ortaya konmuştur.

Bizim bu çalışmamızda amacımız YYÜ Göz Hastalıkları ABD Glokom biriminde takip edilen glokom hastalarında ve sağlam bireylerde GAT, TT, NKT ve DKT ile GİB ölçüm sonuçları arasındaki uyumu değerlendirmek ve bu ölçümlerin SKK ile korelasyonunu tespit etmektir.

2.GENEL BİLGİLER

Yunanca kökenli ve *bulanık* anlamına gelen glokom, Hipokrat döneminden beri bilinmektedir. Ancak glokoma yönelik bilgi birikimi özellikle son 100 yıl içinde şekillenmiştir (Drance S.M.,1997). Geçmişte glokom göz içi basınç (GİB) yüksekliği ile eş anlamlı kullanılırken günümüzde, gangliyon hücre kaybının ve optik diskte ekskavasyonun görüldüğü, sinir lifi demeti tipinde görme alanı defektleriyle karakterize, kronik, ilerleyici, multifaktöriyel bir optik nöropati olarak tanımlanmaktadır (Quigley H.A. ve ark.,1983; Heijl A. ve ark.,1984).

Glokom gelişmekte olan ülkelerde önlenebilen körlüğün önemli nedenlerindendir (Quigley H.A,1996; Tylefors B.ve ark.,1994). Dünyada yaklaşık olarak 100 milyondan fazla insanın göz içi basınçlarının yüksek olduğu ve 2,4 milyon insanda her yıl primer açık açılı glokom geliştiği tahmin edilmektedir (Preffered Practice Patterns Committee, Glaucoma panel,1996).

Göz içi basıncının oldukça kompleks ve tam anlaşılamamış yönleri olsa da en basit ifadesi göz içine olan humör aköz (HA) hızı ile gözü terk eden humör aköz hızı arasındaki denge ile oluştuğu şeklindedir (Guyton AC, Hall JE,1996).Göz içi basıncı fizyopatolojisinde HA en önemli faktör olduğundan bu çalışmaya başlamadan önce HA akım dinamiğinin fizyolojisinin ve bu dinamiği ilgilendiren anatomik oluşumların net olarak anlaşılması gerekmektedir.

2.1. Anatomi

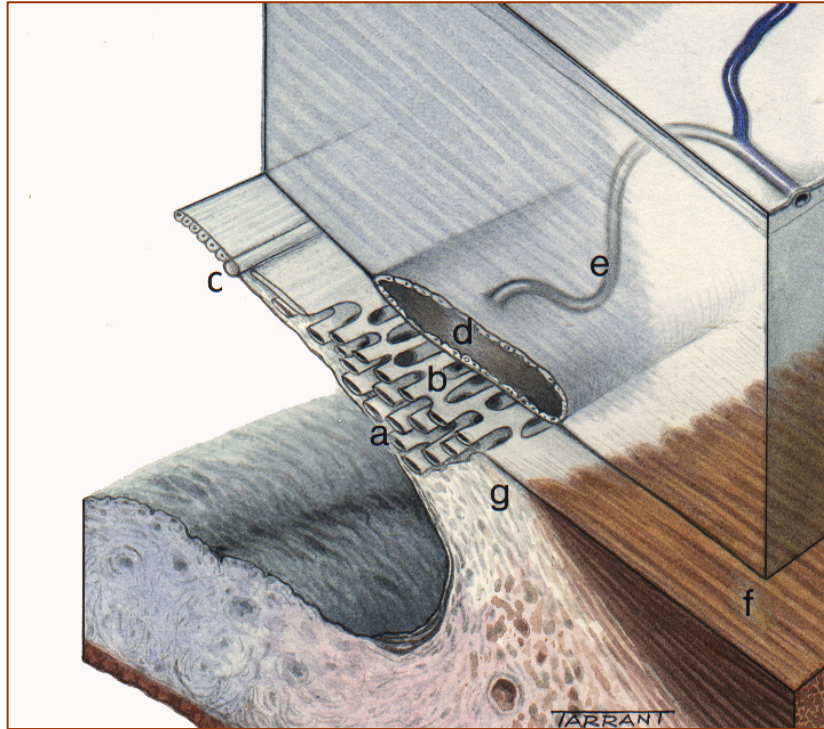
HA tüm göz yapılarını ilgilendiren bir oluşum olsa da esas olarak üretiminin yapıldığı Corpus siliare (Siliyer cisim) ve dışa akımının gerçekleştiği bölge (limbus) anatomisi özellikle incelenmelidir.

HA; arka kamarada bol pencereci kapillerler ve çift katlı epitelyum tabakası içeren silier çıkıntılarda üretilir. Pupiller alandan geçerek ön kamaraya ulaşır. Ön

kamara; önde kornea, arkada iris ve pupilla alanında lens ile sınırlıdır. Normal derinliği 3 mm'dir. HA, kornea ve irisin birleşme yeri olan ön kamara açısından ön kamarayı terk eder. Bu birleşme yeri eksternal olarak kornea ve skleranın birleşme yeri olup *limbus* olarak adlandırılır.

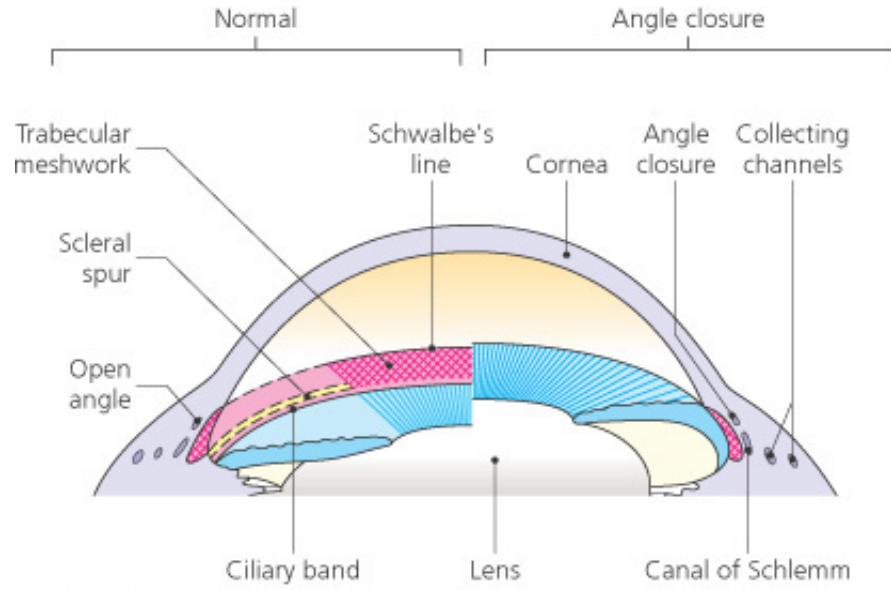
Limbus; kornea, sklera ve konjonktiva arasında 1-2mm genişlikte bir geçiş bölgesidir. İç yüzeyinde skleral oluk bulunur. Bu oluğun arka duvarını skleral mahmuz oluşturur. Bu yapının fonksiyonunun siliyer kas tarafından Schlemm kanalının kollapsının engellenmesi olduğu düşünülmektedir. Elek benzeri bir yapı olan *trabeküler ağ* skleral oluk üzerinden geçerek bir tüp halini almasına neden olur ve bu oluşum *Schlemm kanalı* olarak adlandırılır. Limbus içindeki bu iki yapı ön kamaradaki HA dışı akım sisteminin en önemli elemanlarıdır(Aydın P,Akova Y,2001;American Academy Of Ophtalmology. Glaucoma,2007–2008).

Şekil-1. Aköz dışı akımı anatomisi (Jack J Kanski,2003)



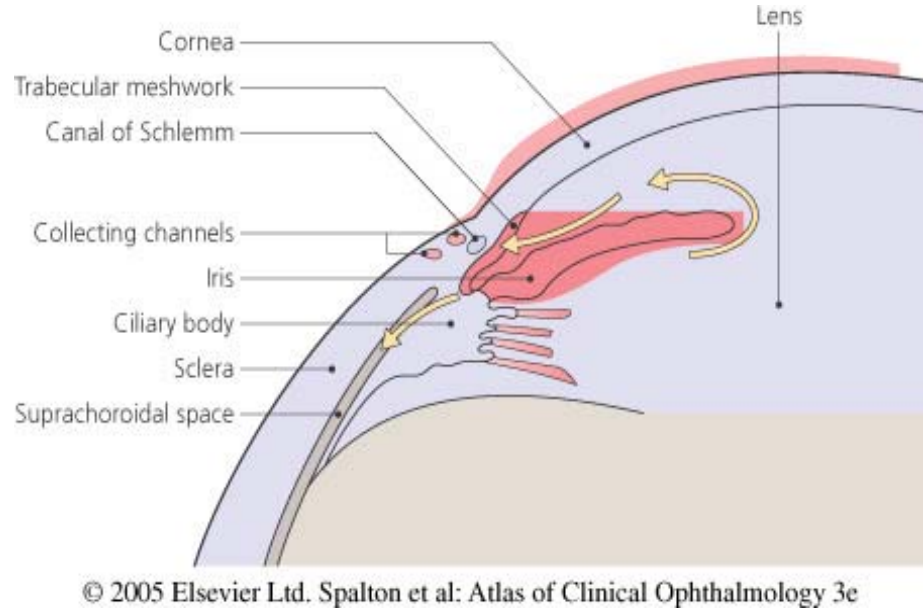
- a- Trabeküler ağ
- b- Korneoskleral ağ
- c- Schwalbe çizgisi
- d- Schlemm kanalı
- e- Kolektör kanallar
- f- Silier cismin longitudinal kası
- g- Skleral spur

Şekil-2. Açık elemanları (normal ve kapalı açı)



© 2005 Elsevier Ltd. Spalton et al: Atlas of Clinical Ophthalmology 3e

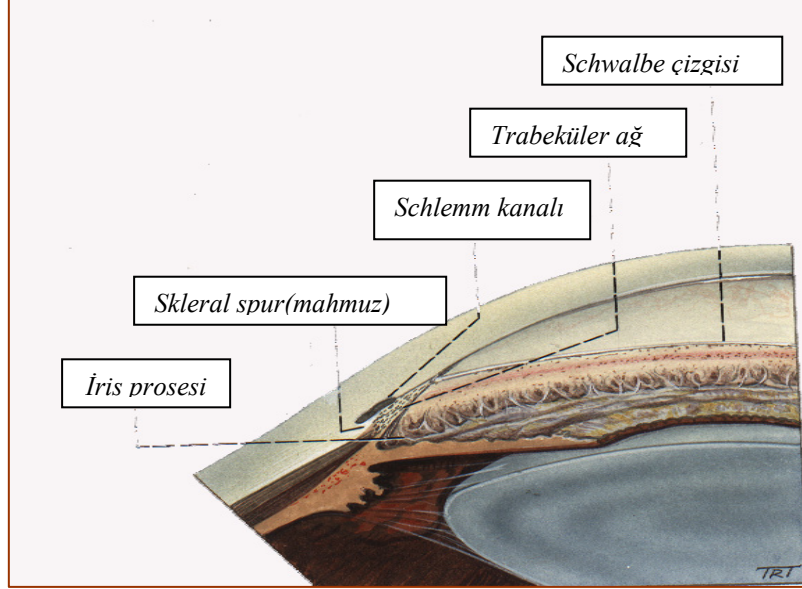
Şekil-3. Açı elemanları ve humör aköz akışı



Trabeküler ağ periferik korneaya ulaştığı noktada bir sırt oluşturur ve bu bölge *Schwalbe çizgisi* olarak adlandırılır. *Schlemm kanalı* intraskleral kanallar ile episkleral venlere açılır. HA dışa akımının anayolu bu üç oluşumdan geçer; trabeküler ağ, Schlemm kanalı ve intraskleral kanallar.

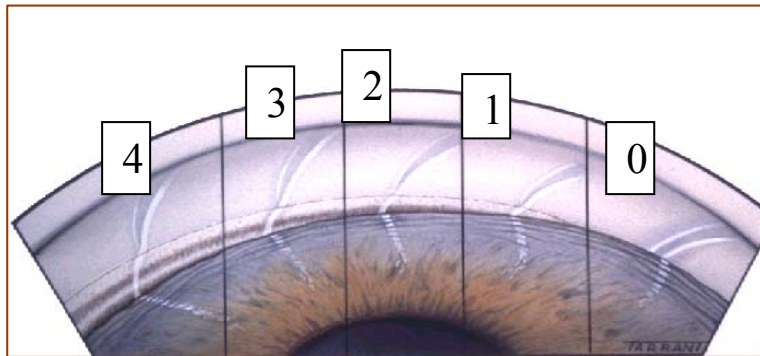
Siliyer cisim skleral mahmuza(spur) tutunarak kendisi ile sklera arasında potansiyel bir boşluk oluşturmaktadır (suprasiliyer boşluk). Kesitsel olarak bakıldığında siliyer cisim üçgen şekilde yerleşimlidir ve HA üretiminin yapıldığı siliyer prosessuslar en iç ve ön bölümdedir. Önde pars plicata, arkada pars plana mevcuttur ve ora serrata koroid ile birleşir. Erişkinde siliyer cismin ön-arka uzunluğu 4.6-5.2mm nazal ve 5.6-6.3 temporal olarak bilinmekte olup bu toplam uzunluğun %75'i pars planaya aittir. İris, siliyer cismin ön yüzüne tutunur ve aköz kompartmanını ön ve arka kamara diye ikiye ayırır. İris ile kornea arasında oluşan açı ise ön kamara açısı olarak adlandırılır. (Jack J Kanski,2003; Aydın P,AkovaY,2001)

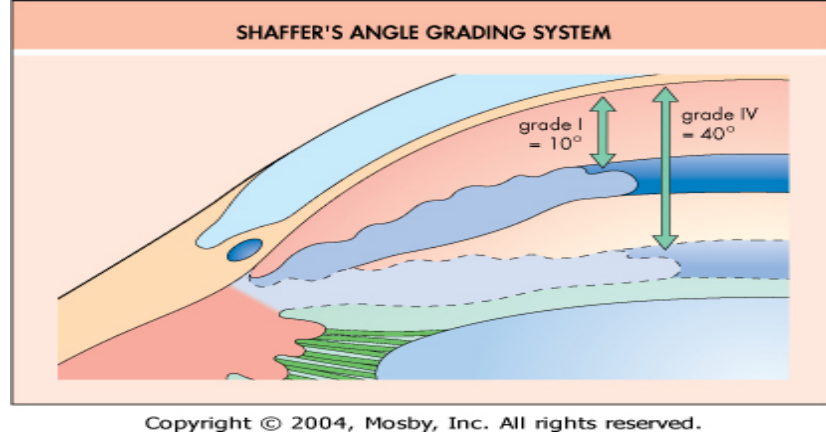
Şekil-4. Açı yapıları (Jack J Kanski, 2003)



Ön kamara açısı glokomun sınıflandırılmasında ve tedavi yaklaşımının belirlenmesinde oldukça önemlidir. Bu nedenle çeşitli şekillerde derecelendirilir. Klinikte en çok kullanılan Shaffer sistemidir. (American Academy Of Ophtalmology.Glucoma ,2007-2008; Yanoff M,Duker J.S,2007; Spalton JD ve ark.,2005; European Glaucoma Society,Glokom için terminoloji ve rehber,2003)

Şekil-5. Shaffer açı derecelendirme sistemi(Jack J Kanski,2003)





Grade 4 (35-45°) : En geniş açıdır. Siliyer band dahil tüm açı oluşumları görülür. Kapanma izlenmez.

Grade 3 (25-35°): Sklera mahmuzu dahil hepsi görülür. Kapanma beklenmez.

Grade 2 (20°) : Orta derecede dar açıdır. Schwalbe çizgisi, trabeküler sistem görülür. Sklera mahmuzu görülemez. Kapanma olasılığı çok azdır.

Grade 1 (10°) : Çok dar açıdır. Schwalbe çizgisi görülebilir. Kapanma olasılığı yüksektir.

Grade 0 (0°) : Açı tamamen kapalıdır. Hiçbir oluşum görülmez. İridokorneal temas söz konusudur.

2.1.1.Schlemm Kanalı

Schlemm kanalı, asılarak idam edilen mahkûmun kanalının kanla dolması görüldükten sonra tanımlanmıştır (Drusedau M.U,2000).Çapı 350µm'dir.

Schlemm kanalı, duvarı tek katlı endotel hücreleri ve ince bir bağ dokusu ile kaplı bir lenfatik kanal görünümündedir ve internal skleral sulkus yerleşimlidir (Jack J Kanski,2003; Aydın P,AkovaY,2001). Kanalin lümeni gözün venöz sistemi ile direkt bağlantılıdır. Bu bağlantıya rağmen göz içi basıncı episkleral venöz basıncın altına düşmedikçe genellikle kanalda kan görülmez. (Tripathi RC.,1977)

Kanalin dış duvarı direkt skleraya dayanır ve iç duvarı trabeküler ağın jukstakanaliküler bölgesine bakar.

Basınca maruz kalınca kanalın iç duvarında dev vakuoller oluşur. Bu vakuollerin oluşması basınca bağımlı, enerjiden bağımsızdır. Göz içi basıncı fizyolojik sınırlar içinde yükseldikçe Schlemm kanalı iç duvarındaki vakuollerin büyüklüğü artmaktadır. Tersine, parasentezde olduğu gibi GİB azaldıkça vakuoller de azalmaktadır (Grierson I, Lee WR.,1975).

Por olarak adlandırılan küçük açıklıklar iç duvarda vakuol içeren veya içermeyen bölgelerde bulunurlar. Porların, HA'nın Schlemm kanalının iç duvarında katettiği yolu temsil ettiği düşünülmektedir. Günümüzde iki tip por tanımlanmaktadır: İntraselüler ve interselüler porlar. İnterselüler porlar endotelial hücreler arasında interselüler yarık boyunca oluşur ve perfüzyon basıncı ile ilişkilidir. İç duvardaki endotelial hücreler iki tip interselüler bağlantı ile birleşmektedir. Son çalışmalar, artan basınç ile iç duvarlar arasındaki bağlantıların karmaşıklığının azaldığını göstermiştir (Inomata H ve ark.,1972).

2.2. Humör Aköz

HA, için uzun yıllar boyunca çalışmalar yapılmış ve halen yapılmaktadır. 20. yy ortasına kadar HA, sabit ve duru bir sıvı olarak kabul edildi. 1942'de Ascher kendi deyimiyle "Aköz venleri" tarif etti ve ön kamarada devamlı sıvı üretimi ve venöz sistem drenajı olduğu ispatlandı (Krupin T.ve ark.,1992).

2.2.1. Hüümör Aköz Fonksiyonları

HA ön segmentte çok önemli fonksiyonları yerine getirir. Bu fonksiyonlar, sabit sıvı akımı ve yeterli göz içi basıncı sağlayarak gözün yapısal bütünlüğüne ve optik fonksiyonlarına katkıda bulunur (American Academy Of Ophtalmology. Glaucoma, 2007-2008).

Kornea, lens ve trabeküler ağın metabolik fonksiyonlarına katkıda bulunarak bu dokulara besin maddeleri (glukoz, oksijen, aminoasitler gibi) sağlarken, metabolik artıkları uzaklaştırır. Lens, aköz içinden potasyum ve aminoasitleri alır, sodyum verir. HA'da yüksek miktarda askorbat bulunmaktadır. Antioksidan olan askorbat değişik çalışmalarda iriste katekolamin depolanmasını etkiler, trabeküler yapıdaki glikozaminoglikanların jel dengesini düzenler, kısmi olarak kataraktojen ultraviyole radyasyonu absorbe eder ve süperoksit radikal ajan olarak görev yapar. Ayrıca iltihabi

ve enfeksiyöz durumlarda, hücrel ve hümöral bağışıklık sistemlerini başlatır (Krupin T.ve ark.,1992).

2.2.2. Yapım Mekanizmaları

HA, siliyer cisim pars plikata ön yüzündeki siliyer prosessuslar içinde, kapiller ağdaki plazmadan oluşturulur. Bu sıvının arka kamaraya ulaşması için siliyer prosessuslar içinde kapiller endotel duvar, stroma ve yüzeydeki iki katlı epitel tabakaya geçmesi gerekir. Hücreler arası sıkı bağlantılara bağlı olarak epitel tabakası sıvı geçişine bariyer oluşturur ve sıvılar siliyer epitelden 3 ana mekanizma ile geçebilir (Shields M.B,1998).

- 1- Diffüzyon
- 2- Ultrafiltrasyon
- 3- Aktif taşıma

Bu üç mekanizmanın HA oluşumundaki oranları tartışmalı bir konu olmasına rağmen, son çalışmalar en önemli payın (%80-90) aktif sekresyona ait olduğunu göstermektedir (Wilson F.M.,1991; Krupin T.,1998). Yapım hızı oküler florofotometrik teknik kullanılarak yapılan ölçümlerle 1.8-4.3 $\mu\text{L}/\text{dak.}$ olarak bulunmuştur. HA akımının sirkadiyen ritmi vardır. Sabahları en fazla olan HA akım hızı, gece uyku sırasında en azdır. HA üretimi yaşla hafif bir azalma göstermektedir. Ancak bu düşüşün daha önceden varsayıldığı kadar fazla miktarda olmadığı florofotometrik çalışmalarla ortaya konmuştur (10 yaşından sonra her dekat için ortalama %2,4-3,2'lik bir düşüş saptanmıştır) (Dobbie J.G.,1963).

Diffüzyon: Yağda çözünen maddeler, hücre membranında yağ ihtiva eden kısımlardan konsantrasyon oranına uygun şekilde pasif olarak geçebilir(Enerjiden bağımsız). HA ile lens, vitreus ve siliyer cisim arasında oksijen, glukoz, karbondioksit, aminoasit, piruvat ve potasyum değişimi sağlamaktadır. Bu olay HA içeriğini etkiler ancak yapımına doğrudan etkisi bulunmamaktadır(American Academy Of Ophtalmology. Glaucoma, 2007-2008).

Ultrafiltrasyon: Su ve suda çözünen maddeler, büyüklük ve yüklerine bağlı olarak, hücre membran proteinlerindeki teorik mikro boşluklardan kandaki hidrostatik basınç ve siliyer cisim ozmotik basıncının etkisiyle pasif olarak geçer(Enerjiden bağımsız).

Bazı yazarlara göre HA yapımının %70 kadarı pasif hareketle su ve suda çözünen maddelerin kan siliyer cisimlerin ozmotik basıncı arasındaki farka bağlı olarak plazmadan arka kamaraya geçişi ile sağlanmaktadır (Wilson F.M.,1991). Ultrafiltrasyon ve aktif sekresyonun HA oluşumundaki oranlarını bilmek glokomda HA yapımını azaltan ilaçların etki mekanizmalarını anlamak açısından önemlidir. Pek çok gözlem ultrafiltrasyonun HA oluşumunda ana faktör olamadığını göstermektedir. Öncelikle Ouabain, Na-K ATPaz inhibisyonu ile %70 oranında HA oluşumunu azalmaktadır. İkinci olarak Bill 1973’de deneysel olarak yaratılan sistem ile kan basıncı değişikliklerinin HA oluşumunda çok hafif değişiklikler yarattığını göstermiştir. HA’nın ultrafiltrasyon ile oluşturulması için teorik olarak siliyer kapiller basıncın 49-57 mmHg olması gerekmektedir. Ek olarak askorbat’ın arka kamarada plazmadan daha yüksek oranda olması buna karşılık üre gibi yüksek difüzyon yeteneğine sahip olan maddelerin HA’da düşük olması aktif sekresyonun ana mekanizma olduğunu ispatlamaktadır. HA oluşumunda, ultrafiltrasyon ufak klinik öneme sahip olmasına rağmen; kan HA bariyerinin yıkıldığı inflamasyon, intraoküler cerrahi ve siklodestrüktif prosedürlerde siliyer epitelden sıvı akışı büyük ölçüde ultrafiltrasyon yoluyla (Orhan M. Hümör Aköz Dinamiği. Glokom, 2003).

Aktif transport(Sekresyon): Suda çözünen büyük veya yüklü maddeler, hücre membranındaki globuler proteinler vasıtasıyla enerji karşılığı aktif olarak geçer (Shields M.B,1998).

Siliyer proses stromasında, arka kamaraya madde transferi sonucu siliyer epitel hücreleri üzerinde ozmotik basınç farkı oluşturulur ve su pasif olarak kimyasal gradientine bağlı olarak katı maddeleri takip eder. İki katlı epitel tabakası, hücreler arası gap junctionların sağladığı yaygın hücreler arası iletişime bağlı olarak sekresyon işleminde tek bir ünite gibi hareket eder. Madde transferi temel olarak bu hücreler içinden gerçekleşir (Shields M.B,1998).

Metabolik olarak aktif olan pigmentsiz siliyer epitel hücreleri HA yapımında ana unsuru oluşturmaktadır. Na-K ATP’az pompa sistemi ile Na pigmentsiz siliyer epitel hücreleri arasındaki açıklıklardan arka kamaraya aktif olarak taşınır. Negatif elektrik yüklü iyonlar da sodyumu takip ederek arka kamaraya geçerler. Bu iyonlar karbonik anhidraz enzimi ile ortaya çıkan bikarbonat ve sodyumu takip eden klordur. Bu şekilde pigmentsiz epitel hücreleri arasındaki boşluklarda ozmotik basınç yükselir

ve hücreden arka kamaraya doğru sıvı taşınmasına yol açar. Bu aktif taşımada glukoz, aminoasit, oksijen gibi temel maddeler yer almaz, Bu temel maddeler iris ve siliyer cisimden diffüzyon yolu ile HA içine ulaşırlar.(Orhan M. Hümör Aköz Dinamiği. Glokom, 2003).

2.2.3. Hümör Aköz Üretim Hızı

HA üretim hızı (içe akım) ortalama 2,0 μ L/dak. olarak kabul edilir. Sinirsel ve humöral etkenler, özellikle cAMP, HA üretim hızını etkiler. HA uyku sırasında %45 azalır. HA'daki diurnal değişiklik siliyer epiteldeki β adrenerjik reseptörlere etkili endojen epinefrin düzeylerindeki değişikliklere bağlanmaktadır. Yaşlanma ile HA üretimde dekat başına yaklaşık %2'lik azalma oluşur. Diabetes Mellitusta da tipe bağlı olmaksızın HA üretimi azalmıştır. Enflamasyon sırasında muhtemelen siliyer epitel hasarına bağlı olarak HA üretim azalır; benzer olarak akut siklodyaliz sonrasında akut hipotoni safhasında da HA üretimi azalmıştır (Shields M.B,1998).

2.2.4. Hümör Aköz Dışa Akımı (HA dinamiği)

İnsanda ortalama HA hacmi 250 μ lt.'dir. Normal bir gözde HA üretimi 2-2,5 μ lt./dak. olup gün içi değişkenlik göstermektedir. Uyku esnasında HA üretimi %50 azalmaktadır(gece 1,2 μ lt/dak; sabah öğle arası 3 μ lt/dak; öğle ile gece saatleri arası ise 2,7 μ lt/dak olmaktadır).Gün içi sirkadyen ritim haricinde HA akışını düzenleyen başka bir mekanizma bilinmemektedir. HA salındıktan sonra ön kamaraya geçer ve göz içi dolaşımını tamamlayarak iki ana yoldan gözü terk eder.

Trabeküler yol: Trabeküler ağ→Schlemm kanalı→Toplayıcı kanallar→Aköz venler→Episkleral venöz dolaşım

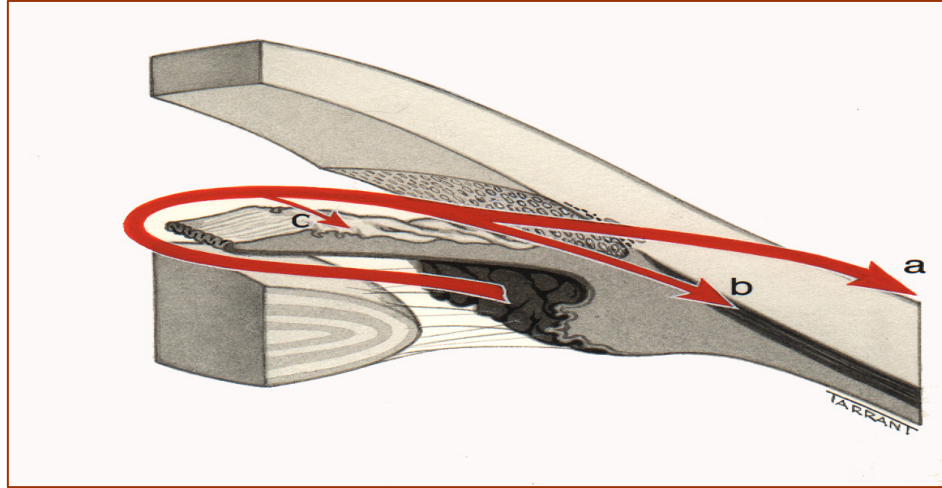
Üveaskleral yol: İris kökü boyunca üveal ağ ve siliyer kasın ön yüzü→Kas liflerinin arasındaki konnektif doku→Suprakoroidal boşluk

Bu HA dinamiği ile GİB ± 2 mm Hg civrında sabit tutulmaktadır. GİB büyük ölçüde HA'nın ön kamaradan Schlemm kanalına akışında karşılaştığı trabeküler ağ direnci tarafından belirlenmektedir. Ön kamaradan trabeküler ağ yoluyla Schlemm kanalına doğru HA geçişi GİB'e bağlıyken, üveaskleral yoldan drenaj GİB'den bağımsızdır. GİB arttığında sıvının kanal içine akış hızı belirgin derecede artmaktadır. Yüksek tansiyonlu gözlerde schlemm kanalındaki akış direnci yüksek olup, GİB'de artışa neden olmaktadır.

İris sfinkter ve/veya siliyer kas kontraksiyonu fiziksel olarak trabeküler ağ konfigürasyonunu değiştirir. Kas gevşemesi çıkış direncinin artması ile sonuçlanmaktadır. Gangliyon bloke edici ajanlar ve kolinerjik antagonistler bu direnci arttırırken; akomodasyon, kolinerjik agonistler ve korneal bası yoluyla lensin arkaya doğru yönlendirilmesi dışa akım direncini azaltır (Türk Oftalmoloji Derneği, Akademik Eğitim Programı, Glokom,2006; Aydın P,AkovaY,2001).

Pupilla açıklığından ön kamaraya ulaşan HA, ön kamarayı %80-90 oranında trabeküler sistemden (konvansiyonel drenaj) terk ederken, %10-20 oranında uveoskleral ve uveovorteks sistemden terk etmektedir. Bazı ilaçlar ve patolojiler, siliyer cisimdeki ekstrasellüler matriks ve siliyer kas lifleri arasından uveoskleral drenaj oranını arttırmaktadır. Uveoskleral drenaj, GİB düzeyinden bağımsızdır. HA'nın siliyer cisme ve buradan kas lifleri arasına geçmesini önleyecek bariyer bulunmamaktadır. HA, siliyer kas bölgesinden suprasiliyer ve suprakoroidal boşluğa (uveal damarlara) ulaşır(American Academy Of Ophtalmology. Glaucoma, 2007-2008).

Şekil-6. Aköz Dışa Akım Fizyolojisi(Jack J Kanski,2003)



a- Konvansiyonel dışa akım

b- Uveoskleral dışa akım

c- İris dışa akımı

Konvansiyonel drenajda HA, trabeküler ağ, schlemm kanalı ve kollektör kanallar yolu ile episkleral venlere ve oradan sistemik dolaşıma geçmektedir. Bu sistem GİB'nın belli sınırlarda tutulmasını sağlamaktadır. Bunun sağlanabilmesinin yolu da bu konvansiyonel drenaj yollarının dışarı akıma karşı belli bir direncin olması ile mümkündür. Geri akımı schlemm kanalının iç duvar yapısı ve trabeküler sistemin tek yönlü valv gibi çalışması engellemektedir. Trabeküler sistemin endotel hücre tabakasının hücre artıklarını temizleyerek trabekülümün kapanmasını önleyecek fagositoz yeteneği vardır. Ayrıca HA'nın pıhtılaşmayı önleyici doku plazminojen aktivatörü içermesi de önemli bir koruyucu unsurdur.(Orhan M. Hümör Aköz Dinamiği. Glokom, 2003)

Trabeküler endotel hücreleri, trabekülüm yapısını oluşturan glikozaminoglikan ve glikoproteinlerden oluşan ekstrasellüler matriksin yapımında da görev almaktadır. Trabeküler ağ ile Schlemm kanalının birleşim bölgesi juxtakanaliküler doku olarak isimlendirilir ve trabeküler endotel hücreleri, ara bağ dokusu ve Schlemm kanalı iç duvar endotel hücrelerinden oluşur. Bu hücre tabakasını geçen HA, Schlemm kanalı içine ulaşır ve episkleral damarların venöz dolaşımına katılabilmek için iki farklı yol izleyebilir. Endotel hücreleri HA dışı akımına karşı direncin bir kısmını oluşturmaktadır. Schlemm kanalı iç duvar endotel hücreleri por ve vakuoller içermektedir ve bu vakuoller transselüler kanalları oluşturmaktadır. HA, schlemm kanalından episkleral dolaşıma katılabilmek için sklerayı oblik kateden kıvrımlı, kompleks bir yol takip ederek sayıları otuza ulaşan eksternal kollektör kanallardan birine yönelir ve bu kanallardan derin skleral pleksus ve intraskleral venöz pleksusa ve oradan da episkleral venlere geçer. Bu geçiş esnasında HA ve kan karışmaktadır(Ascher K.W,1942; Casey J.W,1984).

Uveoskleral dışı akım oldukça sınırlı miktardadır ve iris damarları, siliyer kas ve ön koroidal damarlardan veziküler taşıma ile enerjiye bağlı olmadan meydana gelmektedir(Orhan M. Hümör Aköz Dinamiği. Glokom, 2003).

2.2.5. Hümör Aköz Farmakolojisi

Günümüzde GİB'i düşürmek için kullanılan ilaçlar ya HA üretimini baskılayarak, ya da HA çıkışını arttırarak etki etmektedirler. Bu amaçla kullanılan ilaçlar şunlardır:

- 1)Kolinerjikler
- 2)Adrenoreseptör agonistleri
- 3)Karbonik anhidraz inhibitörleri
- 4) β -adrenoreseptor antagonistleri
- 5)Prostoglandin analogları

HA salınımını α_2 adrenoreseptörler azaltırken, β adrenoreseptörler artırır. Siliyer uzantıların stromal damarlarını çevreleyen myelinsiz sinir lifleri noradrenerjik yapıda olup damar çapına etkilidir. Siliyer gangliyonun uyarılması ile HA üretimi artar. HA salınımındaki adrenerjik etkiler sinir uçlarından siliyer stromaya doğru salınan nörotransmitterler ve dolaşımda bulunan katekolaminler vasıtasıyla gerçekleşir. Hem α -1 antagonist hemde α -2 agonist özellikleri olan Klonidin, oküler kan akımını ve HA üretimini azaltır. Epinefrin HA üretimini β -adrenoreseptörler yoluyla artırırken, α -2 adrenoreseptörler yoluyla azaltır. Apraklonidine ve Brimonidine gibi α -2 adrenerjik agonistler başlıca HA üretimini azaltma yoluyla GİB i düşürürken aynı zamanda üveaskleral dışa akımında artırırlar. Selektif α -1 antagonist ve non selektif β - reseptör blokeri olan Amosulalol de aynı şekilde hem HA üretimini azaltır, hemde üveaskleral dışa akımı arttırarak GİB i düşürür.

Kolinerjik agonistler siliyer kas üzerine etkileriyle trabeküler yol boyunca HA dışa akımını arttırırken,üveoskleral yoldan dışa akımı azaltırlar.Bu durum insanlarda artmış net dışa akım neticesinde azalmış GİB ile sonuçlanmaktadır.

Prostoglandin analogları trabeküler dışa akımı düzenledikleri gibi, aynı zamanda üveoskleral dışa akımında arttırırlar. Bu sonucun PGF-2 α etkisiyle gelişen silyer kas gevşemesi ve takip eden kas lifleri arasındaki konnektif dokuda yer alan tip 1 ve tip 3 kollajenin çözülmesi yoluyla geliştiği sanılmaktadır.

Karbonik anhidraz inhibitörleri sistemik ve topikal olarak HA üretimini azaltarak GİB düşüşü sağlarlar.

Endojen kortikosteroidlerin günlük HA akış ritmi üzerine hemen hemen hiç etkisi yoktur. Glokomlu hastaların plazma kortizol düzeyleri normal bireylere göre daha yüksek bulunmuştur. Duyarlı bireylerde hangi yolla uygulanırsa uygulansın kortikosteroid tedavisiyle dışa akımda azalma oluşarak GİB’te artış gelişebilmektedir. Bu etki, HA dışa akım sistemlerindeki hücre ve dokularda yer alan karbonhidrat, protein, hyalüronik asit ve kollajen gibi yapıların dağılımının

etkilenmesi yanı sıra, tedaviye bağılı prostaglandin üretiminin baskılanması,fagositoz ve proteaz aktivitesinin azalması,gen ekspresyonu ve hücrel konfigirasyonun bozulması neticesinde gelişebilir(Türk Oftalmoloji Derneği Akademik Eğitim Programı,26.Ulusal oftalmoloji kursu,Glokom,Nisan-2006; American Academy Of Ophtalmology.Glaucoma ,2007-2008;Yanoff M,Duker J.S,2007;Europen Glaucoma Society,Glokom için terminoloji ve rehber,2003).

2.2.6. Hümör Aköz Üretimini Azaltan Nedenler

Genel

Yaş
Gün içi ritm
Egzersiz

Sistemik

Sistemik tansiyondaki azalma
İnternal karotid arter kan akımındaki yapay azalma
Diensefalik uyarım
Hipotermi
Asidoz
Genel anestezi

Lokal

Artmış GİB
Üveit
Retina dekolmanı
Retrobulber anestezi
Koroid dekolmanı

Farmakolojik

β -adrenoreseptör antagonistleri (ö: timolol, betaxolol, lenobunolol, carteolol, metipranolol)

KAI'leri

Nitrovazodilatatörler, ANF

Kalsiyum kanal antagonistleri

5-HT_{1A} antagonistleri (ö: ketanserin)

DA₂ agonistleri (ö: pergolide, lergotrile, bromocriptine)

α_2 -Adrenoreseptör agonistleri (ö: apraclonidine, brimonidine)

ACE inhibitörleri (ö: enalaprilat, ramiprilat, fosinopril)

H₁ reseptör antagonistleri (ö: antazoline, pyrilamine)

Δ^9 -tetrahydrocannabinol (Δ^9 -THC)

Metabolik inhibitörler (ö: DNP, fluoracetamide)

Kardiyak glioizidler (ö: ouabain, digoxin)

Spironolactone

Plazma hiperosmolalitesi

Cyclic GMP

Opioid reseptörler agonistleri (ö: Dynorphin A)

Cerrahi

Siklodializ

Siklokrioterapi

Siklodiatermi

Siklofotokoagülasyon

2.2.7. Hümör Aköz Dışa Akımı Azaltan Nedenler

Yaş

Kortikosteroidler

Parasempatolitikler

Gangliyon blokörleri

P maddesi

Bazı oküler cerrahiler

Su içilmesi

Kan hücreleri, pigmentler, yüksek molekül ağırlıklı maddeler

2.2.8. Hümör Aköz Dışa Akımını Arttıran Nedenler

Gebelik

Silyer kas tonusu

Ön kamara derinliği

Parasempatomimetikler

cAMP, bradikinin, PG

ALT, filtrasyon cerrahisi. (Dobbie J.G,1963; Casey J.W,1984; Pederson J.E ve ark,1984; Armaly F.M,1963; Carenini M.D,1967)

2.3.Glokom Ve Hümör Aközün Rolü

Glokomda görülen optik sinir çukurlaşmasının nedeni aksonal doku kaybıdır. Bu aksonal doku kaybindan mekanik, vasküler, genetik ve diğer risk faktörleri sorumludur. En büyük risk faktörü olan yüksek göziçi basıncı (GiB), optik sinir başında hem mekanik etki ile sinir lifi kaybına yol açmakta, hem de iskemik etki ile optik sinir başının mikrosirkülasyonunu bozarak nöron kaybına neden olmaktadır.

İkinci sırada damarsal faktörler yer alır. Bunlar sistemik ve lokal olarak iki alt grupta incelenebilir. Hipertansiyon ve nokturnal hipotansiyon glokomun risk faktörleri arasındadır ve hastalığın progresyonundan sorumludurlar (Hayreh S.S ve ark.,1994). Kardiyovasküler ve serebrovasküler hastalık, migren ve vazospastik sendrom normal basınçlı glokom hastalarında sık olarak görülebilmektedir. Lokal vasküler risk faktörleri arasında disk hemorajileri, peripapiller atrofi, koroidal skleroz, ve lokal peripapiller damarlarda daralma bulunmaktadır.

Glokom patogenezinde ileri yaş, etnik özellikler (siyah ırk), yüksek miyopi (>4D) rol oynayan diğer faktörler arasında sıralanabilir (Rader J.ve ark.,1994).

Glokomun etyopatogenezinde çeşitli glokom tiplerinde farklılıklar bulunmakla birlikte genel olarak değişik lokalizasyonlarda şu farklılıklar incelenebilir:

2.3.1.Trabeküler Doku Ve Schlemm Kanalı Değişiklikleri

Glokomun ortaya çıkmasında daha çok drenaj kanallarındaki artmış direncin üzerinde durulmaktadır. Yapılan çalışmalar trabeküler dokuda glokomda ortaya çıkan değişikliklerin yaşla oluşan değişikliklere büyük oranda benzediğini ortaya koymuş ve glokomdaki bulguların bu değişikliklerin daha abartılı şekli olduğu düşünülmüştür. Trabeküler dokuda üç tür hücre bulunur. Bunlardan *trabeküler hücreler* lamelleri çevreleyerek fagositoz, doku tamiri ve fibril oluşumunda rol oynar. *Kribriform hücreler* bu bölgede ekstrasellüler matriks yapımı ve fibril yapımını üstlenirler. *Endotelial hücreler* ise Schlemm kanalı iç duvarını oluşturup bazal membranın yapımı yanı sıra HA'nın geçeceği mikrokanal, por ve vakuollerin oluşumunda rol oynarlar.

20 yaşında genç bir insanda trabeküler dokuda 750.000 hücre varken 70 yaşında bu sayı 400.000'den daha azdır. Her yıl için ortalama 6000 hücre kaybı söz konusudur. Bu kayıp oranı glokomda daha da artmaktadır. Böylece trabeküler hücre fonksiyonlarında özellikle fagositozda önemli ölçüde azalma ortaya çıkmaktadır (Eryılmaz T.,1992; Alvarado J.A ve ark.,1986).

Artan yaşla birlikte olduğu gibi glokomda da trabeküllerin nüvesini teşkil eden kollajenin, elastine benzer bir materyalle infiltre olduğu görülmekte ve buna kıvrık kollajen denilmektedir. Son yıllarda glokomun patogenezinde kollajenin bileşimindeki bozuklukların önemli bir role sahip olduğu ileri sürülmektedir. Kollajenin yapısındaki bozukluklar sonucu gözde artan basınca karşı direnç azalmakta ve optik diskte çukurlaşma, trabeküler doku gözeneklerinde daralma ve kapanmalar ve dışa akışa karşı artmış direnç gelişmektedir. Glokomda Schlemm kanalı endotelinde pinositik vakuollerin azlığı da dikkat çekicidir. Bu vakuollerin normal gözlerde humör aközün geçişini sağladığı ve içeriğini kanala boşalttığı bilinmektedir. İlerlemiş glokomlarda bu vakuollerin hemen hemen hiç bulunmadığı gözlenmiştir (Chazidhry H.A ve ark.,1979; Arkady P ve ark.,1976).

Tripathi ve arkadaşlarının katarakt ve glokom hastalarında ön kamara sıvısı ve büyüme faktörlerini inceledikleri, 200 vakalık geniş çalışmalarında glokom hastalarında, aköz sıvı da artmış protein miktarlarına rastlanmış ve glokomatöz aköz

sıvılarda transferin ve $TGF\beta_2$ yüksek oranda bulunmuştur (Tripathi R.C ve ark.,1994).

2.3.2.Optik Sinir Değişiklikleri

İlk kez Müller tarafından glokomda optik sinir başının çukurlaşmasının en sabit bulgu olduğu tarif edilmiş ve glokomda optik sinir başında en erken değişikliklerin lamina kribrozada başladığı gösterilmiştir (Minclar D.S,1989; Eryılmaz T.,1992).

Elektron mikroskobu ile yapılan çalışmalarda glokomda göz içi basıncının yükselmesinde lamina kribroza üzerine iki tür basıncın etkili olduğu gösterilmiştir. Birinci türde artan GİB ile laminar şeritlerin komprese olduğu, ikinci şekilde ise artmış skleral gerilme ile optik sinirin kenarının çekildiği görülmüştür. Glokomda görülen optik sinir çukurlaşmasının nedeni mekanik, vasküler, genetik ve diğer risk faktörlerinin sorumlu olduğu aksonal doku kaybıdır. En büyük risk faktörü olan yüksek GİB, optik sinir başında hem mekanik etki ile sinir lifi kaybına yol açmakta, hem de iskemik etki ile optik sinir başının mikrosirkülasyonunu bozarak nöron kaybına neden olmaktadır. (Yanoff M,Duker J.S,2007)

İkinci sırada yer alan damarsal faktörler sistemik ve lokal olarak iki alt grupta incelenebilir. Hipertansiyon ve geceleri saptanan nokturnal hipotansiyon glokomun risk faktörleri arasındadır ve hastalığın progresyonundan sorumludurlar (American Academy Of Ophtalmology. Glaucoma, 2007-2008). Kardiyovasküler ve serebrovasküler hastalık, migren ve vazospastik sendrom normal basınçlı glokom hastalarında sık olarak görülmektedir. Lokal vasküler risk faktörleri arasında disk hemorajileri, peripapiller atrofi, koroidal skleroz, ve lokal peripapiller damarlarda daralma bulunmaktadır (Rader J ve ark.,1994).

2.4. Glokomun Sınıflandırılması

Glokom; kronik, ilerleyici, multifaktöriyel ve ana risk faktörlerinin başında göz içi basınç yüksekliğinin geldiği, karakteristik görme alanı kaybı ve optik disk

hasarı ile seyreden bir grup optik nöropati olarak tanımlanabilir(American Academy Of Ophtalmology. Glaucoma, 2007-2008).

Klinik olarak glokom birçok şekilde sınıflandırılmaktadır(Europen Glaucoma Society, Glokom için terminoloji ve rehber,2003). Bunlar yaşa göre (infantil, juvenil, erişkin), HA'nın dışı akım tıkanıklık bölgesine göre (pretrabeküler, trabeküler, posttrabeküler), etkilenen dokuya göre (örn. lense bağlı oluşan glokom) ve nedene yönelik (örneğin; santral ven okluzyonuna bağlı neovasküler glokom) olarak ayrılabilir. Tüm bu sistemler içinde patofizyolojiye yönelik olmasından ve klinik tedavi için bir başlangıç noktası olarak kullanılmasından dolayı, en sık açık açılı glokom ve kapalı açılı glokom sınıflandırması kullanılmaktadır (American Academy Of Ophtalmology. Glaucoma,2007-2008).

I. AÇIK AÇILI GLOKOMLAR

A- Primer Açık Açılı Glokom

- 1- Primer Açık Açılı Glokom
- 2- Primer Juvenil Glokom
- 3- Normal Tansiyonlu Glokom
- 4- Oküler Hipertansiyon

B- Sekonder Açık Açılı Glokom

- 1- Pseudoeksfoliatif Sendrom ve Glokom
- 2- Pigmenter Glokom
- 3- Lense Bağlı Glokom
- 4- Travmaya Bağlı Glokom
- 5- Göziçi Hemorajisine Bağlı Glokom
- 6- Üveitik Glokom
- 7- Fakomatozlar ve Göziçi Tümörlere Bağlı Glokom
- 8- Retina Dekolmanına Eşlik Eden Glokom
- 9- Kortikosteroid Glokomu
- 10- Göz Cerrahisi ve Lazere Bağlı Glokom
- 11- Göz Dışı Hastalıklara Bağlı Glokom
- 12- Episkleral Venöz Basıncı Artışına Bağlı Glokom

II- AÇI KAPANMASI GLOKOMU

A- Primer Açı Kapanması Glokomu

- 1- İntermittan Açı Kapanması Glokomu
- 2- Akut Açı Kapanması Glokomu
- 3- Kronik Açı Kapanması Glokomu

B- Sekonder Açı Kapanması Glokomu

- 1- Pupiller Bloklü Glokom
- 2- Pupiller Bloksuz Ön ‘‘Çekme’’ Mekanizmalı Glokom
- 3- Pupiller Bloksuz Arka ‘‘İtme’’ Mekanizmalı Glokom
- 4- Afakik ve Psödo fakik Sekonder Glokom
- 5- Vitreoretinal Cerrahi Sonrası Glokom
- 6- Neovasküler Glokom
- 7- Malign Glokom

III- KONJENİTAL GLOKOM

2.5.Glokom Ve Göziçi Basıncı

Gözün şeklini ve optik özelliklerini muhafaza edebilmesi için yeterli ve devamlı bir iç basınca sahip olması gerekmektedir. Bunu siliyer cisimden salınıp ön segment içini dolduran HA sağlamaktadır. HA devamlı olarak salgılanıp yenilenmekte ve hem salınım hızı hemde gözden çıkışındaki ayarlamalar yoluyla göz içi basıncı düzenlenmektedir (Guyton AC, Hall JE,1996).

Normal göz içi basıncın tayini aşağıdaki üç faktör tarafından sağlanmaktadır:

- 1) HA sekresyon hızı
- 2) Dışa akım kanallarında karşılaşılan direnç
- 3) Episkleral venöz basınç seviyesi

HA'nın dışa akım hızı-episkleral venöz basınç çıkarıldıktan sonra-göz içi basıncı ile doğru orantılıdır. Bu üç faktör arasındaki ilişki aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$Po=(F/C)+Pe$$

Bu durum aynı zamanda $F=C(Po-Pe)$ olarak da ifade edilebilir, bu noktada:

Po: mm Hg cinsinden göz içi basıncını

F: HA'nın dışa akım hızını(normali 2 µlt/dak)

C: HA'nın dışa akım kapasitesini(normali her bir mm Hg değeri için 0,2mm/dak)

Pe: Episkleral venöz basıncı göstermektedir.

Göz içi basıncının normal nüfus yapısı içindeki dağılımı 11 mmHg ile 21 mmHg arasında değişmektedir(ortalama $16\pm2,5$ mmHg).Kesin bir çizgiyle ayırma imkanı bulunmasa da 21 mmHg değerinin normalin üst sınırı olduğu kabul edilmekte ve bu değerin üzerindeki seviyelerin kuşkuyla karşılanması gerekmektedir. Bununla birlikte bazı hastalarda glokomatöz hasar 21 mmHg'nin altındaki göz içi basıncı değerlerinde çıkarken(Normal tansiyonlu glokom),başka hastaların 30 mmHg'ye kadar olan basınçlarda hasar görmeden kaldıkları bilinmektedir(Oküler hipertansiyon)

Normal göziçi basıncı günün içinde değişen zamanlara(diüurnal varyasyon), kalp atımına, kan basıncı seviyesine ve solunuma göre değişiklik göstermektedir. Göz içi basıncı diüurnal eğri paternleri normal ve glokomlu gözlerde (basınçta sabahları artış, öğleden sonraları ile akşam üzeri azalış şeklinde) birbirinden farklılık gösterirler. Normal gözlerdeki diüurnal göz içi basıncı dalgalanmalarının değişim ortalaması 5 mmHg olup, primer açık açılı glokom ve okuler hipertansiyon hastalarında bu değerin üzerinde seyretmektedir. Normal tansiyonlu glokom hastalarındaki dalgalanmalar normal bireylerdeki gibidir. Bundan dolayı, özellikle ikindi üzeri geç saatlerde alındığı zaman, bir tek okumanın yanlış olabileceği ve günün diğer saatlerinde farklı ölçümler yapmanın gerekebileceği açıktır. Hastaların %80'i saat 8-12 arasında zirve değerlerine ulaştıklarından, klinik uygulamada sabah saatlerinde yapılan ölçümler yeterli olabilmektedir(Jack J Kanski,2003).

2.5.1.Göz Hastalıklarında Göziçi Basıncı

Goldmann ve arkadaşları,keratokonuslu olgularda daha düşük GİB olduğunu tespit etmişler ve bunun HA dışa akım kolaylığından dolayı geliştiğini belirtmişlerdir (Goodman WT ve ark., 1996).

Nakano ve arkadaşları ise GİB ile sferik kırma gücü arasında ters, ezoforya ile doğru orantı tespit etmişlerdir (Nakano T ve ark.,2005).

Axenfeld anomalisi gibi yapısal açı anomalileri HA çıkışında obstrüksiyon sonucunda GİB’de artışa yol açabilmektedirler.

Göz içi kanama ya da enfeksiyonlarda HA içinde büyük miktarda debris oluştuğunda schlemm kanalının girişinde yer alan trabeküler alanda birikinti meydana gelmektedir. Bu debrisler trabeküler ağdaki drenajı engelleyerek GİB’ni artırır. Ancak trabeküler alanda yer alan fagositik sistemler bu tıkanmayla mücadele ederek trabeküler bölgeyi temiz tutarlar (Guyton AC, Hall JE,1996).

Normal eritrosit yapısı trabeküler ağ yoluyla gözü terk edebilirken, orak hücreli anemideki göziçi kanamalar ya da hayalet hücre şeklindeki eritrosit yapısı trabeküler ağda dışa akım direncini artırır(Cambell DG.1981).

Konjenital malformasyon yada travma sonucu gelişen arteriyovenöz bağlantı sonucunda artmış episkleral venöz basınç GİB’ni artırır (Casey J.W,1984).

Hipermatür katarakt olgularında sızan lens proteinlerini fagosit ederek şişen makrofajlar,göz içindeki eritrositlerin yıkım ürünleri,pigment dispersiyon sendromu yada pigmente göz içi tümörlerden salınan pigmentler de trabeküler ağda tıkanıklığa yol açarak dışa akım direncini arttırırlar (Flammer J.,1994).

Her türlü katarakt cerrahisi sonrası erken dönemde geçici GİB yükselmeleri gelişebilmektedir; nedenleri:

Trabeküler ağı takayan viskoelastikler

Trabeküler ağın hasarı

Cerrahi sırasında çeşitli proteinlerin salınması

İntraokuler inflamason

Hifema

Kalan lens materyali

Cerrahin tecrübesi

Sütür kullanımı

Kesinin yerleşimi ve boyutu

Hastada glokomun varlığı

Kapsüloreksis büyüklüğü

Kortikosteroid kullanımı

Göz içi lensinin yapısı

(Orhan M. Hümör Aköz Dinamiği. Glokom, 2003; American Academy Of Ophthalmology. Glaucoma ,2007-2008; Türk Oftalmoloji Derneği Akademik Eğitim Programı,26.Ulusal oftalmoloji kursu,Glokom,Nisan-2006; Yanoff M,Duker J.S,2007).

Katarakt cerrahisi sonrası GİB yükselmesinin çoğu geçicidir. GİB artışı glokomlu, sistemik hastalığa bağlı kataraktı gelişen, komplike ve travmatik kataraktı olan hastalarda daha fazladır. Katarakt cerrahisi genellikle uzun vadede GİB’i düşürür. Korneal kesiyle yapılan cerrahilerde sklerakorneal kesiye nazaran GİB daha düşüktür.

Fako tipinin ergonomik yapısı GİB’ni etkiler.(Düz fakotipinin direkt olarak dağıttığı koni şeklindeki enerji trabeküler ağda inflamasyonu uyarıp, GİB’ni artırırken; Kelman fako tipinde enerji konisi trabeküler ağdan uzak olan arka tarafa yayıldığı için GİB artışı daha az olur.)

Etkili fako süresi arttıkça, GİB yükselir.

Vitreoretinal cerrahi, intravitreal steroid injeksiyonu ve intravitreal silikon uygulaması sonrasında da çeşitli nedenlere bağlı olarak GİB artışı gerçekleşebilmektedir.

Lazer iridotomi sonrası pigment deşarjı, zonüler lif artıkları, lazer kapsülotomi sonrası gelişen kapsül artıkları trabeküler ağda tıkanıklığa yol açarak GİB’ni yükseltir.

Lazer trabeküloplasti, trabekülektomi, glokom drenaj tüpü implantları dışı akım kolaylığını artırarak; silyer cisim siklodestrüksiyonları ise HA üretimini baskılayarak GİB’ni düşürürler (Gormaz A , 1962;Tong JT,Miller KM,1998;Yasutani H ve ark.,2004;Gross JG ve ark.,1988;Shingleton BJ ve ark.,2001;Abhay R ve ark.2004; Çekiç O,Batman C ,1999;Tennen DG,Maskat S. 1996;Kondo T ve ark.,1995;).

2.5.2.Yaşlanma ve Göziçi Basıncı

Yeni doğan döneminde GİB 6-8 mmHg iken, doğuştan 12 yaşına kadarki çocukluk döneminde her iki yılda bir GİB’te 1 mmHg lik bir basınç artışı gelişmekte ve 12 yaş civarında 12 ± 3 mmHg ye ulaşmaktadır.

Cinsiyet farkı olmaksızın yaşlanmayla birlikte HA üretimi yaklaşık %30 civarında azalmaktadır.

Yaşlanmayla HA dışa akım kolaylığı azalmakta, yaşlı ve glokomatöz gözlerde trabeküler ağ ve ekstrasellüler materyalde artış ve buna bağlı olarak trabeküler ağ hücrelerinde kayıp gelişerek dışa akım direnci artmaktadır(Toris CB ve ark.,1999).

2.5.3.Göziçi Basıncına Etkili Diğer Mekanizmalar

Soğuk uygulamalar GİB’ni düşürürken, sıcak uygulamalar GİB’ni arttırır(Karadimas P ve ark.,2001). Gebelik esnasında GİB düşer. Menapoz döneminde, menstruasyon gören kadınlara nazaran daha yüksek GİB tespit edilmişken, hormonal değişikliklerle GİB arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Sistemik asidoz varlığında HA üretimi azalır, alkalozda artar. Hipotiroidi ve tedavisinde kullanılan tiroid hormonları GİB’ni etkilemez(Karadimas P ve ark. 2001).Diabetes Mellitusta HA dinamiği ciddi olarak etkilenmez(Larsson L I ve ark.,1995) . Sistemik kan basıncı, kalp hızı ve hemotokrit ile GİB doğru orantılıdır. Hemodializ esnasında serum osmolalitesi düşer, HA üretimi artar, özellikle dışa akım yollarında obstrüksiyonu bulunan olgularda GİB artar. Kış mevsiminde GİB artar. Kısa sürede bol miktarda su içilmesi GİB’ni arttır. Egzersiz yapılması GİB’ni azaltır. Sıkı yaka ya da kravat, Valsalva manevrası, nefes tutma, kapak spekulumu ya da göz kapaklarına bası uygulanması GİB’ni arttır(Orhan M. Hümör Aköz Dinamiği. Glokom, 2003; American Academy Of Ophtalmology. Glaucoma,2007-2008; Türk Oftalmoloji Derneği Akademik Eğitim Programı,26.Ulusal oftalmoloji kursu, Glokom, Nisan-2006).

2.5.4.Göz İçi Basınç Ölçümünü Etkileyen Faktörler

Göziçi basıncının (GİB) doğru ölçülmesi muayenede en önemli aşamadır (Yanoff M,Duker J.S,2007).Göziçi basıncını ölçmenin 2 yolu vardır. Manometri(invaziv) ve tonometri(noninvaziv). Tonometrinin prensibi, göze uygulanan bir kuvvete karşı gözün verdiği direncin değerlendirilmesidir(Türk Oftalmoloji Derneği Akademik Eğitim Programı,26.Ulusal oftalmoloji kursu, Glokom, Nisan-2006).

Tonometrilere, 2 ana grupta incelenirler (Yves C.A.,2007):

1-Force (Kuvvet) Tonometreleri

Çökertici (indentasyon)

Düzleştirici (aplanasyon)

2-Pressure(Basınç) Tonometreleri

DCT

Aplanasyon tonometreleri İmbert-Fick prensibine göre çalışır. Sferik bir membran gibi hareket eden iç sıvı basıncı; bu membranın küçük bir alanını çöktürmek için gerekli basınca eşittir. Göz için bu kanunun uygulanabilirliği sınırlıdır. Kanunda temel alınan küre kuru, ince duvarlı ve esnektir. Kornea ise gerçek küre değildir ve yukarıdaki özelliklere sahip değildir. Kanun tamamen elastik küresel membranlar için geçerlidir Oküler kılıflar özellikle kornea ve sklera yapısal rijiditeleri nedeniyle tam olarak bu kritere uymaz. Oküler rijidite gözden göze değişir, GİB ölçümü sırasında korneada oluşan deformasyon dış basınç ve korneanın intrinsik özellikleri arasındaki etkileşim ile belirlenir. Oküler rijidite oküler yapıların deformasyona olan direncidir ve özellikle çökertme tonometreleri için önemli bir faktördür. Çökertme tonometrelerinden en sık kullanılan Schiotz tonometridir. Bu tonometreler tüm gözlerin aynı oküler rijiditeye sahip olduğu düşünülerek kalibre edildiğinden, yüksek oküler rijidite olan gözlerde GİB yüksek, düşük olan gözlerde ise düşük ölçülür (Yves C.A. 2007).

Yüksek oküler rijidite yapan durumlar; yüksek hipermetropi, kronik glokom, vazokonstriktör tedavidir.

Düşük oküler rijidite yapan durumlar; yüksek miyopi, miyotik tedavi (özellikle kolinesteraz inhibitörleri), dekolman cerrahisi sonrası, intravitreal gaz enjeksiyonu, vazodilatatör tedavidir.

2.5.5. Santral Korneal Kalınlık(SKK)

Kornea, saydam ve esnek yapısı olan damarsız dokudur. Elips şeklinde olup, yatayda yaklaşık 12,5mm ve dikeyde 11,5mm çapındadır. Ortalama kalınlığı merkezde yaklaşık 500–550µm olup, bu kalınlık periferde doğru 700–900µm arasında değişmektedir. Korneanın göz içi yapılarını koruma, hava ve gözyaşı tabakası sayesinde gözün en önemli kırıcılık yüzeyini oluşturma görevleri vardır. Kornea ön yüzünün kırma gücü 48 diyoptri, arka yüzeyinin kırma gücü – 5,8 diyoptridir. Korneanın asıl beslenmesi HA ve gözyaşı sayesinde gerçekleşir. Limbal damarlar ise korneanın periferik beslenmesinde yardımcı olmaktadır. Kornea, epitel (30–50µm), bowman zarı (10–14µm), stroma (400–700µm), descement membranı (3–12µm) ve endotel (4–6µ) olmak üzere beş tabakadan oluşmuştur.

SKK ölçümleri korneanın metabolik durumu, hidrasyonu gibi yapısal kompozisyonu gösterir. Normal popülasyonda SKK geniş bir standart deviasyon gösterir. İnce kornealarda basınca bağlı daha fazla deformasyon olur, bu da bu gözlerde GİB'nın düşük saptanma nedenini kısmen açıklar (David K.ve ark.,2007; Shih CY ve ark.,2004). Kalın korneaları çöktürmek ve düzleştirmek için daha fazla basınca ihtiyaç olacağından bu kez GİB'in daha yüksek ölçülmesine katkıda bulunacaktır. Normal gözlerde ortalama SKK 544 µm, OHT'de ise 573µmdir. Bazı çalışmalarda yaş ile SKK arasında ters ilişki tespit edilmişken, bazılarında ise böyle bir ilişki tesbit edilememiştir. Kotecha yapmış olduğu bir çalışmada Kırma kusuru ve SKK arasında ters ilişki bulmuşken, aksiyel uzunluk ve SKK arasında böyle bir ilişki bulamamıştır(Aachal Kotecha 2007).

Goldmann Aplanasyon tonometrisi GİB'i belirlemede altın standart olarak kabul edilmekte olup, Goldmann ve Schmidt SKK ile rijidite ilişkisini araştırdıkları ilk dönem çalışmalarında ortalama SKK' yı 500 µm kabul edip, insanlar arasında SKK'nın değişkenliğini ihmal etmişlerdir.(Goldmann H, Schmidt T 1957) Ehlers ve

arkadaşları aplanasyon tonometri ve direkt kanülasyon ölçümlerini karşılaştırarak aplanasyon tonometrisi ile en doğru ölçümlerin SKK 520 μm iken olduğunu bildirmişlerdir(Normal SKK'dan olan her 70 μm 'lik deviasyon için 5mmHg fark) (Ehlers N, ve ark.1975). Whitacre ve arkadaşları Perkins tonometri kullanarak 540-550 μm arasında aplanasyon tonometrinin en doğru sonuçları verdiğini bildirmişlerdir(Whitacre MM,ve ark.1993).

Bir başka çalışmada artan kornea kalınlığı ile beraber güvenilir olmayan sonuçlara ulaşıldığı bildirilmiştir(Recep ÖF ve ark. 2001).

Prostaglandin analogları (PA) SKK ve elastikiyeti etkileyerek aplanasyon ile olan GİB ölçümünü etkileyebilir ve kronik tedavide SKK'yı 11 μm kadar azaltabilirler(Türk Oftalmoloji Derneği Akademik Eğitim Programı,26.Ulusal oftalmoloji kursu, Glokom, Nisan-2006).

Karbonik anhidraz inhibitörleri SKK'da küçük ve geçici ancak teorik olarak sonuçları etkileyecek bir değişikliğe yol açabilirler(Wirtitsch MG ve ark.2003).

Kapak kırılmasının engellenmesi sonucu korneada oluşacak kuruluk SKK'nın düşük ölçülmesine yol açabilir (Dayanır V ve ark. 2004).

LASIK ve PRK sonrası glokomlu olgularda GİB düşük ölçülebilir. Refraktif işlemten yıllar sonra glokom gelişebileceğinden böylesi bir işlem öncesinde GİB kayıt edilmelidir. LASIK sonrası GİB'da ortalama 1,9 mmHg azalma olabilir. Yapılan bir çalışmada pnömotonometri ile ölçülen GİB'nın aplanasyon tonometriye göre LASIK'den daha az etkilendiği bildirilmiştir(Zadok D, ve ark. 1999). Benzer başka bir çalışmada hafif ve orta derecede cerrahi düzeltme yapılanlarda GİB ölçümlerinin etkilenmediği ve anlamlı GİB değişikliği için kritik miktarda kornea değişikliğine gerek olduğu bildirilmiştir(Vakili R,ve ark. 2002).

Miyopik düzeltme için yapılan refraktif cerrahi sonrası GİB düşük ölçülür. Bunun nedeni korneanın incilmesi, değişmiş biyomekanik özellikler veya her ikisidir,zira laser ile ön korneanın mekanik bütünlüğü bozulur ve korneanın sonradan tekrar şekillenmesi sırasında biyomekanik özellikler değişebilir bu da GİB ölçümlerini kornea kalınlığından bağımsız olarak etkileyebilir (A. Daxer ve ark.,1998).

Kalın veya ince kornealar için yapılacak düzeltme konusunda karışıklık söz konusudur. Yapısal olarak ince olan kornealar için düzeltme faktörünün 4-5

mmHg'dan fazla olması muhtemel değildir. Ancak kalın korneanın neden olduğu ölçüm hatası için üst sınır yoktur. Düzeltme için 2 ana kategori önerilmiştir. Birincisi çeşitli toplumlarda yapılan SKK ve GİB arasındaki ilişkiyi gösteren meta-analizlere dayandırılmıştır (M.J. Doughty and M.L. Zaman,2000). Bu çalışmada geçmiş 31 yılda yapılan çalışmalar kriter alınmış ve ortalama SKK'dan olan her 50 µm'lik sapma için normal gözlerde 1.1 mmHg, glokom ve glokom şüphesi olan kronik hastalarda ise 2.5 mmHg'lık farklılık oluşacağı bildirilmiştir. Akut başlangıçlı hastalıkta aynı miktar sapma için farklılık 10 mmHg'ya kadar çıkmaktadır. Düzeltme için diğer bir kriter aplanasyon ölçümlerinin manometrik ölçümlerle karşılaştırılmasıdır. Bununla ilgili yapılan çalışmalarda ise ortalama 50 µm sapma için yaklaşık 3,5 mmHg'lık bir fark saptanmıştır(M.J. Doughty and M.L. Zaman,2000).

Son literatür tarandığında, korneal biomekanik özelliklerin(*Korneal histerezis*), GİB'in doğru ölçümünde önemli bir etkisi olduğu görülmektedir.(Aachal Kotecha , 2007; N.G. Congdon ve ark.,2006). Aynı kornea kalınlığı olan kişilerde biomekanik özellikler farklı olabilir. Keratokonus ve Fuchs endotelyal distrofili hastalarda korneal histerezisin azaldığı gösterilmiştir. Keratokonuslu hastalarda kornea kalınlığının azalması ve kornea kurvatürlerinde artış vardır. Keratokonuslu hastalarda SKK da progresif bir azalma, Fuchs endotelyal distrofili hastalarda ise artma mevcuttur(D.A. Luce,2005).Stromal lameller organizasyondaki değişikliklerin olduğu bu tür kornealarda biomekanik benzerlikler olabilir. C. Kirwan, ve arkadaşları yakın zamanda yapmış oldukları bir çalışmada konjenital glokomlu çocuklarda histerezisin belirgin olarak azalmış olduğunu göstermişlerdir (C. Kirwan, ve ark. 2006).Pepose ve arkadaşları ise LASIK sonrası korneal histerezisin belirgin olarak azaldığını göstermişlerdir(J.S. Pepose ve ark.2007). Bu; LASIK flepinin, anterior stromal lamellada yaptığı bir değişiklik sonucu olabilir. GİB ölçümünü etkileyen diğer bir değişken kornea kurvatürüdür. Dik korneada GİB yüksek, düz korneada ise düşük olarak ölçülür. Bunun muhtemel nedenleri korneanın ölçüm sırasında düzleştirilmesi ile gözlerde yer değiştiren sıvı volümündeki farklılık, gözlerin orijinal volümleri arasındaki fark ya da her ikisidir. (J Liu ve ark 2005).

Gözlerde anlamlı bir astigmat var ise Goldmann tonometrideki halkalar sirkülerden çok eliptik hale gelir. Bunun sonucu olarak kornea ile temas halinde

olan alan, farklı meridyenlerde farklıdır. Bu bağlamda kurala uygun astigmatta GİB düşük olarak ölçülürken, kurala aykırı astigmatta ise olduğundan daha yüksek ölçülür. J.Liu ve arkadaşlarının yapmış olduğu bir çalışmada her 2 grupta da 4D'lik astigmatizma için 1 mmHg kadar fark tespit edilmiştir. İrregüler astigmatta yarım halkalar düzensizdir ve tonometri ucunun kornea ile temas alanı tahmin edilemez, dolayısıyla GİB ölçümlerinde değişkenlik fazladır(J Liu ve ark 2005).

Ödemli kornealarda Goldmann ölçümleri güvenilir olmayıp, bu olgularda GİB düşük olarak ölçülür(Hamilton KE ve ark.,2007).Ödemli epitelin, normal epitele göre daha kolay çöktürülmesi nedeniyle hata oluşabilir(Whitacre MM,1993).

Kornea ve lensin birbirine değebileceği kadar sık ön kamara varlığında aplanasyon tonometri ölçümleri hatalı olabilir. Sık ön kamara ve göziçi lensi olan olgularda GİB ölçülürken korneanın çöktürülmesi ile lens kornea endoteli ile temas edebilir ve GİB hatalı olarak yüksek ölçülebilir (G Rask ve ark.2007).

Penetran keratoplasti sonrası ödem ve skara bağlı oluşan kornea düzensizliği ve astigmat GİB'in yanlış ölçülmesine yol açabilir. Bu hastalarda Tono-pen ile yapılan ölçümler daha güvenilirdir (Rao VJ ve ark.2005).

Yumuşak bandaj kontakt lens üzerinden aplanasyon tonometrisi yapmak güvenilir olmayıp bu olgularda Tono-pen ve pnömotonometrinin değişik sonuçlar verdiği, başka bir çalışmada ise pnömotonometrinin daha güvenilir olduğu bildirilmiştir. +3,00 diyoptriden fazla olmamak kaydıyla NCT, kontakt lensli hastalarda güvenli GİB ölçümü vermektedir(Gupte V ve ark 2004; Hamilton KE ve ark.,2007).

2.5.6. Göziçi Basınç Ölçüm Yöntemleri

1- Kuvvet Tonometreleri:

A-Çökertici(İndentasyon) Tonometre:

Glop deforme edilir ve deformasyon için gerekli kuvvet ölçülür. Deformasyonu sağlayan korneaya temas eden fikse bir ağırlıktır.

Schötz Tonometresi

Kornea üzerine oturan, içinde hareketli pistonun bulunduğu bir sistemden oluşur. Pistonun ağırlığı ile merkezi korneada oluşan çöküntü, pistonun geri itilmesi ile skalada bir değer okunmasına neden olur. Bu değere karşılık gelen mmHg, çevrim tablosundan bulunur. Hasta sırt üstü yatar, korneaya topikal anestezi damla damlatılır ve ölçüm yapılır. Hastanın ışığa ya da parmağa bakması istenir. Ölçüm kornea merkezinden yapılmalı, tonometre, korneaya dik olmalı, hastanın göz kapakları, hekim tarafından dikkatlice açılmalı ve kapaklar tonometreye dokunmamalıdır. Piston ve bağlı sistemin ağırlığı standart olarak 5,5 gramdır. GİB standart ölçümlerin altındaysa, ilave ağırlık eklenir. Ağırlıkların eklenmesiyle 7,5, 10 ve 15 grama arttırılabilir. Uyumlu 3 ölçüm yapılır. Her kullanımdan önce cihaz, yanda duran metal küre üzerine değdirilerek kalibre edilir. Kullanımdan sonra cihaz suyla ve sonra da alkolle yıkanmalı, partikül bırakmayan bir materyelle kurulanmalıdır. Schötz ultraviole, buhar, etilen oksit ile sterilize edilebilir(Türk Oftalmoloji Derneği Akademik Eğitim Programı,26.Ulusal oftalmoloji kursu, Glokom, Nisan-2006)

Yanlış yüksek ölçüm: Yüksek oküler rigidite, yüksek hipermetropi, uzun süreli glokom, daha dik, daha kalın kornealarda GİB, olduğundan daha yüksek ölçülür.

Yanlış düşük ölçüm: Düşük oküler rigidite, yüksek miyopi, retina dekolman ameliyatı, uzun süreli miyotik tedavi, intravitreal gaz, osteogenesis imperfekta gibi hastalıkların varlığında ise GİB, olduğunda daha düşük ölçülür.

Şekil-7. Schötz Tonometresi



B-Düzleştirme (Aplanasyon)Tonometresi:

İndentasyondan daha az bir glop deformasyonu olur. Aplanasyon ile korneanın merkezi düzleştirilir ve indentasyon için gerekli olan kuvvetten daha az bir kuvvete ihtiyaç olduğundan okunan değerler gerçeğe daha yakındır.

Esnek bir kürenin içindeki basınç, dışarıdan uygulanan ve kürenin belli bir alanını düzleştirmeye yarayan kuvvetle orantılıdır. Imbert-Fick kuralı denen bu kural $P=F/A$ şeklinde ifade edilebilir. Bu formüle göre ya kuvvet, ya da alan hesaplanarak basınç hesaplanabilir. Bu prensibe göre “sabit kuvvet” ya da “sabit alan” tonometreleri oluşturulmuştur(Yves C.A.,2007).

1-Sabit Kuvvet Tonometresi

Maklakof

Hasta yatar pozisyonda uygulanır. Korneaya topikal anestezi madde damlatılır. Sabit kuvvet tekniği ile aplanasyon ve ölçüm yapılır. 5–15 gram arası ağırlıklar gümüş-gliserin karışımı ile boyanır. Bu boyanın korneada bıraktığı iz paternine göre aplanasyon hesaplanır. Rusya ve Çinde yaygın kullanım alanı bulmasına rağmen batıda uygulama alanı bulmamıştır. Oküler rijiditeden etkilenir.

Tonomat gibi çeşitleri vardır(Türk Oftalmoloji Derneği Akademik Eğitim Programı,26.Ulusal oftalmoloji kursu, Glokom, Nisan-2006).

2-Sabit Alan Tonometresi

Goldmann Aplanasyon Tonometresi

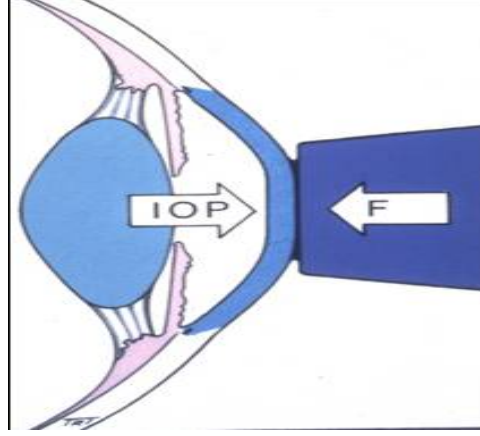
İmbert-fick prensibine göre çalışan bir alet olup, değişken kuvvetler uygulayan bir indirekt tonometredir. Goldmann aplanasyon tonometresi 40 yıldır Göziçi basıncının ölçülmesinde uluslararası klinik standart olarak kullanılmaktadır. Yer değiştiren hacim çok küçük olduğu için oküler rigiditenin etkisi çok azdır. Birer damla topikal anestezi, her iki göze damlatılır. Kırmı indeksleri birbirine yakın olan gözyaşı film tabakası ve korneayı birbirinden ayırt etmek için flouresein damlatılır ve gözyaşı film tabakası boyanır. Muayene eden kişi, santralde mavi düzleşmiş korneayı ve çift prizmadan gelen ve ikiye ayrılmış floureseinle boyanmış yarım halkaları görür. 3.06 mm'lik korneal alan düzleştiğinde halkaların iç kısımları üst üste gelecek şekilde alet üzerindeki düğme çevrilerek ayar yapılır. Bulunan değer 10 ile çarpılarak GİB hesaplanır. Hastadan hastaya kontaminasyonu engellemek için her ölçümden sonra prizma ucunun sterilizasyonu gereklidir. Cihaz, ayda bir kez kalibre edilmelidir. Literatürde kalibrasyon testinin ne kadar süre aralıklarla yapılması konusunda pratik bir rehber olmamasına rağmen genellikle bazı yazarlar senede bir kontrol yapılmasına önerirken, bazıları ve üretici firma aylık kontrolü önermektedir. Kalibrasyon yapılırken GAT Haag-Streit biomikroskopuna monte edilir.Bu işlem esnasında üretici tarafından sağlanan standart kalibrasyon hata kontrol ağırlık barı kullanılır. Barın üstünde 5 adet işaretli kısım bulunmaktadır. Merkezdeki işaretli kısım level 0 (0 noktası) olu,. Level 0'ın (0 noktasının) her iki yanındaki ilk çizgiler level 2(2. noktayı)'yi daha dışta olan çizgiler ise level 6(6. noktayı)'yı gösterir. Bu işaretler 0.20.60 mmHg göz içi basıncı ile uyumlu noktalardır. Kalibrasyon hata kontrol ağırlık barı ve kulpu aplanasyon tonometresi tarafındaki yuvanın içine takılır. Ağırlık tutucusunun gösterge işaretindeki 3 test pozisyonunun birine uyumlu ağırlık barındaki işaret ayarlandıktan sonra, döner baş öne doğru çevrilir. Öne doğru serbestçe hareket eden yerde bulunan prizmaya dokunan kol okunur ve kaydedilir. Sırasıyla test pozisyonunda okunan fark test noktalarındaki pozitif hata olarak

kaydedilir. Benzer şekilde ters yöndeki dönen başlığın rotasyonunda arkaya doğru hareket eden dokunan kol okunur. Bu son okunan ve test pozisyonu arasındaki fark test noktalarındaki negatif hatalardır (Denis P,2007; Yves C.A.,2007; Lorenz Barleon ve ark.,2006; Hamilton KE ve ark.,2007; Nikhil S Choudhari ve ark.,2009).

Şekil-8. Goldmann Aplanasyon



Şekil–9. Korneayı Düzleştiren Kuvvete Karşı İntraoküler Basınç



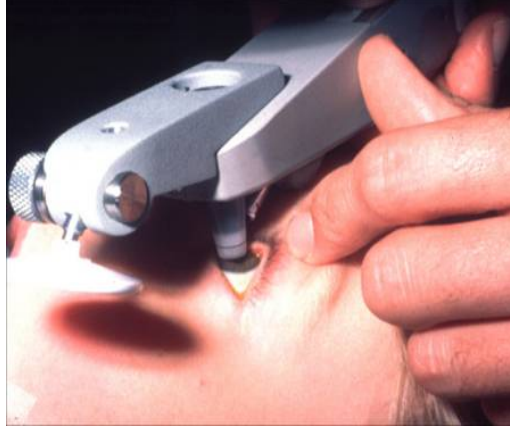
Hata Nedenleri:

GİB, ince kornealarda olduğundan daha düşük ölçülürken, kalın kornealarda daha yüksek ölçülür(GAT'ın SKK'dan etkilenmesi). Prizmanın uzun süreli korneaya değmesi, boyanmada bozukluk oluştur. Tekrarlayan tonometrik ölçüm, GİB'in düşük ölçülmesine neden olur(Aplanasyon tonometrelerinde sık görülen masaj etkisi). Floureseinin gereğinden az /çok olması, kapakları açarken göze baskı yapılması ve korneanın skarlı olmasıda hatalı ölçüm nedenlerindendir. Kişinin 3 diyoptriden fazla astigmatizması varsa kornea-prizma arası temas eliptik olur. Her 3 D'lik astigmatizmada 1 mmHg'lik hata payı vardır. Kurala uygun astigmatizma daha düşük ölçüm sonucu verirken, kurala aykırı astigmatizmada daha yüksek ölçüm elde edilir(M.M. Whitacre and R. Stein,1993; Lleó A ve ark.,2003).

Perkins

El tipi düzeltirme tonometresidir. Prizma sistemi GAT'a benzer. Taşınabilir ve biyomikroskop gerektirmez(Türk Oftalmoloji Derneği Akademik Eğitim Programı,26.Ulusal oftalmoloji kursu, Glokom, Nisan–2006).

Şekil-10. Perkins Tonometresi



Tono-Pen Tonometresi

İçinde 1.5mm çaplı hareketli bir pistonun bulunduğu kalem şeklinde bir cihazdır. Cihaz korneaya temas ettirildikçe basınç çizelgesinde GİB'e karşılık gelen çentik kaydedilir. Düzensiz, skarlı ve ödemli kornealarda yararlıdır. Optik aberrasyonlardan bağımsızdır. Son yıllarda oftalmoloji pratiğine giren tonopen tonometresi, özellikle Goldmann applanasyon tonometresinin dezavantajlarını azaltan elektronik el applanasyon tonometresidir. Kornea ile temas eden uç kısmında tek kullanımlık kılıf olması nedeniyle kontaminasyon riskinin elimine edilmesi, kalibrasyon, öğrenme ve uygulama kolaylığı, deneyim gerektirmemesi, hastanın postüründen etkilenmemesi, hasta uyumluluğunun yüksek ve elde edilen değerlerin objektif olması tonopen tonometresinin üstünlükleridir.

Cihazın gövdesinde elektronik bir yapı ve karmaşık bir mikroişlemci vardır ve topikal anestezi sonrası korneaya her değdirildiğinde dalgalar oluşturularak analiz edilir. Her bir okunan GİB değeri LCD ekranda dijital olarak gösterilir. Dört okuma gerçekleştiğinde ortalama GİB ve bu okumalar için olan standart deviasyon LCD ekranda gösterilir.(Öztürk F ve ark.,2006; Satıcı A ve ark.,1997; Tonnu PA ve ark.,2005; Amaral WO ve ark.,2006; Viestenz A ve ark.,2006; Bhan Ave ark.,2002; Dohadwala AA ve ark.,1998; Li J ve ark.,2004)

Şekil–11. Tonopen Tonometresi



Pnömatik Tonometre

Polimerik silikon diyaframla çevrili gaz odacığından oluşur. Diyafram korneaya temas edince odacıktaki gaz basıncı, elektrik sinyaline dönüştürülür. Skarlı düzensiz kornealarda ölçüm yapılabilir (Zadok D, ve ark. 1999).

Non Kontakt Tonometre

Non kontakt tonometre; oküler rijiditeden etkilenmeyen, korneal anestezi ve flouresein uygulamasına gerek kalmadan göz içi basıncı ölçümü yapabilen pratik, risksiz ve güvenilir bir alettir. Bu tonometre hava püskürtmesiyle korneada düzleşme prensibine göre çalışır. Cihazın içinden gönderilen ışık, korneaya ulaşır ve geri dönerek bir fotosel tarafından alınır. Korneada 3.6mm'lik bir alan düzleşince, fotosele dönen ışık maksimuma ulaşır ve ölçüm yapılır. Tarama programları için uygundur. Birkaç ölçümün ortalaması alınmalıdır(Plagwitz KU, Lemke K.,1999;

Recep OF ve ark.,2001; Tonnu PA ve ark.,2005; Satıcı A ve ark.,1997; Erdurmuş M ve ark.,2007; Akman A ve ark.,1999 Öztürk F ve ark.,20006).

Şekil-12. Non Kontakt Tonometre



2-Basınç Tonometreleri

Pascal Dinamik Kontur Tonometri (DCT)

Pascal DCT; biomikroskoba asılmış, GAT'a benzeyen bir cihaz olup, göze sadece sabit bir kuvvetle (1 g/9.81 mN) temas eder. 3 saniye ile 180 saniye arasında bir sürede GİB ve OPA(Ocular pulse amplitude) ölçer. Pulsatil GİB'i direkt ve sürekli yani dinamik olarak ölçer. Transparan bir tipi vardır ve tek kullanımlık bir başlık ile kullanılır (kalınlık 20 µm; materyal: silikon). Sensör tip, korneaya

değdiğinde direkt olarak ölçüm yapar. Kontür yüzeyi hesaplanır, bu hesaplamanın sebebi korneada minimum deformasyondur (buna kontür eşlenmesi denir) ve böylece korneaya yapılan gerim kuvveti minimize edilmiş olunur. Sensör tarafından ölçülen basınç dijitalize edilir ve cihazın hafızasında saklanır. Bir mikro işlemci GİB'i belirler ve kardiyak aktivite ile olan pulsatilliği yani OPA'yı ölçer. Sensörden gelen basınç sinyali 100 Hz modelleme oranında modellenir. GİB ve OPA değerleri LCD ekranda nümerik değerler olarak gösterilir. Tipin eğrilik yarıçapı 10,5mm ve kontakt yüzey yarıçapı 7,00mm'dir. Basınca hassas alanı 1mm x 1mm'dir ve sensitif alanın yarıçapı 1,7mm'dir. Korneal eğriliği 5mm ile 10,4mm'ye kadar olan, SKK 300 µm ile 700 µm arasında olan gözlerde DCT ile ölçüm yapılabilir. Cihaz, ucundaki basınç sensörüne değen basıncı ölçer, zaman/ basınç grafiği oluşturur. En düşük - en yüksek basınçlar ve bunun kalp atışları ile ilişkisini hesaplar. Refraktif cerrahi sonrası için uygundur. Santral kornea kalınlığından etkilenmez ya da bazı çalışmalarda bildirildiği gibi çok az etkilenir(Kamppeter BA, Jonas JB,2005; Lorenz Barleon ve ark.,2006; Öztürk F ve ark.,2006; Erdurmuş M ve ark.,2007; Sullivan-Mee M ve ark.,2007; Kaufmann Cve ark.,2004; Doyle A, Lachkar Y,2005; Ku JY ve ark.,2006; Burvenich H ve ark.,2005; Kniestedt C ve ark.,2004; Kampeter BA, Jonas JB,2005; Punjabi OS ve ark.,2006; Martinez-de-la-Casa JM ve ark.,2006; Broman AT,ve ark.,2007; Punjabi OS ve ark.,2007; Weizer JS ve ark.,2007).

Şekil-13. Pascal Dinamik Kontur Tonometri



Manometri

Manometri invaziv bir girişimdir ve gözün içindeki basıncı ölçer. Gerçek değeri verir ve bu değer kornea ve sklera gibi gözün duvarlarındaki özelliklerden etkilenmez. Diğer bir alternatif ise vitreus içinde ölçümdür. Günlük pratikte kullanımı imkansızdır denebilir (Yves CA 2007).

3-GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamız Aralık 2005-Ocak 2008 tarihleri arasında, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı Glokom biriminde glokom tanısı almış 100 hasta(Grup 1) ve 50 sağlıklı birey (Grup 2) üzerinde gerçekleştirilmiştir. Hasta grubunda yaş 32 ile 82 arasında olup yaş ortalaması 54.70 ± 1.17 iken; sağlıklı bireylerde yaş 18 ile 72 arasında olup yaş ortalaması 38.80 ± 1.85 idi.

Çalışmaya dahil edilen glokom hastaları(Grup 1) primer açık açılı glokom, oküler hipertansiyon, normotansif glokom ve psödoeksfolyatif glokom tanısı almış hastalar olup; bu hastalarda tanı göz içi basınç seviyesine, gonioskopik muayeneye, optik sinir başı görünümüne ve tekrarlayan görme alanı muayenelerine göre kondu. Buna göre; normotansif glokom tanısı alan hastalar tekrarlayan ölçümlerde 21 mmHg veya altında göz içi basınç seviyeleri gösteriyorlardı. Tipik fokal,derin fiksasyona yakın görme alanı defektleri ve optik diskte çukurlaşma mevcuttu.Oküler hipertansiyon tanısı alan hastalar göz içi basıncı 22 mmHg ve üzerinde,altı aylık muayenelerinde herhangi bir glokomatöz görme alanı defekti, peripapiller atrofileri olmayan hastalardı.Primer açık açılı glokom tanısı alan hastalar ise gonioskopik muayenesinde ön sineşisi olmayan,Shaffer evreleme sistemine göre açısı Grade 3-4 (açık açı) olan,glokoma özgü görme alanı defekti olan,ilaçsız 22 mmHg ve üzerinde göziçi basıncı ve glokomatöz vertikal çukurlaşması olan hastalardı.Psödoeksfolyatif glokomlu hastalar göziçi basınç seviyeleri 21 mmHg üzerinde,psödoeksfolyatif sendromlu,glokomatöz vertikal çukurlaşması en az $0,4(c/d \geq 0,4)$ ve görme alanı defekti olan hastalardı.Tüm glokom hastaları en fazla 2 topikal anti glokomatöz ilaçla en az 3 ay regüle olarak takip edildi.

Kontrol grubu(Grup 2) ise polikliniğe refraksiyon muayenesine gelen, anamnezinde ve muayenesinde glokoma ait patoloji içermeyen sağlıklı bireylerden oluşturuldu.

Korneasında oküler yüzey hastalığı olanlar(ödem, skar distrofi vs.), ± 3 diyoptrinin üzerinde hipermetropik veya miyopik, ± 1 diyoptri üzerinde astigmatik kırılma kusuru olanlar, kuru gözü olanlar, kontakt lens kullanmış olanlar, anamnezinde glokom krizi geçirenler, diyabetik retinopatisi olan hastalar, göz ile

ilgili herhangi bir cerrahi veya travma öyküsü olanlar, hamileler, goldmann aplanasyon tonometresi ile göziçi basıncı 25 mmHg üzerinde olan ve Dinamik kontür tonometre ile ölçümlerde kalite skoru 4 veya 5 olanlar çalışmaya dahil edilmedi.

Çalışma için üniversite etik kurulundan izin ve ayrıca çalışmaya katılan her iki grupta aydınlatılmış onam alındı.

Çalışmaya grup 1'den 100 hastanın 167 gözü, grup 2'den ise 50 sağlam bireyin 100 gözü olmak üzere toplam 267 göz alındı.

Yukarıda genel özellikleri belirtilmiş olan her iki çalışma grubuna da uygulamanın özellikleri anlatılıp öncelikle Snellen eşeli kullanılarak görme keskinlikleri tespit edildi. Biyomikroskopik ön ve arka segment muayenesi yapıldı. Refraksiyon ölçümü otorefraktometreyle yapıldı(Topcon-Japan). Pakimetre dahil her dört yöntem ile yapılacak uygulamanın ağrısız olacağı önceden anlatılarak, göziçi basıncı ölçülecek kişinin göz kapaklarını kapamaması, sıkmaması sağlandı ve uygulama sonrası elleriyle gözlerini ovuşturmaması, silmemesi, göz kapaklarına bası yapmaması istendi. Göziçi basıncı ölçümlerinin tümü oturur pozisyonda iken yapıldı.

Tüm gözlere sırasıyla ultrasonik pakimetre (SKK), non kontakt tonometri (NCT), tonopen (TT), dinamik kontür tonometri (DCT) ve Goldmann aplanasyon tonometrisi (GAT) ile her cihaz için 10 dakika ara verilerek ölçüm yapıldı. Ölçümler 5 dakika ara ile üç kez tekrarlandı ve bu ölçümlerin ortalaması alındı (Kaufmann C ve ark.,2004). Her ölçümden önce hastanın gözünü açıp kapaması söylendi. Ölçümlerin günün aynı saatinde öğleden önce saat 10:00'da yapılmasına özen gösterildi.

SKK: Nidek US-1800 Echoscane, Japonya

DCT: SMT Swiss Microtecnology, İsviçre

GAT: Nikon applanation tonometer, Japonya

NCT: Keler the pulsair eye, ABD

TT: Tono-Pen XL, Medtronic Solan, ABD

Ölçümler öncesinde göze lokal anestezi amacıyla topikal proparacaine (Alcaine, Alcon, Türkiye) damlatıldıktan sonra ultrasonik pakimetre aracılığıyla, pupillalar dilate edilmeden midpupiller axisde pakimetre probu korneaya dik yerleştirilerek 3 ölçüm yapıldı ve bu ölçümlerin aritmetik ortalaması santral kornea kalınlığı olarak kaydedildi.NCT ile GİB ölçümü topikal anestezi damlatılmadan

otomatik mod ile gerektiğinde manüel mod kullanılarak yapıldı. NCT ile yapılan tekrarlayan ölçümler GAT'taki gibi oküler masaj etkisi yaparak GİB'i etkilememektedir (Forbes M ve ark., 1974). NCT ile yapılan ölçümler öncesinde bireylerin eline test amacı ile hava akımı verilerek cihazın çalışması gösterildi ve böylece ölçüm sırasında korkmamaları sağlandı. GAT ile GİB ölçümü topikal anestezi uygulandıktan sonra fluorescein sodyum emdirilmiş steril şeritler kullanılarak yapıldı ve bu esnada tüm olgulardan gözler açık şekilde doktorun arkasına doğru bakmaları ve rahat nefes almaları istendi. Her gün yeniden kalibrasyonu yapılan TT ile her bir gözün GİB ölçümü için ayrı bir steril tek kullanımlık kılıf kullanıldı. Ölçümler topikal anestezi altında karşıya baktırılırken gerçekleştirildi. Likit kristal panel üzerinde güvenilirlikleri $\leq 10\%$ arasındaki değerler dikkate alındı. DCT ile de topikal anestezi altında GİB ölçümü yapıldı. Üretici firma tarafından DCT ölçümleri için bir kalite skorlaması geliştirilmiştir (Quality score). Buna göre 1. kalite ölçüm *en iyi*, 2. ve 3. kalite ölçümler *kabul edilebilir* ve 4. veya 5. kalite ölçümler ise *kabul edilemez* olarak tanımlanmıştır (Lorenz Barleon ve ark., 2006). Kalite skorunu belirleyen pulsasyonun sabitliği ve arkadan gelen uyarı sesidir. Kayıt zamanı 7 ile 10 kalp atım süresinde alınmaktadır. Çalışmamızda kalite skoru 1 ise tek ölçüm, kalite skoru 2 veya 3 ise ardışık 3 ölçümün aritmetik ortalamasını aldık. Kalite skoru 4 veya 5 olan bireyler çalışma dışı bırakıldı.

Elde edilen verilerin istatistiksel analizinde; üzerinde durulan özellikler bakımından hasta ve kontrol grupları arasında fark olup olmadığını belirlemek amacıyla tek yönlü varyans analizi yapılmıştır (One-way ANOVA). Gruplarda özellikler arasındaki ilişkileri belirlemede Pearson korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Ayrıca, GAT yöntemi ile diğer yöntemler arasındaki uyumu belirlemek amacıyla grup içi korelasyon katsayısı (interclass correlation) hesaplanmıştır. Hesaplamalarda anlamlılık düzeyi olarak %5 ve %1 anlamlılık düzeyi alınmıştır ($p < 0.01$ ve $p < 0.05$). Hesaplamalarda SPSS istatistik paket programından yararlanılmıştır.

Üzerinde durulan özellikler bakımından tanımlayıcı istatistikler; Ortalama ve Standart sapma olarak ifade edilmiştir.

4-BULGULAR

Çalışmaya alınan 100 hastanın ortalama yaşı 54.78 ± 11.73 yılıdır. Ortalama GİB, DCT ile 18.33 ± 2.38 mmHg, NCT ile 16.32 ± 2.84 mmHg, GAT ile 15.73 ± 2.98 mmHg, TT ile 16.97 ± 2.48 mmHg idi. Ortalama SKK değerleri ise 533.15 ± 39.38 µm olarak bulundu(Tablo 1).

Tablo–1. Tanımlayıcı Özellikler Açısından Hasta Ve Kontrol Gruplarında Ortalama Değerler

	HASTA			KONTROL			
	Ort $\pm$ S.Sapma	Min.	Mak.	Ort $\pm$ S.Sapma	Min.	Mak.	p
YAS	54.78 ± 11.73	32.00	82.00	38.80 ± 13.09	18.00	72.00	0.000
DCT	18.33 ± 2.38	13.00	25.25	16.55 ± 2.34	11.50	23.15	0.000
NCT	16.32 ± 2.84	8.50	23.00	14.48 ± 2.38	9.50	19.50	0.000
GAT	15.73 ± 2.98	8.50	23.00	14.06 ± 2.88	9.00	22.50	0.001
TT	16.97 ± 2.48	7.50	23.00	15.21 ± 1.98	10.50	21.00	0.000
SKK	533.15 ± 39.38	443.50	654.00	539.48 ± 30.55	481.50	624.00	0.321

Çalışmaya alınan 50 sağlam bireyin ortalama yaşı 38.80 ± 13.09 yılıdır. Ortalama GİB, DCT ile 16.55 ± 2.34 mmHg, NCT ile 14.48 ± 2.38 mmHg, GAT ile 14.06 ± 2.88 mmHg, TT ile 15.21 ± 1.98 mmHg idi. Ortalama SKK değerleri ise 539.48 ± 30.55 µm olarak bulundu (Tablo 1).

Hasta ve kontrol grubu ortalamaları arasındaki fark SKK dışında anlamlı olarak bulunmuştur (Tek yönlü varyans analizi One-way ANOVA ‘ya göre ($P<0.01$)) (Tablo 1).

Tablo 1’de ayrıntılı bir şekilde görüldüğü gibi GİB ölçümleri hasta ve kontrol grubunda en yüksek DCT ile ölçülürken, en düşük GAT ile ölçüldü. Hasta ve kontrol grubunda GİB ölçümleri ile SKK arasındaki korelasyon incelendiğinde (Tablo 2 ve 3); her iki grupta da sadece GAT ve NCT SKK ile korelasyon içinde olup, SKK’dan etkilenmekte, DCT ve TT SKK’dan bağımsızdı. Hasta grubunda GAT ile SKK arasında paerson korelasyon katsayısı (rp) 0.387 olup, NCT ile SKK arasındaki rp değeri ise 0.373 idi ($p<0.01$). Kontrol grubunda GAT ile SKK arasındaki rp değeri 0.467 iken, NCT ile SKK arasındaki rp değeri 0.361 olarak ölçüldü (Tablo 2 ve 3).

Bu değerlere göre her iki grupta da SKK ile en yüksek korelasyona GAT sahipti. Ayrıca Tablo 2 ve 3 ‘te ayrıntılı bir şekilde görüldüğü gibi GİB lm yöntemlerinin tümü hasta ve kontrol gruplarında korelasyon içinde idi.

Tablo–2. Hasta Grubunda lmler Arasındaki Pearson Korelasyon Katsayıları(Rp) (P:Pearson Correlition)

	YAS	DCT	NCT	GAT	TT	SKK
YAS	1					
DCT	0.109	1				
NCT	-0.085	0.722**	1			
GAT	-0.085	0.587**	0.843**	1		
TT	0.046	0.903**	0.786**	0.655**	1	
SKK	-0.281**	-0.086	0.373**	0.387**	-0.030	1

*P<0.05 **P<0.01

Tablo–3. Kontrol Grubunda lmler Arasındaki Pearson Korelasyon Katsayıları(Rp)(P:Pearson Correlition)

	YAS	DCT	NCT	GAT	TT	SKK
YAS	1					
DCT	-0.158	1				
NCT	-0.294*	0.840**	1			
GAT	-0.233	0.801**	0.943**	1		
TT	-0.180	0.925**	0.838**	0.791**	1	
SKK	-0.195	0.036	0.361**	0.467**	0.077	1

*P<0.05 **P<0.01

GAT altın standart olarak kabul edilip hasta ve kontrol grubunda diğer ölçüm yöntemlerinin GAT ile uyumu incelendi (tablo 4). Grup içi korelasyon katsayılarına göre(ric) GAT ile en uyumlu NCT olup; hasta grubunda ric:0.822, kontrol grubunda ric:0.915 olarak ölçülürken en uyumsuz DCT ise hasta grubunda ric:0.270,kontrol grubunda ric:0.460 olarak ölçüldü (Tablo4)(P<0.01).

Tablo–4. Hasta Ve Kontrol Grubunda GAT’a Göre GİB Ölçüm Yöntemleri Arasındaki Grup İçi Korelasyon Katsayılar(Ric) (İc: İnter Class Correlition)

	TT	NCT	DCT
Hasta grubu (GAT)	0.560**	0.822**	0.270**
Kontrol grubu (GAT)	0.653**	0.915**	0.460**

**P<0.01

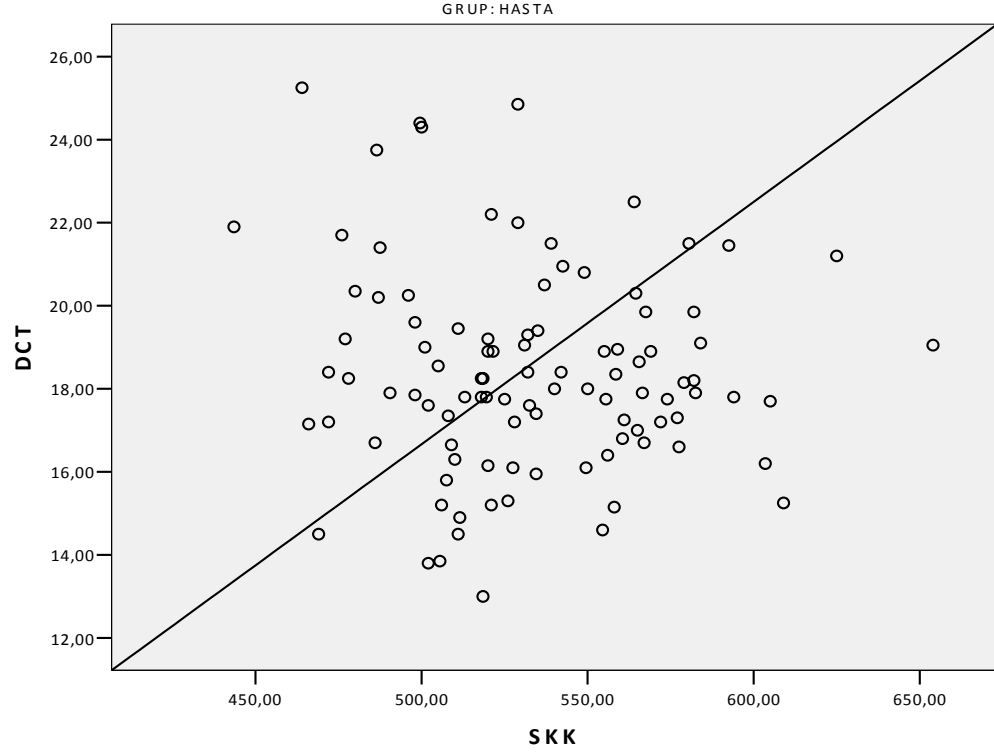
Hasta ve kontrol grupları arasındaki GİB ölçüm yöntemleri arasındaki farklar incelendiğinde (tablo5) en yüksek GİB ölçüm farkı GAT ile DCT (en düşük uyum) (Hasta grubunda 2.63 ± 2.52 mmHg, kontrol grubunda 2.49 ± 1.73 mmHg) arasında bulundu. En düşük ölçüm farkı ise GAT ile NCT ölçümleri arasında bulundu (en yüksek uyum) (hasta grubunda 0.60 ± 1.64 mmHg,kontrol grubunda 0.42 ± 1.02 mmHg)(P<0.01).

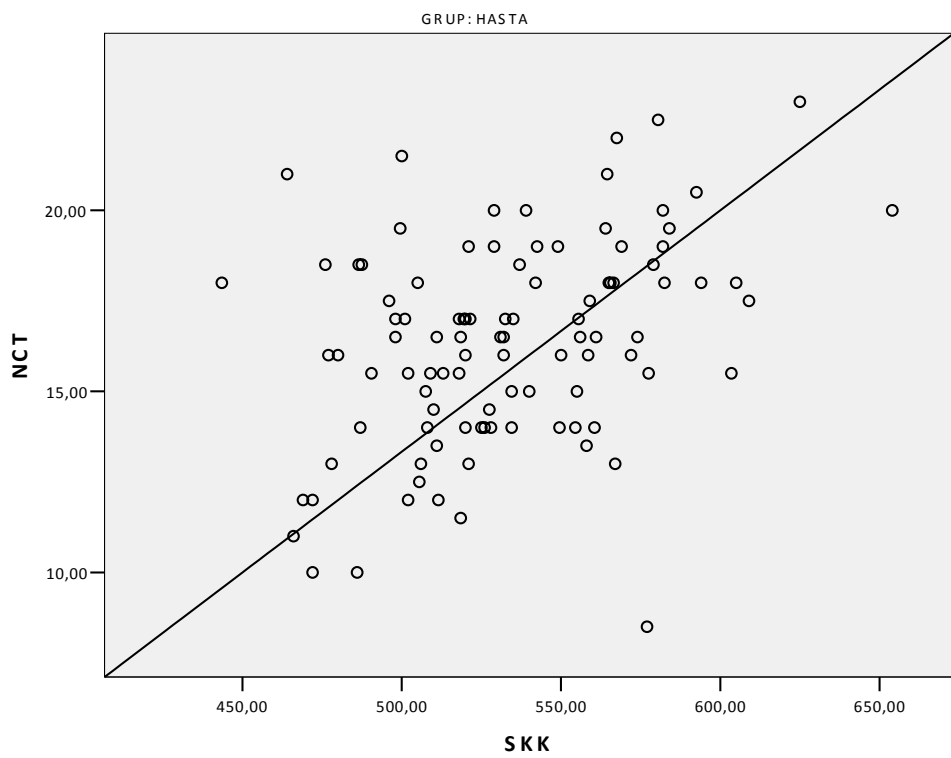
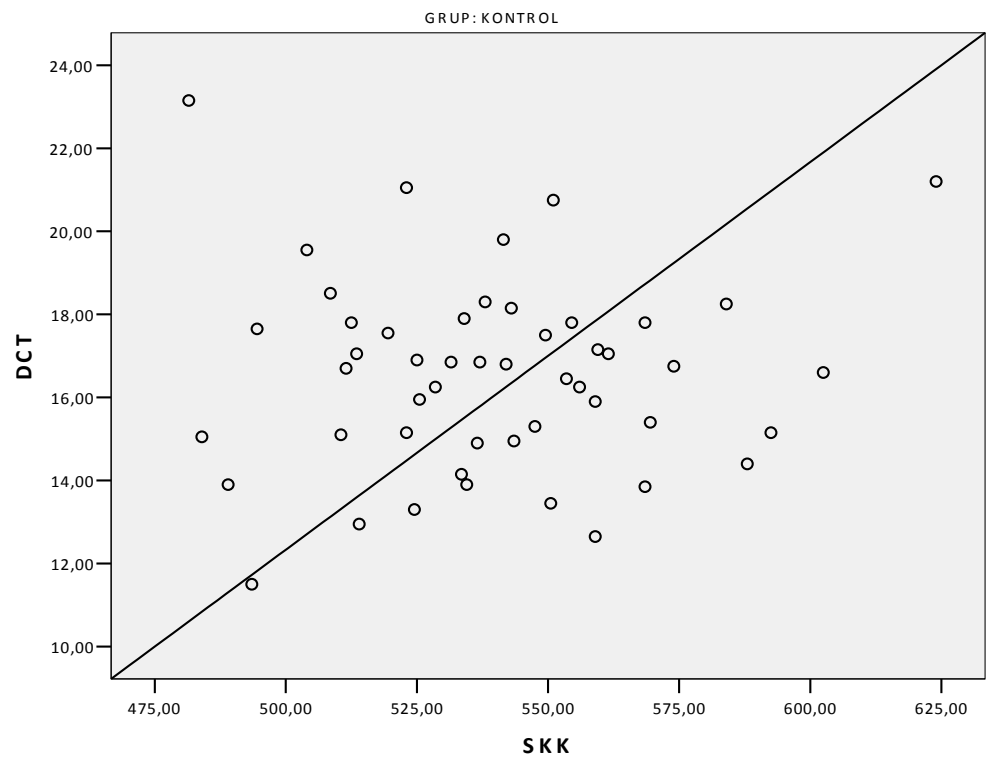
Tablo–5. Hasta Ve Kontrol Grubunda GİB Ölçüm Yöntemleri Arasındaki Fark

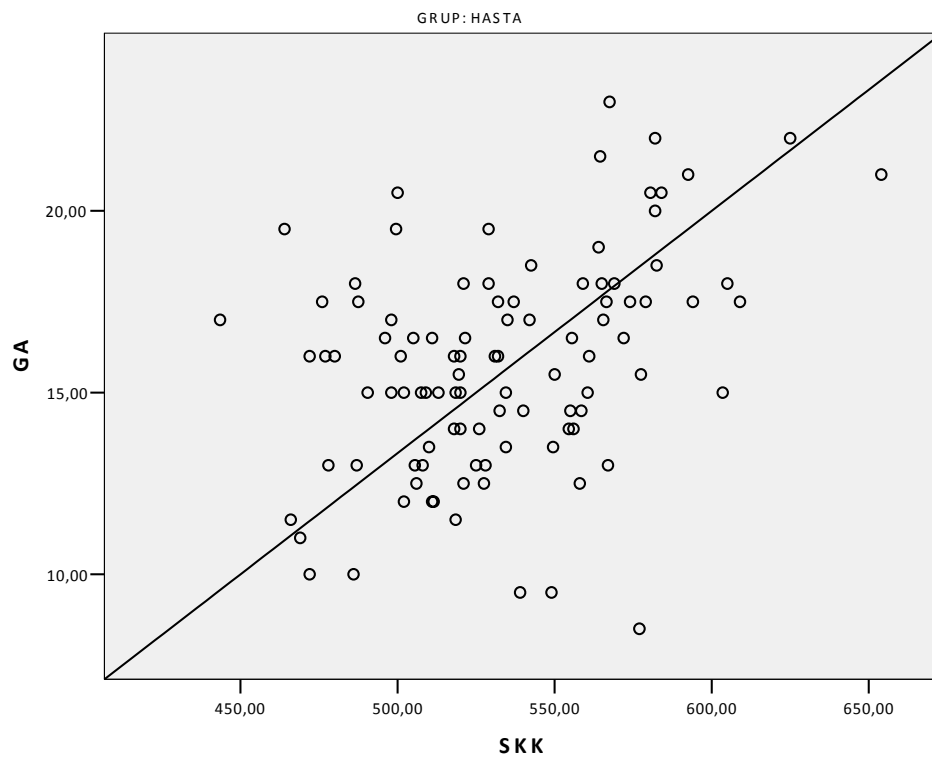
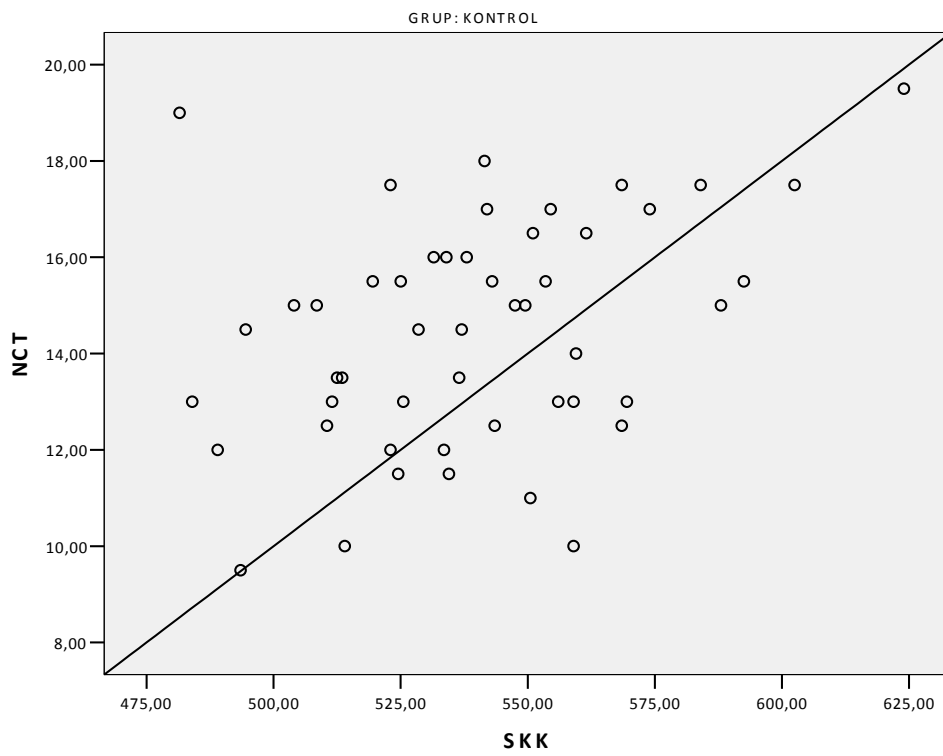
	KONTROL		HASTA	
	Ort $\pm$ S. Sap.	p	Ort $\pm$ S. Sap.	P
DCT - NCT	2.07 ± 1.33	0.000	2.03 ± 2.01	0.000
DCT – GAT	2.49 ± 1.73	0.000	2.63 ± 2.52	0.000
DCT – TT	$1.34 \pm .910$	0.000	1.37 ± 1.10	0.000
NCT – GAT	0.42 ± 1.02	0.000	0.60 ± 1.64	0.000
TT – NCT	0.73 ± 1.29	0.000	0.67 ± 1.79	0.000
TT– GAT	1.15 ± 1.79	0.000	1.26 ± 2.33	0.000

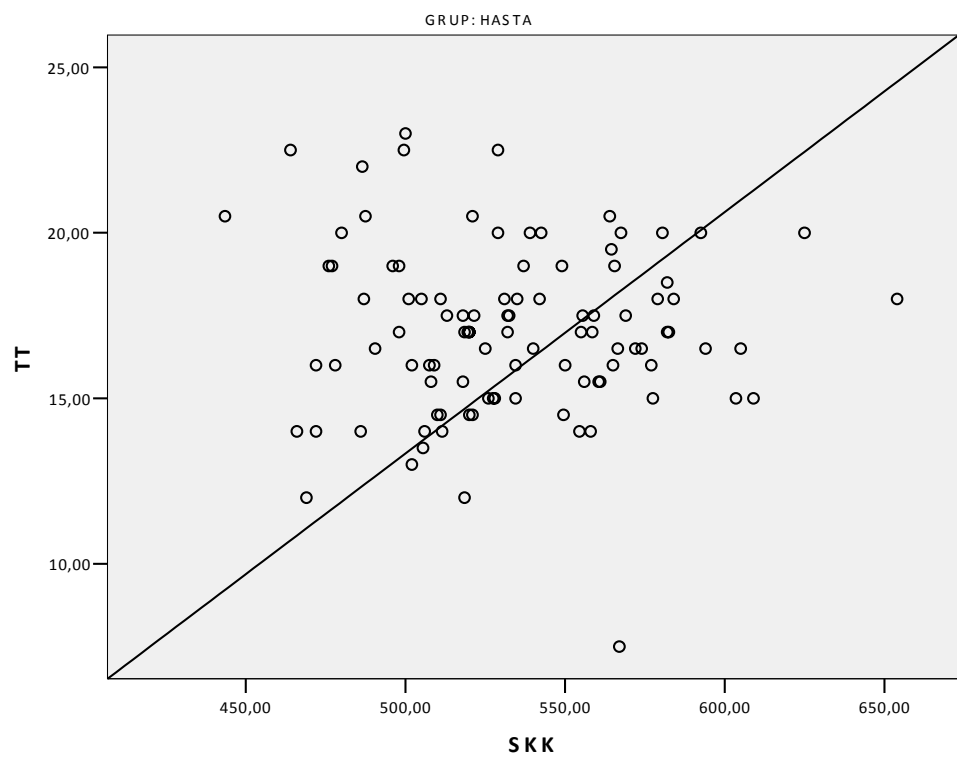
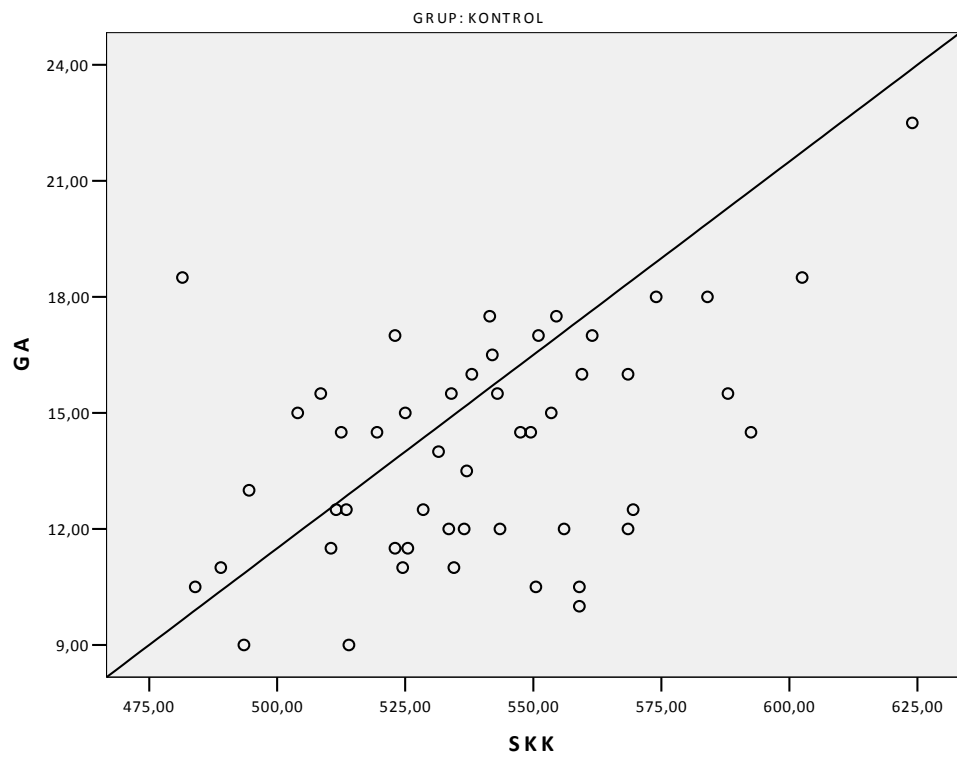
Ancak tonometrelerin karşılaştırılmasında ileri analiz için hastalar ve kontrol grubu SKK’ya göre 3 gruba bölündü (Doyle A, Lachkar Y. 2005) (SKK<520 μ m ince kornealılar, SKK 520 μ m -580 μ m normal kornealılar ve SKK>580 μ m kalın kornealılar). İnce kornealarda GİB ölçümünde GAT ile DCT ve NCT ile DCT arasındaki fark artarken (GAT ve NCT ince kornealarda düşük ölçüm), kalın kornealarda bu fark azaldı hatta GAT ve NCT DCT’den daha yüksek ölçtü (kalın kornealarda GAT ve NCT yüksek ölçüm).

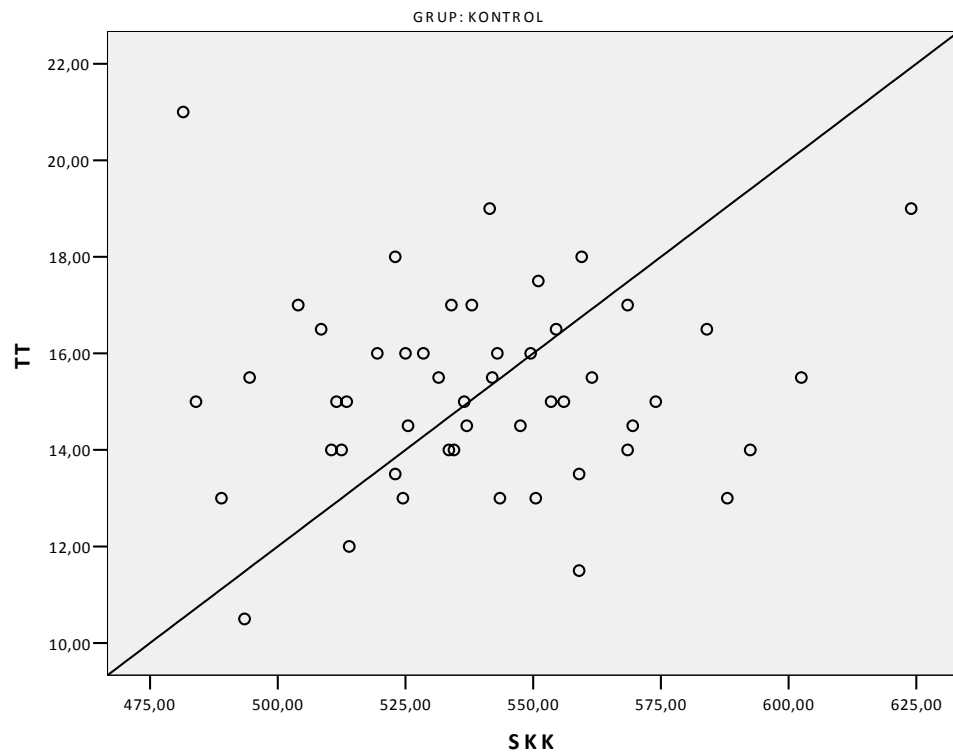
Tablo-6. GİB Ölçüm Yöntemlerinin Hasta Ve Kontrol Gruplarında SKK İle Korelasyonunu Gösteren Dağılım Grafleri:











5-TARTIŞMA

GİB ölçümü glokomu olan olguların tanı ve takibinde önemli bir role sahiptir. Bu nedenle GİB'in doğru ve güvenilir ölçümü gittikçe önem kazanmıştır.

Günümüzde GİB ölçüm yöntemleri içinde GAT yaygın kullanılan, geniş kabul görmüş ve altın standart olarak kabul edilen yöntemdir. Ancak GAT ile yapılan GİB ölçümlerinin farklı kornea kalınlıklarından etkilendiği yapılan çalışmalarla gösterilmiştir. (Recep OF ve ark.,2001; Whitacre MM ve ark.,1993; Stodtmeister R 1998; Bhan A ve ark.,2002; Wolfs R ve ark., 1997)

SKK, ilk kez Goldmann ve Schmidt tarafından aplanasyon tonometresinin hata kaynaklarından birisi olarak belirtilmiş ve SKK değerinin normalin dışında olduğu zaman bu tonometrenin doğru sonuç verme olasılığının azaldığı bildirilmiştir (H. Goldmann and T. Schmidt,1957; H. Goldmann,1970; Koçak N, Gönenç Ü,1999). Bu duruma aynı araştırmacılar keratoplastili, keratokonuslu ve korneasında skarı olan gözlerde de dikkat edilmesi gerektiğini ifade etmişlerdir. Bugün SKK ölçümü önemli bir biyometrik faktör olmuştur ve glokomlu hastanın değerlendirilmesinde çok gerekli hale gelmiştir.

Yıldırım ve arkadaşları PAAG, OH, NTG ve kontrol gözlerinde SKK ile GİB arasındaki ilişkiyi değerlendirdikleri çalışmalarında, tüm olgularda anlamlı korelasyon saptamışlar ve GİB değerlendirilmesinde SKK'nında göz önünde bulundurulmasını önermişlerdir (Yıldırım R ve ark.,2000). Feltgen ve arkadaşları ise direkt intrakamaral GİB ölçüm değerleri ve aplanasyon metodu ile elde ettikleri GİB değerlerinin korele olduğunu, aplanasyon ile elde edilen GİB değerlerinin SKK'dan bağımsız olup klinik uygulamalarda kornea kalınlığına bağlı tekrar GİB hesaplanmasına gerek olmadığını belirtmişlerdir(Feltgen N ve ark.,2001).

SKK ölçümünde iki tip pakimetre kullanılmaktadır. İlk araştırmacılar optik prensipli pakimetre kullanıyorlardı. Optik prensipli pakimetre, Bowman tabakası ile Descement membranı arasındaki kalınlığı ölçmektedir. Ultrasonik pakimetre ile kornea epitelinden endotele kadar olan kalınlık ölçüldüğünden ultrasonik pakimetre ile olan SKK ölçümleri optik pakimetre ile ölçülenlere göre daha yüksek olabilmektedir. Optik prensipli pakimetre ile kornea kalınlığının normal değeri

yaklaşık 520µm olarak bildirilmiştir(Ehlers N ve ark.,1975). Goldmann ve Schmidt ise en doğru ölçümlerin SKK 500µm kalınlıkta iken olabileceğini belirtmişlerdir. Çalışmalarında aplanasyon tonometresi ile ultrasonik pakimetre kullanıp sonuçlarını lineer regresyon analizine göre değerlendiren araştırmacılar normal bireylerde 10µm'lik kalınlık değişiminde ± 0.11 - ± 0.32 mmHg'lik GİB değişimi bulmuşlardır (Wolfs R ve ark., 1997). Çeşitli çalışmalarda ultrasonik pakimetre ile yapılan ölçümlerde ortalama SKK, 537 ± 34 µm ile 561 ± 26 µm'lik bir aralık içerisinde bulunmuştur(L.W. Herndon ve ark.,1997; S. Shah ve ark.,1999; A Bron, J Chapard 1999).

Farklı etnik gruplarda SKK'da tespit edilebilen bir fark olup olmadığı yeterince araştırılmamıştır. Geniş vaka serileri bulunan Alsirk ve arkadaşlarının Grönland Eskimolarında yaptıkları çalışmada SKK 523µm bulunmuştur (P H Alsirk ve ark.,1978). Küçük vaka serilerinde Asyalılarda,siyah ırkta ve yerli Amerikalılarda SKK beyaz ırka göre ince bulunmuştur (A.A Dohadwala ve ark.,1998). Çinliler üzerinde yapılan bir çalışmada ultrasonik pakimetre kullanılmış ve ortalama SKK 529 ± 48 µm olarak bulunmuştur (P J Foster ve ark.,2000).Türkiyede yapılan iki çalışmada, normal gözlerde ortalama SKK 555.57 ± 39 µm ve 548.95 ± 36 µm olarak bulunmuştur(Akman A ve ark.,2000; Demirbay PD ve ark.,2000).Türk ırkındaki bu değerler Çin ırkındaki değerlerden daha yüksekmiş gibi görünsede daha sağlıklı bilgiler için geniş vaka serilerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Günümüzde GİB ölçüm yöntemleri içinde altın standart olarak kabul edilen GAT ile diğer GİB ölçüm yöntemlerini karşılaştıran ve bunlar arasındaki SKK uyumunu değerlendiren birçok çalışma bulunmaktadır.

Ku ve arkadaşları sağlıklı korneya sahip hastaların GAT ile ölçtükleri GİB değerlerinin ultrasonik pakimetre ile ölçtükleri SKK ile güçlü korelasyon gösterdiğini ($p=0.001$), DCT ile elde ettikleri GİB değerlerinin ise SKK ile korelasyonunun anlamlılık sınırında ($p=0.073$) olduğunu belirtmişlerdir(Ku JY ve ark.,2006). Özellikle kalın SKK'sı olan olgularda GAT ile elde edilen GİB değerleri daha yüksek saptanırken DCT ile aynı gözlerde elde ettikleri GİB değerlerinin yüksekliğinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığını bu nedenle DCT ile özellikle ortalama SKK'dan farklı kornealarda GİB ölçümü yapılmasının daha anlamlı olduğunu vurgulamışlardır.

Pache ve arkadaşları sağlıklı korneaya sahip 100 göz içeren çalışmalarında ortalama SKK'yı $533 \pm 48 \mu\text{m}$ olarak saptarken GAT ve DCT'nin SKK ile korele olmadığını belirtmişlerdir (M. Pache ve ark., 2005).

Bernd ve arkadaşları GAT ve DCT'yi karşılaştırdıkları çalışmalarında GAT ile SKK arasında bir korelasyon tespit ederken, DCT ile SKK arasında herhangi bir ilişki bulamamışlardır. Ayrıca aynı çalışmada DCT'nin GAT'den daha yüksek ölçüm yaptığını da bildirmişlerdir (Bernd A. ve ark., 2005). Duba ve arkadaşları da benzer bir çalışmada aynı sonuca ulaşmışlar ve DCT ile GAT'a göre $+ 1.9 \text{ mmHg}$ daha yüksek ölçüm tespit etmişlerdir (Duba ve ark., 2004).

Öztürk ve arkadaşları 106 hastanın 106 gözünü içeren çalışmalarında DCT ile elde edilen GİB değerlerini diğer ölçüm metodlarından daha yüksek olarak ölçmüşlerdir. Ayrıca DCT, GAT ve NCT yöntemlerinin SKK'dan etkilenirken TT'nin SKK'dan bağımsız olduğu sonuca varmışlardır.

Bhan ve arkadaşları GAT, TT ve Ocular Blood Flow (OBF) Pnömotometre ile yapılan ölçümlerin değişik düzeyde SKK'dan etkilendiğini, bu etkilenmenin TT'de en az, OBF tonometresinde en yüksek düzeyde olduğunu bildirmişlerdir (Bhan A ve ark., 2002).

Tonu ve arkadaşları GAT, TT, NCT ve OBF tonometre yöntemlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, tüm yöntemlerin SKK'dan etkilendiğini ancak NCT'de bu etkilenmenin en yüksek düzeyde olduğunu saptamışlardır (Tonnu PA ve ark., 2005).

Akman ve arkadaşları SKK'nın NCT ile ölçülen GİB değerlerine etkisini inceledikleri çalışmalarında NCT ölçümlerinin SKK'dan etkilendiğini tespit etmişlerdir.

Kornea kalınlığından bağımsız olarak GİB ölçülebilmesi refraktif amaçlı kornea cerrahisi geçiren gözlerde ileriki yıllarda oluşabilecek glokom hastalığının tanımlanmasında önem taşımaktadır. GAT ile ölçülen GİB değerleri refraktif cerrahi geçiren gözlerde korneanın incilmesi sebebiyle yanlışlıkla düşük ölçülebilir (Park H.J. ve ark., 2001). Bunun önlenmesi için korneanın strüktürel yapısından etkilenmeyen DCT benzeri GİB ölçüm yöntemleri son yıllarda daha fazla tercih edilmektedir.

Kaufmann ve arkadaşlarının LASIK sonrası GAT ve DCT ile yapılan GİB ölçüm yöntemlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında , cerrahi sonrası kornea inceliği ile birlikte GAT değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı düşme saptarken, DCT ile GİB değerlerinde herhangi bir düşme bulmamışlardır (Kaufmann C ve ark.,2003).

Kniestedt ve arkadaşları insan kadavra gözlerinde yaptıkları çalışmada DCT ile elde edilen GİB değerlerinin, GAT ve pnömotonometre ile elde edilene göre intrakameral manometrik GİB değerlerine daha yakın olduğunu gözlemişlerdir (Kniestedt C ve ark.,2004).

Siganos ve arkadaşları yaptıkları çalışmada GAT ve NCT ölçümleri ile SKK arasında anlamlı korelasyon bulmuşlar ve her 10µm SKK artışı için 0.3 mmHg GİB artışı bildirmişlerdir. Yine aynı çalışmada DCT'nin ise SKK'dan etkilenmediği bildirilmiştir (D.S. Siganos ve ark.,2004)

Erdurmuş ve arkadaşları PAAG ve OHT'li 104 hasta üzerinde yaptıkları yakın tarihli bir çalışmada ince ve normal kornealarda DCT'nin, GİB'i NCT'ye oranla yüksek ölçtüğünü, kalın kornealarda ise bu durumun tersine döndüğünü bildirmişlerdir. Yine aynı çalışmada NCT'nin SKK ile korele olup SKK'dan etkilendiğini, DCT'nin ise SKK'dan bağımsız olduğunu gözlemişlerdir(Erdurmuş M ve ark.,2007). Bu sonuçlar Doyle ve arkadaşlarının DCT ile GAT'ı karşılaştırdıkları çalışmaları ile de uyumludur (Doyle A ve ark.,2005).

GİB ölçümü için standart kabul edilen GAT sonuçlarını NCT ve TT ile karşılaştıran çalışmalarda literatürde bir hayli fazladır. Bu çalışmalarda TT sonuçları ile GAT sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar saptanmış olmasına rağmen araştırmacıların bir kısmı bu farklılığın klinik olarak kabul edilebilir düzeyde olduğunu belirtmektedirler(Armstrong T.A ,1990; Saticı A,1997; Frenkel R ve ark.,1988; Ekşioğlu Ü ve ark.,1995). Dikkati çeken bir özellik de düşük GİB'lerde TT'nin GAT'a göre daha yüksek, yüksek GİB'lerde ise daha düşük ölçme eğiliminde olduğudur.

Amaral ve arkadaşlarının 58 hasta üzerinde GAT ve TT'yi karşılaştırdıkları çalışmalarında TT'nin GİB'i GAT'dan daha yüksek değerlerde ölçtüğü ve SKK'dan etkilendiği bildirilmiştir(Amaral ve ark.,2006).

Viestenz ve arkadaşları normal gözlerde DCT'nin verimliliğini değerlendirmek ve GAT, DCT ve TT'yi kıyaslamak amacıyla 323 gözde prospektif bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmanın sonucunda DCT ile ölçülen değerlerin TT ve GAT'dan yüksek olduğunu ve TT dışında diğer iki ölçüm yönteminin SKK'dan etkilendiğini bildirmişlerdir (Viestenz A ve ark.,2006).

Matsumoto ve arkadaşları NCT ve GAT'ı kıyasladıkları 115 hastanın 230 gözünde NCT'nin GAT'a göre SKK'dan daha fazla etkilendiğini ve kalın kornealarda yüksek,ince kornealarda düşük değerler vererek özellikle korneal ödemli olgularda yanlış ölçümler yaptığını bildirmişlerdir (Matsumoto T ve ark.,2000).

Salvetat ve arkadaşları PAAG'li 101 hastanın 101 gözünde yapmış oldukları DCT, GAT ve TT arasındaki kıyaslayıcı çalışmalarında DCT'nin en yüksek ölçüm değerini verdiğini bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar ayrıca DCT ile GAT arasında uyum tespit etmişken,TT ile GAT arasında zayıf uyum görmüşlerdir. Yine bu çalışmada her üç yönteminde SKK'dan etkilendiğini bildirmişlerdir (Salvetat ve ark.,2007).

Burvenich ve arkadaşları 176 hasta ve 137 normal göz üzerindeki çalışmaları sonucunda DCT'nin GİB'nı GAT'dan belirgin olarak daha yüksek ölçtüğünü bulmuşlardır. Yine bu çalışmada SKK ile GAT arasında belirgin bir korelasyon tespit etmişler ancak aynı korelasyonu DCT ile SKK arasında bulmamışlardır (Burvenich ve ark.,2005).

Kamppeter ve Jonas 100 hastanın 100 gözünde DCT ve GAT'ı kıyaslayan çalışmalarında DCT'nin GİB'nı GAT'dan yaklaşık 1 mmHg yüksek ölçtüğünü ve birbirleriyle uyumlu olduklarını buna karşılık ne GAT'ın nede DCT'nin SKK'dan etkilendiğini bildirmişlerdir (Kamppeter BA, Jonas JB.2005).

Kohlhaas ve arkadaşları normal bireylerde 181 göz üzerinde yapmış oldukları GAT ile TT'yi kıyaslayıcı çalışmalarında , TT'nin daha az olmak üzere her iki GİB ölçüm yönteminde SKK'dan etkilendiğini bildirmişlerdir (Kohlhaas M ve ark.,2006).

Broman ve arkadaşlarının glokomlu 100 gözde DCT ve GAT'ı kıyaslamış oldukları çalışmalarında DCT, GAT'a göre yaklaşık 1.8mmHg yüksek ölçüm yapmakla beraber her iki cihazında birbirleri ile uyumlu olduğu gözlenmiş ve yine aynı çalışmada GAT'ın SKK'dan etkilendiği halde DCT'nin etkilendiği

bildirilmiştir. Bu çalışmanın sonucunda yazarlar DCT'nin klinik pratikte koopere hastalarda kullanılabileceği, ancak kooperasyonu az olan, vizyonu kötü ve nistagmuslu hastalarda GAT'ın tercih edilmesi gerektiği yargısına varmışlardır(Broman ve ark.,2007).

Biz hasta ve normal bireyler üzerinde yapmış olduğumuz kıyaslayıcı çalışmamızda GAT, NCT, TT ve DCT ile ölçülen GİB değerlerini karşılaştırdık ve bunların SKK ile olan korelasyonunu inceledik.

Bizim çalışmamızda GİB ölçümleri hasta ve kontrol grubunda en yüksek DCT ile ölçülürken, en düşük GAT ile ölçüldü.

Hasta ve kontrol grubunda GİB ölçümleri ile SKK arasındaki korelasyon incelendiğinde her iki grupta sadece GAT ve NCT SKK ile korelasyon içinde olup, SKK'dan etkilenmekte, DCT ve TT ise SKK'dan bağımsızdı (Pearson korelasyon katsayılarına göre; $P<0.01$). GAT, SKK ile her iki grupta da en yüksek korelasyona sahipti.

Hasta ve kontrol grubu ortalamaları arasındaki fark SKK dışında anlamlı olarak bulunmuştur. (Tek yönlü varyans analizi One-way ANOVA 'ya göre ($P<0.01$)). Buna göre hasta grubunda tüm GİB ölçüm yöntemleri kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksek bulunurken, kontrol grubunda SKK değerleri hasta grubundan daha yüksek bulundu. Ancak bu yukarıda da belirttiğimiz gibi istatistiksel olarak anlamlı değildi ($P<0.01$).

Çalışmamızda GAT altın standart olarak kabul edilip hasta ve kontrol grubunda diğer ölçüm yöntemlerinin GAT ile uyumu incelendi. Grup içi korelasyon katsayılarına göre GAT ile en uyumlu NCT olup; en uyumsuz DCT bulundu.GAT ile yapılan GİB ölçüm yöntemleri altın standart olmasına rağmen ölçümü yapan kişinin subjektif değerlendirmesini içerdiğinden tekrarlayan ölçümler her zaman aynı sonucu vermeyebilmektedir. Çeşitli çalışmalarda aynı gözde kısa aralıklarla,aynı araştırmacı ve cihazla veya iki araştırmacı ve iki cihazla tekrarlanan ölçümlerin %30'unda eş ölçümler arasında ~3mmHg fark saptanmıştır. Bazı araştırmacılar bu hata payları göz önüne alındığında, GAT ile karşılaştırılan GİB ölçüm değerlerinin GAT ölçümleri ile ± 3 mmHg limitleri içinde olmasını,cihazlar arasında iyi bir uyum olarak görmektedirler(Akman A ve ark.,1999).

Hasta ve kontrol grupları arasındaki GİB ölçüm yöntemleri arasındaki farklar incelendiğinde ise; en yüksek GİB ölçüm farkı GAT ile DCT (en düşük uyum) arasında iken, en düşük fark GAT ile NCT arasında görüldü (en yüksek uyum)($P<0.01$). Ancak tonometrelerin karşılaştırılmasında ileri analiz için hastalar ve kontrol grubu SKK'ya göre 3 gruba bölündüğünde (Doyle A, Lachkar Y. 2005) ($SKK<520\text{ }\mu\text{m}$ İnce kornealılar, $SKK\ 520\text{ }\mu\text{m} -580\text{ }\mu\text{m}$ normal kornealılar ve $SKK>580\text{ }\mu\text{m}$ kalın kornealılar) ince kornealarda GİB ölçümünde GAT ile DCT ve NCT ile DCT arasındaki fark artarken (GAT ve NCT ile ince kornealarda düşük ölçüm), kalın kornealarda bu fark azaldı hatta GAT ve NCT, DCT'den daha yüksek ölçtü(kalın kornealarda GAT ve NCT ile yüksek ölçüm).Bu sonuç ta GAT ve NCT'nin SKK ile var olan korelasyonu doğrulamış oldu.

6-SONUÇ

Force (kuvvet) tonometreleri olarak adlandırılan GAT, NCT, ve TT kendilerine ait bazı özellikler taşımaktadır.

GAT ile yapılan ölçümler günümüzde glokom tanı ve takibinde altın standart olarak kabul edilmekte olup, en önemli dezavantajı bizim çalışmamızda gösterdiğimiz gibi ölçümlerin hem sağlam bireylerde hemde glokom hastalarında SKK'dan etkileniyor olmasıdır.

NCT ile çocuklarda, koopresyonu zayıf, kapak aralığı dar olan olgularda GİB ölçümü daha rahat yapılabilir. NCT'de göze temas olmaması nedeniyle GAT ve DCT gibi aplanasyon tonometrelerinde görülen kornea epitel hasarı ve enfeksiyon riski minimum olup, lens kullananlarda rahatlıkla kullanılabilir. Yüksek hasta uyumu NCT'nin ilave üstünlüklerindendir. Güvenilirliği ve tekrarlanabilirliği birçok çalışmada gösterilmiş olan NCT ile üst üste yapılan ölçümler GİB'i etkilememekte, GAT ve DCT'de rastlanan masaj etkisi oluşturmamaktadır. Bizim çalışmamızda NCT ile ölçülen GİB değerleri her iki grupta GAT ile ölçülen GİB değerlerinden biraz daha yüksek olmasına rağmen GAT değerlerine en yakın değerler olup, sonuçları GAT ile en uyumlu ölçüm değerleri idi. Literatürdeki benzer çalışmalarda normal sınırlar içindeki GİB değerlerinde NCT'nin güvenilir sonuçlar verdiğini belirtmektedir. Bununla birlikte 25-30mmHg'nin üstündeki GİB değerlerinde NCT'nin güvenilirliğinin azaldığını bildiren çalışmalarda vardır. NCT ile GİB ölçümü yapılacak olgularda iyi bir fiksasyon ve düzenli kornea gereklidir. GAT kadar olmasada NCT'nde SKK'dan etkilenmesi dezavantaj olarak kabul edilmektedir. Ayrıca bununla ilişkili olarak GAT'da olduğu gibi NCT ile de kalın kornealarda GİB ölçümleri DCT'ye göre daha yüksek saptanırken ince kornelerde bunun tam tersi söz konusudur. Diğer aplanasyon tonometreleri gibi NCT'nde kornea kuvaturundan etkilenmesi bir diğer dezavantajdır. Bu nedenle 3 diyoptri üzerinde astigmatizması olan bireyler çalışmamıza dahil edilmedi. NCT ile ölçüm

birkaç milisaniye içinde gerçekleştiğinden kardiyak ve respiratuvar siklusa etkilenebilir.

Çalışmamızda elde edilen sonuçlara ve diğer literatüre bakıldığında özellikle 20mmHg'den daha düşük GİB değerlerinde NCT'nin GAT ile uyumlu ve güvenilir sonuçlar verdiği kabul edilmektedir. Ancak daha yüksek GİB değerlerinde GİB'in hatalı olarak düşük ölçülmesi ihtimali artmaktadır. Bu nedenle tarama amacıyla yapılan ölçümlerde NCT kullanılması bir problem teşkil etmezken özellikle GİB'i yüksek olan olgularda NCT ölçümlerinin GAT ile doğrulanması gereklidir.

TT, taşınabilir tonometreler arasında ortalama basınç ve değişkenliğin otomatik olarak hesaplanarak gösterildiği küçültülmüş tek tonometredir. Son yıllarda oftalmoloji pratiğine giren tonopen tonometresi, özellikle GAT'ın dezavantajlarını azaltan elektronik el aplanasyon tonometresidir. Kornea ile temas eden uç kısmında tek kullanımlık kılıf olması nedeniyle kontaminasyon riskinin elimine edilmesi, kalibrasyon, öğrenme ve uygulama kolaylığı, deneyim gerektirmemesi, hastanın postüründen etkilenmemesi, hasta uyumluluğunun yüksek ve elde edilen değerlerin objektif olması tonopen tonometresinin üstünlükleridir. GAT'ın kullanılmadığı peroperatuar ve erken postoperatuar dönemde artmış GİB'in saptanmasında, yatalak ve iskelet deformasyonları nedeni ile biyomikroskopa oturamayan hastaların GİB ölçümünde oldukça yararlıdır. Ayrıca skarlı, ödemli ve kornea yüzeyinin düzensiz olduğu gözlerde GAT'a göre daha küçük alanda düzleştirme sağlandığı için özellikle tavsiye edilir. Çabuk ölçüm yapması, küçük, sessiz ve korkutucu olmamasından dolayı hastalar tarafından iyi tolere edilir.

GAT sonuçları ile NCT ve TT sonuçları birçok çalışmada karşılaştırmalı olarak ele alınmıştır. Bu çalışmalarda TT sonuçları ile GAT sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar saptanmış olmasına rağmen yazarların bir kısmı bu farklılığın klinik olarak kabul edilebilir düzeyde olduğunu belirtmektedirler. Biz çalışmamızda her iki grupta TT'nin GİB değerlerini GAT ile ölçülenden daha yüksek bulduk ve TT'nin NCT'den sonra GAT ile en uyumlu force tonometri olduğunu gördük.

Ayrıca yine her iki grupta TT'nin SKK'dan etkilenmediğini bulduk. Bu TT ile ilgili yapılan çalışmalarla da uyumludur.

Çalışmamızda dikkati çeken bir diğer özellikte TT’inde NCT gibi düşük GİB’lerde GAT’a göre daha yüksek, yüksek GİB’lerde ise daha düşük ölçme eğiliminde olduğudur. Bu sonuçta yine literatür ile uyumlu bir sonuçtur.

Glokom gibi görmeyi tehdit eden hastalıkların tanısında özellikle yüksek GİB’lerde GAT’ın standart olma özelliği devam etmektedir. TT’den; özellikle SKK’dan etkilenmemesi, kullanımının kolay, hızlı ve sonuçlarının objektif olması nedeniyle yoğun hasta potansiyeline sahip polikliniklerde GİB ölçümünde, doğruluğu zaman zaman GAT ile kontrol edilmek suretiyle yararlanılmasının doğru olacağı görüşündeyiz. Ayrıca TT’nin diğer özelliklerinin yanı sıra elle taşınır ve pratik olması kitle taramalarında da rahatlıkla kullanılabilmesini sağlayacaktır.

Çalışmamızda normal ve glokomlu bireylerde DCT, GAT, NCT ve TT ile yapılan karşılaştırmalarda, DCT ile elde edilen GİB değerlerini diğer ölçüm metodlarına göre daha yüksek bulduk. Ayrıca TT’de olduğu gibi DCT’nin de SKK ile korele olmadığını bulduk. Her ne kadar bazı çalışmalarda SKK ile DCT arasında sınırlı korelasyondan bahsedilse de bizim sonuçlarımız genel olarak literatür ile uyumlu idi.

DCT’nin GAT ile uyumuna baktığımızda uyumun ölçüsü olarak grup içi korelasyon katsayısını NCT ve TT’den daha düşük bulduk. Ancak yinede DCT ve GAT arasında belli bir uyumdan bahsetmek mümkündür. Bu uyum özellikle normal GİB düzeyinde anlam ifade etmekte olup, düşük ve yüksek GİB’lerde uyumluluk bozulabilmektedir. Bu durum klinik olarak önemli olabilir ve bazı vakalarda tanı ve tedaviye etki edebilir.

Pressure(basınç) tonometri olarak adlandırılan DCT’de tıpkı force (kuvvet) tonometrileri gibi kendine ait bazı avantaj ve dezavantajlar taşımaktadır. DCT nin SKK’dan etkilenmemesi bu tonometrenin en önemli avantajıdır. Bu tonometrenin bir diğer avantajıda ölçümün kalitesi hakkında bilgi vermesidir. DCT ayrıca flouressein kullanımı gerektirmemesi, ölçüm anında sesli uyarı ile hasta kooperasyonunun daha yüksek olması ve kolay ve konforlu ölçme imkanı tanınması gibi avantajlara sahiptir. Ancak DCT ile nistagmusu olan, kooperasyonu zayıf, postural instabilitesi olan ve oküler fiksasyonu yeterli olmayan hastalarda doğru GİB ölçümü yapılabilmesi son derece zordur. Çünkü DCT ile iyi bir GİB ölçümü için en az 3 kalp atım zamanı kadar tonometre ile korneanın temas etmesi gerekmektedir. Ayrıca her hastada 1. ve

2. kalite ölçüm alınamayabilmektedir. Tüm bunların dışında basınç sensörünün üzerindeki, göze temas eden kılıfın hastadan hastaya değiştirilmesinin gerekmesi, bu değişimin ek zaman ve belli bir maliyet gerektirmesi bir diğer dezavantajdır.

Sonuç olarak; sağlam ve glokomlu bireylerde GİB ölçüm yöntemlerini kıyasladığımız ve SKK ile korelasyonunu araştırdığımız bu çalışmamızda, her iki grupta dört GİB ölçüm yöntemi arasında da belli düzeylere kadar uyum bulunsa da ölçümlerin birbirlerinin yerine kullanılabileceğini düşünmemekteyiz.

Günümüzde GAT hala altın standart olarak kabul edilse de gerçek GİB'i henüz bilmiyoruz ve hangi cihaz ile hasta yönetimi yapılacağı da kesin değildir. Bu nedenle GAT ile daha önceden belirlenmiş kritik GİB değeri sayılabilen 20mmHg sınırının, kişiye ait kritik GİB değeri olarak yeniden tanımlanması gerekebilir.

Santral korneal kalınlık, ilk kez Goldmann ve Schmith tarafından önerilen applanasyon tonometresinin en önemli hata kaynaklarından birisi olarak belirtilmiştir. Santral korneal kalınlık ve göz içi basıncı arasındaki ilişkiyi değerlendiren bir çok çalışmada olduğu gibi bizde bu çalışmamızda anlamlı korelasyon saptadık. Bu yüzden göz içi basıncının değerlendirilmesinde santral korneal kalınlığının mutlaka gözönünde bulundurulmasını önermekteyiz.

Her cihazın kendisine ait avantaj ve dezavantajları vardır. Gelecekte intrakamaral manometre ve özellikle DCT arasında yapılacak bir kıyaslama bizleri belki de daha doğru bilgilere ulaştıracaktır.

7-KAYNAKLAR

- Guyton A.C., Hall J.E: Eye,Textbook of medical physiology. Saunders WB, Philadelphia, 632-33,1996.
- Kanski J.J.: Glaucoma,Clinical Ophtalmology, 5th Edition, Butterworth-Heinemann Ltd. London,193-268,2003.
- Drusedau M.U., Von Woplff K., Bull H., Von Barsewisch B.: Viscocanalostomy for primary open-angle glaucoma: the Gros Pankow experience (1), J Cataract Refract Surg; 26: 1367-73, 2000
- Drance S.M.: The changing concept of glaucoma in the 20th century "100 years of progress in glaucoma", ed Buskirk EM, Shields M.B., Raven, Philadelphia, 1997.
- Quigley H.A., Addicks E.M., Green W.R. et al.: Optic nerve damage in human glaucoma, Arch Ophthalmol; 9: 35-649, 1981.
- Quigley H.A, Hohman R., Addicks E. et al.: Morphologic changes in lamina cribrosa correlated with neural loss in open-angle glaucoma, Am J Ophthalmol; 95: 673-691, 1983.
- Hart W.M., Becker B.: The onset and evolution of glaucomatous visual field defects, Ophthalmol; 89: 268-279, 1982.

- Heijl A., Lunnqvist L.: The frequency distribution of earliest glaucomatous visual field defects documented by automated perimetry, *Acta Ophthalmol*; 62: 658-664, 1984.
- Quigley H.A., Nickells R.W., Kerrigan L.A. et al.: Retinal ganglion cell death in experimental glaucoma and after axotomy occurs by apoptosis, *Invest Ophthalmol Vis Sci*; 36: 774-786, 1996.
- Quigley H.A.: Number of people with glaucoma worldwide, *Br J Ophthalmol*; 80: 389-303, 1996.
- Tylefors B., Negrel A.D.: The global impact of glaucoma, *Bull World Health Organ*; 72: 323, 1994.
- Preferred Practice Patterns Committee, Glaucoma panel. Primary open-angle glaucoma, American Academy of Ophthalmology; San Francisco, 1996.
- Tripathi RC. The functional morphology of the outflow systems of ocular and cerebrospinal fluids. *Exp Eye Res.*;25(suppl):65, 1977.
- Grierson I, Lee WR. Pressure-induced changes in the ultrastructure of the endothelium lining Schlemm's canal. *Am J Ophthalmol*;80:863, 1975
- Inomata H, Bill A, Smelser GK. Aqueous humor pathways through the trabecular meshwork and into Schlemm's canal in cynomolgus monkey (*Macaca irus*). *Am J Ophthalmol*;73:760, 1972
- Orhan M. Hümör Aköz Dinamiği. Glukom: Turaçlı ME. Önel M, Yalvaç SI (Edit). SFN yayıncılık, Ankara; 4-10, 2003
- Wilson F.M.: Fundamentals and principles of ophthalmology, American Academy of Ophthalmology, Hecht KA, California, 158-166, 1991.

- Krupin T.: The ciliary epithelia and aqueous humor. In 'Adler's Physiology of the Eye' Ed. Caprioli J, Hart W.M., 288-243, Mosby, St Louis, 1992.
- Shields M.B.: Textbook of Glaucoma, Williams & Wilkins, 5-36, Baltimore, 1998
- Dobbie J.G.: A study of the intraocular fluid dynamics in retinal detachment, Arch Ophthalmol; 69: 53, 1963.
- Armaly F.M.: Effects of corticosteroids on intraocular pressure and fluid dynamics, Arch Ophthalmol; 70: 88, 1963.
- Carenini M.D., Americo C.: Are aqueous humor dynamics influenced by aging, Am J Ophthalmol; 44: 395, 1967.
- Casey J.W.: Aqueous humor dynamics, In Duane, T.D., Jaeger, E.A.(eds.): vol. 3, ch.45:1-5, 1984.
- Pederson J.E.: Hypotony, In Duane, T.D., Jaeger, E.A.(eds.): Clinical Ophthalmology. Philadelphia, Harper and Row, vol.3, ch.58: 1-7, 1984.
- Ascher KW. Aqueous veins: physiologic importance of visible elimination of intraocular fluid. Am J Ophthalmol; 25:1174, 1942
- Hayreh S.S., Zimmerman M.B., Podhajski P., Alward W.L.M.: Nocturnal arterial hypotension and its role in optic nerve head and ocular ischemic disorders, Am J Ophthalmol; 117: 603-24, 1994.
- Rader J., Feuer W.J., Anderson D.R.: Peripapillary vasoconstriction in the glaucomas and the anterior ischemic optic neuropathies, Am J Ophthalmol; 117: 72-80, 1994.

- Eryılmaz T.: Glokomda patoloji ve etyopatogenez, Oftalmoloji; 1(1): 9-13, 1992.
- Alvarado J.A., Yun A.J., Murphy C.G.: Juxtacanalicular tissue in primary open angle glaucoma and in glaucomatous normals, Arch Ophthalmology; 104: 1517-1528, 1986
- Chazidhry H.A., Dueker D.K., Simmons R.J., Bellows A.R., Grant W.M.: Scanning electron microscopy of trabeculectomy specimens in open angle glaucoma, Am J Ophthalmol; 88: 78-79, 1979.
- Arkady P., Nestarov M.D., Yury E.: Trabecular wall of the schlemms canal in the early stages of primary open angle glaucoma, Am J Ophthalmology; 78: 639-647, 1976.
- Tripathi R.C.: Growth factors in the aqueous humor and their clinical significiance, J Glaucoma; 3: 248, 1994.
- Minclar D.S.: Histology of optic nevre damage in ocular hypertension and early glaucoma, Survey of Ophthalmology; 33: 401-402, 1989.
- America Academy of Ophthalmolgy, Basic and Clinical course Section 10, Glaucoma; LEO.ABD,5-13, 2007-2008
- Avrupa Glokom Cemiyeti.Glokom için terminoloji ve rehber, Dogma,İtalya 2.baskı,2-18,2003
- Yanoff M,Duker J.S.:Glaucoma,Ophtalmology,Mosby,St.Louis,1413-1615, 2007
- Türk Oftalmoloji Derneği Akademik Eğitim Programı,26.Ulusal oftalmoloji kursu, Glokom, Nisan-2006)

- Krupin T., Civan M.M.: Physiologic basis of aqueous humor formation, The Glaucomas
- Goodman W.T., Mathers W.D., Munden P.M., Ossinig K.C., Daley T.E.: Study of aqueous humor dynamics in keratocornus. Exp Eye Res.; 62(1):95-9, 1996.
- Nakano T, Tatemichi M, Miura Y, Kitahara K.: Long-term physiologic changes of intraocular pressure: a 10-year longitudinal analysis in young and middle-aged Japanese men. Ophthalmology; 112(4):609-616, 2005.
- Campbell DG.: Ghost cell glaucoma following trauma. Ophthalmology; 88(11):1151-8, 1981.
- Flammer J.: The vascular concept of glaucoma. Surv Ophthalmol, 1994.
- Gormaz A.: Ocular tension after cataract surgery. Am J Ophthalmol ; 53:832-841, 1962
- Tong J.T., Miller K.M.: Intraocular pressure change after sutureless phacoemulsification and foldable posterior chamber lens implantation. J Cataract Refract Surg; 24:256-262, 1998.
- Yasutani H., Hayashi K., Hayashi H., Hayashi F.: Intraocular pressure rise after phacoemulsification surgery in glaucoma patients. J Cataract Refract Surg.; 30(6):1219-24, 2004.
- Gross J.G., Meyer D.R., Robin A.L.: Increased intraocular pressure in the immediate postoperative period after extracapsular cataract extraction. Am J Ophthalmol ; 105:466-469, 1988.

- Shingleton B.J., Wadhwani R.A., O'Donoghue M.W., Baylus S., Hoey H.: Evaluation of intraocular pressure in the immediate period after phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg.*;27(4):524-527,2001.
- Abhay R., Vasavada M.S., Praven R.: Relationship of immediate intraocular pressure rise to phaco-tip ergonomics and energy dissipation. *J Cataract Refract Surg.*;30:137-143,2004.
- Çekiç O., Batman C.: Effect of capsulorhexis size on postoperative intraocular pressure. *J Cataract Refract Surg.*;25:318-321,1999.
- Tennen D.G., Maskat S.: Short-and long- term effect of clear corneal incisions on intraocular pressure. *J Cataract Refract Surg.*;22:568-570,1996.
- Kondo T., Yamauchi T., Nakatsu A.: Effect cataract surgery on aqueous turnover and blood- aqueous barrier. *J Cataract Refract Surg.*;21(6):706-709,1995.
- Toris C.B., Pederson J.E.: Aqueous humor dynamics in the aging human eye. *Am J Ophthalmol.*;127(4):407-412,1999.
- Karadimas P., Bouzas E.A.: Hypothyroidism and glaucoma *Am J Ophthalmol.*;131(1):126-128,2001.
- Larsson L. I., Pach J.M., Brubaker R.F., Rettig E.S.: Aqueous humor dynamics inpatients with diabetes mellitus. *Am J Ophthalmol.*;120(3):362-367,1995.
- Wilson M.R., Baker R.S., Mohammedi P., Wheeler N.C.: Reproducibility of postural changes in intraocular pressure with the Tono-Pen and Pulsair tonometers *Am J Ophthalmol.*;166:479-483,1993

- M.M. Whitacre and R. Stein: Sources of error with use of Goldmann-type tonometers, *Surv Ophthalmol* ;38: 1–30,1993.
- Armstrong T.A: Evaluation of the Tono-Pen and Pulsair tonometers *Am J Ophtalmol.*;109:716-720,1990.
- Kotecha, E.T. White and J.M. Shewry: The relative effects of corneal thickness and age on Goldmann applanation tonometry and dynamic contour tonometry, *Br J Ophthalmol* ; 89: 1572–1575,2005.
- Plagwitz K.U., Lemke K.: New measuring method of non-contact tonometry .*Klin Monatsbl Augenheilkd.*;214(1):40-3,1999.
- Aachal Kotecha: What Biomechanical Properties of the Cornea Are Relevant for the Clinician? *Survey of ophtalmology* ;Volume 52, Issue 6, Supplement 1,2007
- Yves C.A.:What Do We Measure with Various Techniques When Assessing IOP? *Survey of ophtalmology* ,Volume 52, Issue 6, Supplement 1,2007
- David K. Dueker,Kuldev Singh , Shan C. Lin , Robert D. Fechtner , Don S. Minckler,John R. Samples and Joel S. Schuman: Corneal Thickness Measurement in the Management of Primary Open-angle Glaucoma A Report by the American Academy of Ophthalmology; Volume 114, Issue 9, 1779-1787,2007.
- M.O. Gordon, J.A. Beiser and J.D. Brandt: The Ocular Hypertension Treatment Study: baseline factors that predict the onset of primary open-angle glaucoma, *Arch Ophthalmol* ;120: 714–720, discussion 829–30,2002.
- H. Goldmann and T. Schmidt: Applanation tonometry, *Ophthalmologica* 134: 221–242,1957.

- N. Ehlers, F.K. Hansen and H. Aasved: Biometric correlations of corneal thickness, *Acta Ophthalmol (Copenh)*; 53: 652–659, 1975.
- M.M. Whitacre, R.A. Stein and K. Hassanein: The effect of corneal thickness on applanation tonometry, *Am J Ophthalmol* ;115:592–596, 1993.
- Wirtitsch MG: Short-term effect of dorzolamide hydrochloride on central corneal thickness in humans with cornea guttata, *Arch Ophthalmol*; 121 :621–625, 2003.
- Dayanir V.: Effect of corneal drying on central corneal thickness, *J Glaucoma*;13: 6-8, 2004.
- Zadok D.: Pneumatometry versus Goldmann tonometry after laser in situ keratomileusis for myopia, *J Cataract Refract Surg.*; 25:1344-1348, 1999
- Vakili R.: Effect of mild to moderate myopic correction by laser-assisted in situ keratomileusis on intraocular pressure measurements with Goldmann applanation tonometer, Tono-Pen, and pneumatometer, *J Glaucoma*; 11:493-496, 2002.
- Luce D.A.: Determining in vivo biomechanical properties of the cornea with an ocular response analyzer, *J Cataract Refract Surg.*; 31 :156–162, 2005.
- C. Kirwan, M. O'Keefe and B. Lanigan: Corneal hysteresis and intraocular pressure measurement in children using the reichert ocular response analyzer, *Am J Ophthalmol* ;142 : 990–992, 2006.
- J.S. Pepose, S.K. Feigenbaum and M.A. Qazi: Changes in corneal biomechanics and intraocular pressure following LASIK using static, dynamic, and noncontact tonometry, *Am J Ophthalmol*;143:39–47, 2007

- J. Liu and C.J. Roberts: Influence of corneal biomechanical properties on intraocular pressure measurement: quantitative analysis, *J Cataract Refract Surg* ;31:146–155,2005
- Rask G, Behndig A.: Effects of corneal thickness, curvature, astigmatism and direction of gaze on Goldmann applanation tonometry readings. *Ophthalmic Res.*;38(1):49-55,2006.
- 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.*;20(8):834-8.2001.
- Gupta V, Sony P, Agarwal HC, Sihota R, Sharma A.: Inter-instrument agreement and influence of central corneal thickness on measurements with Goldmann, pneumotonometer and noncontact tonometer in glaucomatous eyes. *Indian J Ophthalmol.*; 54(4):261-5,2006
- N.G. Congdon, A.T. Broman and K. Bandeen-Roche: Central corneal thickness and corneal hysteresis associated with glaucoma damage, *Am J Ophthalmol*; 141:868–875,2006
- Daxer, K. Misof and B. Grabner: Collagen fibrils in the human corneal stroma: structure and aging, *Invest Ophthalmol Vis Sci* ;39:644–648,1998
- M.J. Doughty and M.L. Zaman: Human corneal thickness and its impact on intraocular pressure measures: a review and meta-analysis approach, *Surv Ophthalmol* ;44:56-60,2000.

- Karadimas P: Hypothyroidizm and glaucoma Am J Ophthalmol.;131(1):126-128,2001.
- Denis P. : Clinical key points. Intraocular pressure ,J Fr Ophtalmol.;(5 Pt 2):3S35-8,2007.
- Stodtmeister R.: Applanation tonometry and correction according to corneal thickness. Acta Ophthalmol Scand.;76(3):319-24,1998.
- Hamilton K.E., Pye D.C., Hali A., Lin C., Kam P., Ngyuen T.: The effect of contact lens induced corneal edema on Goldmann applanation tonometry measurements. J Glaucoma.;16(1):153-8,2007.
- Böhm AG.: The risk of glaucoma and corneal thickness. Ophthalmologe.;102(9):909-16; quiz 917,2005.
- Pfeiffer N, Torri V, Miglior S, Zeyen T, Adamsons I, Cunha-Vaz J.: Central corneal thickness in the European Glaucoma Prevention Study. Ophthalmology.;114(3):454-9. Epub 2006 Nov 27,2007.
- Shih C.Y., Graff Zivin J.S., Trokel S.L., Tsai J.C.: Clinical significance of central corneal thickness in the management of glaucoma. Arch Ophthalmol.;122(9):1270-5,2004.
- Barleon L., Hoffmann M.E. , Berres M., Pfeiffer N. and Grus H.F.:Comparison of Dynamic Contour Tonometry and Goldmann Applanation Tonometry in Glaucoma Patients and Healthy Subjects, American Journal of Ophthalmology; Volume 142, Issue 4:583-590,2006.
- Brusini P., Miani F., Tosoni C.: Corneal thickness in glaucoma: an important parameter? Acta Ophthalmol Scand Suppl.:(232):41-2,2000.

- Hamilton K.E., Pye D.C., Aggarwala S., Evian S., Khosla J., Perera R.: Diurnal variation of central corneal thickness and Goldmann applanation tonometry estimates of intraocular pressure, J Glaucoma.;16(1):29-35,2007.
- Thomas R., Korah S., Muliyl J.: The role of central corneal thickness in the diagnosis of glaucoma, Indian J Ophthalmol.;48(2):107-11,2000.
- Lleó A., Marcos A., Calatayud M., Alonso L., Rahhal SM., Sanchis-Gimeno JA.: The relationship between central corneal thickness and Goldmann applanation tonometry, Clin Exp Optom.;86(2):104-8,2003.
- Kampeter B.A., Jonas J.B.: Dynamic contour tonometry for intraocular pressure measurement. Am J Ophthalmol ;140:318-320,2005.
- Recep O.F., Hasiripi H., Çağil N., Sarikatipoğlu H.: Relation between corneal thickness and intraocular pressure measurement by noncontact and applanation tonometry, J Cataract Refract Surg.;27(11):1787-91,2001.
- Tonnu P.A., Ho T., Newson T., El Sheikh A., Sharma K., White E., Bunce C., Garway-Heath D.: The influence of central corneal thickness and age on intraocular pressure measured by pneumotonometry, non-contact tonometry, the Tono-Pen XL, and Goldmann applanation tonometry, Br J Ophthalmol.;89(7):851-4,2005.
- Satıcı A., Oğuz H., Gürler B.: Göziçi Basınç Ölçümünde Goldmann Aplanasyon Tonometresi ile Tono-Pen ve Nonkontakt Tonometre Değerlerinin Karşılaştırılması, T.Oft.Gaz.;27,321-324,1997.
- Erdurmuş M., Totan Y., Yağcı R., Aydın B., Hepşen İ.: Primer Açık Açılı Glokom ve Oküler Hipertansiyonda Dinamik Kontur Tonometre ve Non-Kontakt Tonometrenin Karşılaştırılması. T.Klinikleri Dergisi;16:108-113,2007.

- Akman A.,Yaylalı V.,Ünal M.,Sönmez M.,Örge Y.: Nonkontakt Tonometre ve Goldmann Aplanasyon Tonometresi ile Yapılan Göziçi Basıncı Ölçümlerinin Karşılaştırılması,MN Oftalmoloji;6(4):343-345,1999.
- Öztürk F.,Küspeci T.,Yavaş G.,Ermiş S.,Kaplan Ü.,İnan Ü.: Pascal Dinamik Kontur Tonometre ile Ölçülen Göz İçi Basıncı Değerlerinin Goldmann Aplanasyon Tonometresi, Non Kontakt Tonometre ve Tonopen ile Karşılaştırılması ve Santral Kornea Kalınlığının Etkisi,Glokom-Katarkt Oftalmoloji Dergisi; 1(3):171-175,2006.
- Sullivan-Mee M., Halverson K.D., Qualls C.: Clinical comparison of pascal dynamic contour tonometry and goldmann applanation tonometry in asymmetric open-angle glaucoma, J Glaucoma.;16(8):694-9,2007.
- Kaufmann C., Bachmann L.M., Thiel M.A.: Comparison of dynamic contour tonometry with goldmann applanation tonometry, Invest Ophthalmol; Vis Sci.,45(9):3118-21,2004.
- Doyle A., Lachkar Y.: Comparison of dynamic contour tonometry with goldmann applanation tonometry over a wide range of central corneal thickness, J Glaucoma.;14(4):288-92.2005.
- Ku J.Y., Danesh-Meyer H.V., Craig J.P., Gamble G.D., McGhee C.N.: Comparison of intraocular pressure measured by Pascal dynamic contour tonometry and Goldmann applanation tonometry, Eye.;20(2):191-8,2006.
- Burvenich H., Burvenich E., Vincent C.: Dynamic contour tonometry (DCT) versus non-contact tonometry (NCT): a comparison study, Bull Soc Belge Ophtalmol.;(298):63-9,2005.

- Kniestedt C., Nee M., Stamper R.L.: Dynamic contour tonometry: a comparative study on human cadaver eyes, *Arch Ophthalmol.*;122(9):1287-93,2004.
- Kamppeeter B.A., Jonas J.B.: Dynamic contour tonometry for intraocular pressure measurement, *Am J Ophthalmol.*;140(2):318-20,2005.
- Punjabi O.S., Kniestedt C., Stamper R.L., Lin S.C.: Dynamic contour tonometry: principle and use, *Clin Experiment Ophthalmol.*;34(9):837-40,2006.
- Martinez-de-la-Casa J.M., Garcia-Feijoo J., Vico E., Fernandez-Vidal A., Benitez del Castillo J.M., Wasfi M., Garcia-Sanchez J.: Effect of corneal thickness on dynamic contour, rebound, and goldmann tonometry, *Ophthalmology.*;113(12):2156-62. Epub 2006 Sep 25,2006.
- Broman A.T., Congdon N.G., Bandeen-Roche K., Quigley H.A.: Influence of corneal structure, corneal responsiveness, and other ocular parameters on tonometric measurement of intraocular pressure, *J Glaucoma.*;16(7):581-8,2007.
- Punjabi O.S., Ho H.K., Kniestedt C., Bostrom A.G., Stamper R.L., Lin S.C.: Intraocular pressure and ocular pulse amplitude comparisons in different types of glaucoma using dynamic contour tonometry, *Curr Eye Res.*;31(10):851-62,2006.
- Weizer J.S., Asrani S., Stinnett S.S., Herndon L.W.: The clinical utility of dynamic contour tonometry and ocular pulse amplitude, *J Glaucoma.*;16(8):700-3,2007.
- Amaral W.O., Teixeira R.M., Alencar L.M., Cronemberger S., Calixto N.: Central and peripheral corneal thickness: influence on the iop measurement by Tonopen, *Arq Bras Oftalmol.*;69(1):41-5,2006.

- Viestenz A., Langenbacher A., Viestenz A.: Reproducibility of dynamic contour tonometry, Comparison with TonoPenXL and Goldmann applanation tonometry - a clinical study on 323 normal eyes, *Klin Monatsbl Augenheilkd.*;223(10):813-9,2006.
- Bhan A., Browning A.C., Shah S., Hamilton R., Dave D., Dua H.S.: Effect of corneal thickness on intraocular pressure measurements with the pneumotonometer, Goldmann applanation tonometer, and Tono-Pen, *Invest Ophthalmol Vis Sci.*;43(5):1389-92,2002.
- Dohadwala A.A., Munger R., Damji K.F.: Positive correlation between Tono-Pen intraocular pressure and central corneal thickness, *Ophthalmology.*;105(10):1849-54,1998.
- Li J., Herndon L.W., Asrani S.G., Stinnett S., Allingham R.R.: Clinical comparison of the Proview eye pressure monitor with the Goldmann applanation tonometer and the Tonopen, *Arch Ophthalmol.*;122(8):1117-21,2004.
- Aydın P., Akova Y.: Temel Göz Hastalıkları, Güneş Kitabevi, Ankara, 2001.
- Spalton J.D., Hitchings A.R., Hunter A.P.: Atlas Of Clinical Ophtalmology Elsevier Mosby, London, 2005.
- Keskin A., Yanyalı A., Bayrak Y., Özmen D., Nohutçı A., Glokom ve Oküler Hipertansiyonda Santral Kornea Kalınlığı ile Göziçi Basıncı Ölçümü Üzerine Etkisi, *T.Oft.Gaz.*;33: 417-425,2003.
- Forbes M., Pico G., Grolman B.: A non contact applanation tonometer. Description and clinical evaluation, *Arch Ophtalmol* ;91:134-140,1974.

- Wolfs R.,Klaver C.,Vingerling J.,Grobbée D.,Hofman A.:Distribution of central corneal thickness and its association with intraocular pressure,the Rotterdam Study,Am J Ophtalmol;123:767-772,1997.
- Koçak N.,Güvenç Ü.:Goldmann Aplanasyon Tonometresinde hata kaynakları,Türkiye Klinikleri J Ophtalmol;8:70-72,1999.
- Yıldırım R.,Oral Y.,Bahçecioğlu H.:Santral kornea kalınlığı ve göziçi basınç değerleri arasındaki ilişki,T Oft Gaz.;30:319-323,2000.
- Feltgen N.,Leifert D.,Funk J.:Correlation between central corneal thickness,applanation tonometry and direct intra cameral IOP readings,Br J Ophtalmol;85:85-87,2001.
- Herndon L.W.,Choudri S.A.,Cox T.,Damji K.F.,Schiels M.B.,Allingham R.R.: central corneal thickness in normal,glaucomatous and ocular hypertensive eyes,Arch Ophtalmol;115:1137-1141,1997.
- Shah S.,Chatterjee A.,Mathai M.:Relationship between corneal thickness and measured intraocular pressure in a general ophtalmology clinic,Ophtalmology;106:2154-2160,1999.
- Bron A.,Chapard J.:Is corneal thickness measurement reliable and useful,J Fr Ophtalmol;22(2):160-168,1999.
- Alsbirk P.H.:Cornea thickness.Age variation,sex difference and oculometric correlation,Acta Ophtalmol;56:95-104,1978.
- Bernd A. Kamppeter B. Jonas M.D.: Dynamic Contour Tonometry for Intraocular Pressure Measurement, American Journal of Ophthalmology; Volume 140, Issue 2: 318-320,2005.

- Foster P.J., Baasanhu J., Alsbirk H.P.: Accuracy of clinical estimates of intraocular pressure in chinese eyes, *Ophtalmology*;107:1816-1821,2000.
- Demirbay P.D., Asyalı Ş.A., Tuna T.: Primer açık açılı glokomlu, oküler hipertansiyonlu ve normal gözlerde santral kornea kalınlığı, *MN Oftalmoloji*;7:237-239,2000
- Duba and A.C. Wirthlin: Dynamic contour tonometry for post-LASIK intraocular pressure measurements, *Klin Monatsbl Augenheilkd* ;221:347–350,2004.
- Siganos D.S., Papastergiou L.M, Thiel M.A.: Assesment of the Pascal dynamic contour tonometer in monitoring intraocular pressure in unoperated eyes and after LASIK, *J Cataract Refract Surg*;30:746-751,2004.
- Ekşioğlu Ü., Nurözler A., Karagöz Y.: Pulsair non-kontakt tonometre ile Goldmann aplanasyon tonometresinin karşılaştırılması, *T. Klin. Oft.*;4:33-35,1995.
- Matsumoto T., Makino H., Uozato H., Saishin M., Miyamoto S.: The influence of corneal thickness and curvature on the difference between intraocular pressure measurements obtained with a non-contact tonometer and those with a Goldmann applanation tonometer, *Nippon Ganka Gakkai Zasshi.*;104(5):317-23,2000.
- Salvétat M.L., 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.*;85(3):272-9,2007
- Park H.J., Uhm KB., Hong C.: Reduction in intraocular pressure after laser in situ keratomileusis, *J Cataract Refract.Surg.*,27:303-309,2001.

- Kohlhaas M, Boehm AG, Spoerl E, Pürsten A, Grein HJ, Pillunat LE. Effect of central corneal thickness, corneal curvature, and axial length on applanation tonometry. Arch Ophthalmol. 2006 Apr;124(4):471-6.
- Frenkel R.E.P., Hong Y.J., Shin D.H.: Comparison of the Tono-pen to the Goldmann applanation tonometer, Arch. Ophtalmol.;106:750-753,1988.
- Pache M., Wilmsmeyer S., Lautebach S., Funk J.: Dynamic contour tonometry versus Goldmann applanation tonometry: a comparative study, Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.;243(8):763-7,2005.
- Nikhil S Choudhari: Measurement of Goldmann Aplanation Tonometer Calibration Error, American Academy of Ophtalmology: 116:3–8,2009

ÖZGEÇMİŞ

İstanbul’da doğdum. İlköğrenimimi İstanbul Mevlanakapı İlk Okulu’nda, orta öğrenimimi İstanbul Çapa Orta Okulu’nda, lise öğrenimimi İstanbul Şehremini Lisesi’nde tamamladım. Üniversite eğitimimi İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp fakültesi’nde tamamladım.2003 Eylül TUS sınavıyla YYÜ Araştırma Hastanesi Göz Hastalıkları Ana bilim dalında uzmanlık yapmaya hak kazandım. Evliyim ve hobilerim arasında kitap okumak, müzik dinlemek ve futbol oynamak bulunmaktadır.

