

**T.C.  
ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ**

**GÖZÜN ÖN KAMARA PARAMETRELERİNİN  
DEĞERLENDİRİLMESİNDE PENTACAM HR,  
ULTRASON PAKİMETRİ VE GONYOSKOPİ  
SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI**

**Dr. Zuhat USALP**

**Göz Hastalıkları Anabilim Dalı  
TIPTA UZMANLIK TEZİ**

**ESKİŞEHİR  
2011**



**T.C.  
ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ**

**GÖZÜN ÖN KAMARA PARAMETRELERİNİN  
DEĞERLENDİRİLMESİNDE PENTACAM HR,  
ULTRASON PAKİMETRİ VE GONYOSKOPİ  
SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI**

**Dr. Zuhat USALP**

**Göz Hastalıkları Anabilim Dalı  
TIPTA UZMANLIK TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI  
Prof.Dr. Ahmet ÖZER**

**ESKİŞEHİR  
2011**

## TEZ KABUL VE ONAY SAYFASI

T.C  
ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞI'NA

Dr. Zuhat USALP ' a ait “ Gözün Ön Kamara Parametrelerinin Değerlendirilmesinde Pentacam HR, Ultrason Pakimetri ve Gonyoskopi Sonuçlarının Karşılaştırılması ” isimli çalışma, jürimiz tarafından Göz Hastalıkları Anabilim Dalı'nda Tıpta Uzmanlık Tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Tarih: 12/07/11

Jüri Başkanı

Prof. Dr.Ahmet ÖZER

Göz Hastalıkları Anabilim Dalı Öğrt. Üyesi



Üye

Prof. Dr. Seyhan TOPBAŞ

Göz Hastalıkları Anabilim Dalı Öğrt. Üyesi



Üye

Prof. Dr.Nilgün YILDIRIM

Göz Hastalıkları Anabilim Dalı Öğrt. Üyesi



Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Fakülte Kurulu'nun...../...../..... Tarih ve.....Sayılı Kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Necmi ATA

Dekan

## TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca iyi bir göz hastalıkları hekimi olmak için her yönüyle örnek aldığım, tezimi hazırlamamda büyük katkısı olan Prof.Dr. Ahmet ÖZER'e, klinikteki ve diğer alanlardaki eğitimimiz için olanaklar yaratan Anabilim Dalı Başkanı Prof.Dr. H.Hikmet BAŞMAK'a, teorik ve pratik eğitimimde bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen değerli hocalarım Prof.Dr. Seyhan TOPBAŞ'a, Prof.Dr. Nilgün YILDIRIM'a, Doç.Dr. Nazmiye EROL'a, Yrd.Doç.Dr. Afsun ŞAHİN'e ve Yrd.Doç.Dr. H.Hüseyin GÜRSOY'a teşekkür ederim.

## ÖZET

**Usalp,Z. Gözün Ön Kamara Parametrelerinin Değerlendirilmesinde Pentacam HR<sup>®</sup>, Ultrason Pakimetri Ve Gonyoskopi Sonuçlarının Karşılaştırılması. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı Tıpta Uzmanlık Tezi, Eskişehir 2011.** Bu çalışmanın amacı farklı glokom tiplerinin tanı ve takibinde kullanılan ön kamara parametrelerinin Pentacam HR<sup>®</sup>, ultrason pakimetre (UP) ve gonyoskopi ile ölçülerek sonuçlarının karşılaştırılmasıdır. Çalışmaya refraksiyon kusuru dışında herhangi bir göz hastalığı olmayan 40 yaş üstü 155 olgunun 310 gözü alındı. Hastaların rutin oftalmolojik muayenelerinden sonra Pentacam ölçümleri yapıldı. Daha sonra ultrason pakimetre ile kornea kalınlıkları ölçüldü. Goldmann tek aynalı gonyolensi ile gonyoskopik muayeneleri yapıldı, ön kamara açıları (ÖKA) Shaffer dereceleme sistemine göre kaydedildi. Gonyoskopide Shaffer derece 2 ve altı, Pentacam'de ise 20°'nin altı dar açı olarak alındığında Pentacam'in dar açıları tanımlamasında duyarlılığı %53,3, özgüllüğü %100 olarak tespit edildi. Dar açıları tanımlamak için gonyoskopi referans alınarak ön kamara hacmi (ÖKH) için ROC (*Receiver operating characteristic* = alıcı işlem karakteristiği) eğrisi oluşturuldu. Kriter değer 102 mm<sup>3</sup> bulundu ve buna göre Pentacam'in ön kamara hacmini kullanarak dar açıları belirlemede duyarlılığı % 86,7 bulunurken özgüllüğü %82,4 olarak bulundu. Ön kamara derinliği (ÖKD) için bu eğri oluşturulduğunda kriter değeri 2,3 mm bulunurken duyarlılığı % 86,7 ve özgüllüğü %82,7 olarak bulundu. UP ile ölçülen ortalama santral kornea kalınlığı (SKK) (545,44±34,3µm) ile Pentacam ile ölçülen SKK'ı (537,27±32,35µm) arasında istatistiksel fark yoktu (p>0,05). Dar açıları tanımlamada Pentacam ile yapılan ÖKA değerlendirmesinin sentivitesi nispeten düşük olarak saptandı. ÖKA ile beraber ÖKH ve ÖKD'nin kriter değerleri kullanıldığında Pentacam ile kabul edilebilir seviyede duyarlılık ve özgüllük elde edilebilmektedir. SKK ölçümünde Pentacam HR'nin UP ile uyumlu sonuçlar verdiği görüldü.

**Anahtar Kelimeler:** scheinpluf görüntüleme, gonyoskopi, santral kornea kalınlığı, ön kamara derinliği.

## ABSTRACT

**Usalp,Z. The comparison of the Pentacam HR<sup>®</sup>, Ultrasound Pachymetry and Gonioscopy Results In the Evaluation of The Eye Anterior Chamber Parameters Eskişehir Osmangazi University School of Medicine, Ophthalmology Department, Eskişehir 2011.** The aim of the current study was to measure the anterior chamber parameters used for the diagnosis and follow-up of different types of glaucoma by the Pentacam HR<sup>®</sup>, Ultrasound Pachymetry (UP) and Gonioscopy and to compare the results with each other. 310 eyes of 155 subjects aged older than 40 years, without any ocular disease except refractive disorders, were included. Pentacam measurements were performed after standard ophthalmic examination. Then corneal thickness was measured by the UP. Gonioscopic evaluation was done by using the Goldmann single-mirror gonioscopy, and the anterior chamber angles (ACA) were documented according to the Shaffer's grading system. When below Shaffer grade 2 by the gonioscopy or below 20° by the Pentacam was considered as the narrow angle, the Pentacam sensitivity and specificity to recognize narrow angles were 53.3% and 100%, respectively. ROC curve (Receiver operating characteristic) for the anterior chamber volume (ACV) was drawn by using the gonioscopy reference to define narrow angles. The critical value was found to be 102 mm<sup>3</sup> and accordingly the sensitivity and specificity of the Pentacam to recognize narrow angles by using the anterior chamber volume was 86.7% and 82.4%, respectively. When the same curve was drawn for the anterior chamber depth (ACD), the critical value was 2.3 mm, and the sensitivity was 86.7% whereas the specificity was 82.7%. There was no statistically significant difference between the mean central corneal thickness (CCT) (545.44±34.3µm) measured by the UP and the CCT (537.27±32.35µm) measured by the Pentacam (p>0.05). The sensitivity of the evaluation of ACA to recognize the narrow angles was found to be relatively low. When the ACV and ACD critical values were used along with the ACA, acceptable sensitivity and specificity were obtained by the Pentacam. In the measurement of CCT, Pentacam HR and UP gave values correlated with each other.

**Key Words:** Scheimpflug imaging, gonioscopy, central corneal thickness, anterior chamber depth.

**İÇİNDEKİLER**

	Sayfa
TEZ KABUL VE ONAY SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
TABLOLAR DİZİNİ	xi
1.GİRİŞ	1
2.GENEL BİLGİLER	3
2.1.Ön Segment Anatomisi	3
2.1.1.Kornea	3
2.1.2.Pupilla	6
2.1.3.Lens	6
2.1.4.Ön Kamara Açısı	7
2.2.Humor Aköz Dinamiği	10
2.3.Glokom Tanımı	11
2.4.Glokom Epidemiyolojisi	11
2.5.Glokom Sınıflaması	12
2.6.Açı Kapanması Glokomu	14
2.7.Açı Kapanması Fیزیopatolojisi	15
2.8.Gonyoskopi	16
2.9.İndentasyon Ve Manipulatif Gonyoskopi	17
2.10.Açı Sınıflama Şemaları	18
2.10.1.Scheie Sistemi	18
2.10.2.Spaeth Sistemi	18
2.10.3.Shaffer Sistemi	19
2.11.Ön Segment ve Ön Kamara Açısını Değerlendirmede Kullanılan Diğer Yöntemler	20
2.11.1.Ultrason Biyomikroskobu (UBM)	20



	Sayfa
2.11.2.Ön Segment Optik Koherens Tomografi (OKT)	21
2.11.3.Scheimpflug Görüntüleme	21
2.11.4. Limbal Ön Kamara Derinliği Ölçümü	23
2.11.5.Periferik Ön Kamara Derinlik Analizi Taraması	24
2.12. Göz İçi Basıncı ve Kornea İlişkisi	24
2.13.Kornea Kalınlığını Değerlendirme Yöntemleri (Pakimetre)	25
2.13.1.Optik Prensipli Pakimetreler	25
2.13.2.Ultrasonik Pakimetre	26
3.GEREÇ VE YÖNTEM	28
4.BULGULAR	31
5.TARTIŞMA	41
6.SONUÇ VE ÖNERİLER	48
KAYNAKLAR	50

**SİMGELER ve KISALTMALAR**

AOD	Angle opening distance (Açı açıklık mesafesi)
GAT	Goldmann aplanasyon tonometrisi
GİB	Göz içi basıncı
HA	Humor aköz
LÖKD	Limbal ön kamara derinliği
OKT	Optik kohorens tomografi
ÖK	Ön kamara
ÖKA	Ön kamara açısı
ÖKD	Ön kamara derinliği
ÖKH	Ön kamara hacmi
PAAG	Primer açık açılı glokom
PAKG	Primer açı kapanması glokomu
ROC	Receiver operating characteristic (alıcı işlem karakteristiği)
SE	Sferik eşdeğer
SKK	Santral korneal kalınlık
UBM	Ultrason biyomikroskobu
UP	Ultrason pakimetri
VH	Van Herick yöntemi

## ŞEKİLLER

	Sayfa
2.1. Açı yapıları	3
2.2. Aköz dışı akımı anatomisi	9
2.3. Açı elemanları (normal ve kapalı açı)	9
2.4. Açı elemanları ve HA akışı	11
2.5. Shaffer açı derecelendirme sistemi	20
2.6. Pentacam® HR rapor örneği	23
4.1. Pentacam ÖKA ROC eğrisi	36
4.2. Pentacam ÖKD ROC eğrisi	36
4.3. Pentacam ÖKH ROC eğrisi	37

**TABLolar**

	Sayfa
4.1. Olguların yaş ve cinsiyete göre dağılımları	31
4.2. Pentacam değerlerinin sağ-sol göz ve cinsiyete göre dağılımları	32
4.3. Gonyoskopik derecelerin cinsiyete göre dağılımları	33
4.4. Gonyoskopi muayenesi ve Van Herick derecelerine göre açı dağılımları	34
4.5. Gonyoskopi ve Pentacam'e göre dar açılı gözlerin sayıları	35
4.6. Gonyoskopi referans alınarak oluşturulan Pentacam ÖKD, ÖKH ve ÖKA ROC eğrisi analizleri	35
4.7. Dar ve geniş açılı gözlerin ÖKD, ÖKH ve ÖKA değerleri	37
4.8. Dar açılı ve geniş açılı gözlerin ortalama yaşları	38
4.9. Yaş ve Pentacam ile ölçülen ÖKD, ÖKH ve ÖKA'nın ilişkisi	38
4.10. Pentacam ile ölçülen ÖKD, ÖKH ve ÖKA'nın korelasyon analizi	39
4.11. UP ile yapılan SKK ölçümlerinin sağ-sol göz ve cinsiyete göre dağılımları	39
4.12. SKK'nın UP ve Pentacam değerleri	40

## 1.GİRİŞ

Göz hastalıklarının tanı ve takibinde görüntüleme büyük öneme sahiptir. Özellikle glokom gibi körlük nedenleri arasında ikinci sırada yer alan kronik progresif hastalığın tanısında ve progresyonunun saptanmasında yaygın olarak ön ve segment görüntüleme sistemleri kullanılmaktadır. Ayrıca bu hastalığın erken tanısında da faydalı olabilecek cihazlar üzerinde çok fazla çalışma mevcuttur. Hiçbir belirtisi olmadan aniden göz içi basınç (GİB) yükselmesi ve ağrı ile kendini gösteren bir glokom tipi olan Primer açı kapanması glokomu (PAKG) riskinin önceden saptanması ise ayrı bir çalışma alanı oluşturmaktadır. Primer açı kapanması glokomu özellikle uzak doğu ülkelerinde sıklıkla körlüğe neden olabilen glokom tipidir(1,2,3). Bu riski taşıyan olgularda profilaktik tedavi ile körlüğün önlenildiği bilinmektedir(4). Açı kapanması riski taşıyan gözlerin tanımlanmasında ön kamara açısının (ÖKA) değerlendirilmesinde altın standart halen gonyoskopidir. Ancak gonyoskopi subjektif bir yöntem olup değerlendirmede gözlemciler arası farklar olabilmektedir(5). Bu nedenle ön kamara açısının değerlendirmesinde daha objektif ve tekrarlanabilir yöntemlere gereksinim vardır.

Günümüzde ön kamara açısının değerlendirilmesinde Ultrason Biyomikroskopi (UBM), Scheimpflug görüntüleme, ön segmentin optik koherens tomografisi (OKT) gibi yöntemler kullanılmaktadır. Bunların dışında biyomikroskopik olarak periferik limbal ön kamara derinlik ölçümü (Van Herick yöntemi) (VH) ve periferal ön kamara derinlik analizörü tarayıcısı da (*Scanning peripheral anterior chamber depth analyser* = SPAC) ön kamara açısını görmeden açı genişliği hakkında fikir veren nonkontakt yöntemlerdir.

Göz içi basıncı (GİB) yüksekliği de glokom gelişmesinde önemli bir risk faktörü olup günümüzde tedavide yönetebildiğimiz tek parametredir. GİB'in doğru ölçülmesi hem tanının doğru konulmasını hem de tedavinin etkinliğini belirlemek açısından önemlidir. Oküler Hipertansiyon Tedavi (OHT) çalışmasında oküler hipertansiyonu olan olgularda, başlangıçtaki GİB yüksekliği ve santral korneal kalınlık (SKK) değerlerinin primer açık açılı glokom (PAAG) gelişme olasılığını gösteren önemli birer risk faktörü olduğu tesbit edilmiştir. Ayrıca SKK ve GİB arasında güçlü bir korelasyon varlığı (ince kornea düşük GİB, kalın kornea yüksek GİB ölçümü) ve SKK'da normalden farklı her 40µm için PAAG gelişme riskinde

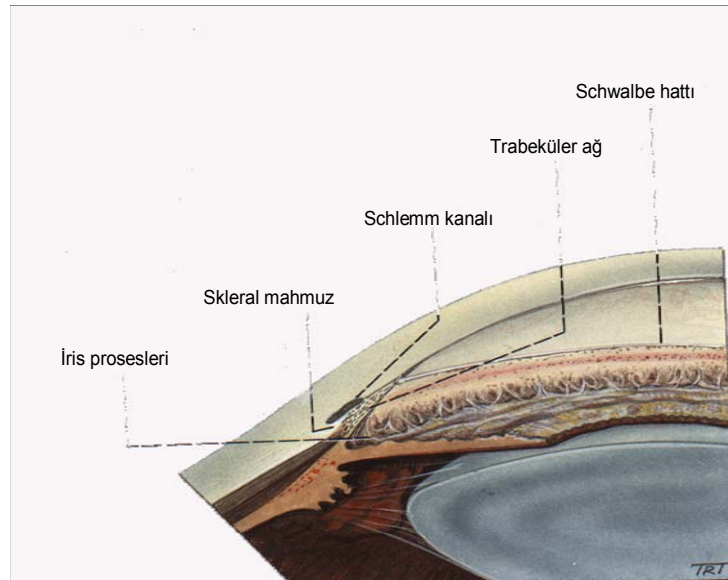
(rölatif risk) 1.71 oranında artış olduğu gösterilmiştir(6). OHT çalışmasındaki bu bulgular, glokom tedavisinde ve takibinde GİB ve SKK ilişkisine dikkatleri çekmiştir. GİB'in gerçek değerinin ve bunun ölçümünü etkileyen faktörlerin bilinmesi önemli hale gelmiştir.

Bu çalışmanın amacı başta ÖKA ve SKK olmak üzere farklı glokom tiplerinin tanı ve takibinde kullanılan birçok parametreyi nonkontakt, bir ölçümde gösterebilen Pentacam HR<sup>®</sup> (Oculus, Wetzlar, Germany) cihazının elde ettiği değerleri, altın standart yöntem olan gonyoskopi ve çok yaygın kullanılan ultrason pakimetri sonuçları ile karşılaştırmaktır.

## 2.GENEL BİLGİLER

### 2.1.Ön Segment Anatomisi

Göz ön segmenti, önde kornea arkada ise iris ve pupilla ile sınırlanmıştır. Ön kamaranın iris kökü ve kornea arasında kalan bölgesinde ön kamara açısı bulunur. Göz, organogenez sırasında 4-6. gestasyonel haftalarda gelişirken ön segment oluşumları (ön kamara, iris, iridokorneal açı) 6-16. gestasyonel haftalarda gelişirler. Embriyolojik olarak, kornea epitelı yüzey ektoderminden, kornea stroması, sklera ve kornea endoteli ise nöral krest kaynaklı mezenşimal hücrelerden gelişirler(7).



Şekil 2.1. Açı yapıları (Jack J Kanski, 1999).

#### 2.1.1.Kornea

Kornea, göz küresinin ön 1/6 kısmını oluşturan saydam, avasküler, horizontal-oval bir yapıdır. Dış yüzünün vertikal çapı ortalama 11.0 mm, horizontal çapı ortalama 12.6 mm iken iç yüzü daha yuvarlaktır ve iç yüzde horizontal ve vertikal çaplar ortalama 11.6 mm olacak şekilde birbirine eşittir. Doğumdan sonra 3. yılın sonuna kadar büyümeye devam eden korneanın merkezi kalınlığı, yaşamın ilk haftasında 0.58 mm iken erişkinde 0.52 mm'dir. Kornea önden arkaya sırayla epitel,

Bowman tabakası, stroma, Descement membranı ve endotel olmak üzere 5 tabakadan oluşmaktadır.

Kornea refraktif imajın retina üzerine odaklanmasında önemli rol oynar. Toplam kornea kırıcılığı ortalama 42,3 diyoptri olup bu gözün toplam kırıcılığının % 70' i kadardır. Kornea ön yüzünün merkezi eğrilik yarıçapı 7,8 mm olup bu 48,2 diyoptrilik güce denk gelir. Bu yüzey eğriliğinin yanında hava (n=1,00) ve kornea (n=1,376) arasındaki refraktif indeks farkı da önemlidir. Buna zıt olarak korneanın arka yüzeyinin eğrilik yarıçapı 6,8 mm olup bu 5,9 diyoptrilik negatif bir güç oluşturur. Kornea ve kamaralar sıvısı arasında ise minimal bir refraktif indeks farkı vardır (1,376-1,336)(8).

**Epitel:** Yaklaşık olarak 50 µm kalınlığında, 5–6 katlı hücre tabakasından oluşmaktadır. Kornea epiteli histolojik olarak, en alttaki bazal membrana oturan, üç ayrı hücre tabakasından oluşur. Yüzey tabakası 2–4 katlı, ara tabakası 2–3 katlı, bazal tabaka ise tek katlıdır(9).

**Yüzeyel Tabaka;** çok katlı yassı ve horizontal nükleuslu hücrelerden oluşur. Yüzey hücreleri arasında çok sıkı bağlantılar vardır. En dıştaki hücrelerin yüzeyi, mikrovilluslar ve mikropililer tarafından genişletilmiştir. Ayrıca hücre zarlarının dış yüzeyindeki glikokaliks yapıları gözyaşının müsün tabakası ile etkileşime girerek gözyaşının stabilitesine yardımcı olur.

**Poligonal Hücre (Ara) Tabakası;** bazal tabaka ile yüzeyel tabaka arasında yer alan 2–3 katlı konkav yapıdaki hücrelerdir. Keratin yapılı tonoflamanlar açısından zengindir. Ön yüzleri konveks olup, alt yüzleri bazal kat hücrelerinin şeklini aldığından dolayı konkavdır.

**Bazal Tabaka;** bazal membran üzerine oturmuş tek sıra küboidal hücrelerden oluşur. Bu hücrelerin kaynağı limbusdaki kök hücrelerdir. Limbal kök hücreler normalde yaşam boyu sınırsız kendini yenileme özelliğine sahiptirler. Kornea epitelinde mitotik olarak çoğalabilen tek tabaka, limbus kaynaklı olan bazal tabakadır. Bu hücreler çoğalarak, önce merkeze, sonra yüzeye doğru göç ederler ve diğer katları oluştururlar. Böylece epitel her 7–14 günde bir sürekli olarak yenilenir.

**Bazal Membran;** konjonktiva bazal membranının devamıdır ve kornea epitelyum hücrelerinin oturacağı düzgün bir yüzey oluşturur. Hücre migrasyonunda ve epitelyum farklılaşmasında rol oynar(9).



**Bowman Tabakası (Membrani):** Ortalama kalınlığı 12 µm olan, hücresiz, homojen ve şeffaf bir zardır. Tip 1 ve tip 3 kollajen fibrillerinden oluştuğu için travmalara karşı dirençlidir. Çoğalma yeteneği olmadığı için hasarı halinde skar gelişir.

**Stroma:** Kornea kalınlığının %90'ını oluşturan stroma, yaklaşık olarak 500 µm kalınlığındadır. Birbirlerine lifler aracılığı ile tutunmuş 2 µm kalınlığında, yüzeye paralel dizilmiş toplam 200–250 adet tip I ve tip V kollajen lamelladan oluşur. Yapı olarak skleraya benzese de daha az su içerdiği ve fibril dizilimi skleraya göre çok daha düzenli olduğu için kornea saydamdır. Su oranı %78 olan stromanın, kuru ağırlığının %80 'ini kollajen fibriller, %15 'ini ara madde ve %5 'ini ise hücreler oluşturur. Stromanın hücresel kısmını, kollajen lifleri arasına sıkışmış az sayıda ve ileri derecede yassı keratositler oluşturur. Keratositler, kollajen ve mukoprotein sentez ederler ve yaralanmalarda fibrositlere dönüşebilirler.

**Descemet Membrani:** Endotel hücrelerinin bazal membranıdır. Tip IV kollajen, fibronektin ve laminin içerir. Ülserasyon ve yanıklarda korneal perforasyona karşı en dirençli kornea katmanıdır. Yaklaşık olarak 10 µm kalınlığında olan descemet membranı, iki kısımdan oluşmuştur. Stromaya komşu öndeki kısım, embriyoner yaşamda kollajen liflerden ve glikoproteinlerden sentez edilirken; arkadaki endotele komşu olan kısım, doğumdan sonra endotel tarafından salgılanır. Elastik ve oldukça güçlü olan Descemet zarının arka kısmı yaralanmalardan sonra endotel tarafından salgılandığı için tekrar rejenere olabilir. Descemet zarı periferde ön kamara açısına 2 mm mesafede, ön kamara açısının ön sınırı olan Schwalbe çizgisini oluşturarak sonlanır(10).

**Endotel:** Korneanın en içteki tabakasıdır. Tek sıra halinde dizilmiş, altıgen şekilli hücrelerden oluşur. Doğumda 3000–4000 hücre/mm<sup>2</sup> olan hücre sayısı, yaşla beraber azalarak erişkinde 2500–3000 hücre/mm<sup>2</sup>'ye kadar düşer. Endotelin mitotik aktivitesi olmadığından 6. ve 7. dekata kadar progresif endotel kaybı olur. Kayıp hücre alanları, komşu hücrelerin genişleyerek bu bölgeyi doldurmak için yayılmaları ve metamorfizm ile kapanır. Yenidoğanda hücreler kübik yapıdayken, ileri yaşlarda giderek yassılaşır ve sayıları azalır.

Endotel hücreleri metabolik açıdan aktif hücrelerdir. Göz içi sıvısı ve stroma arasında gerçekleştirdikleri aktif transport ve sekresyonlar sayesinde, korneanın

saydam yapısını korurlar. Yaş, inflamasyon, glokom krizi veya cerrahi gibi endotel fonksiyonlarının baskılandığı durumlar ile normal hegzagonal hücre oranının %70-80'den az olduğu ve daha önemlisi endotel hücre sayısının 500–600 hc/mm<sup>2</sup> den daha az olduğu durumlarda, korneada su miktarı giderek artar (stromal hidrasyon) ve saydamlığını kaybeder. Endotel hücreleri birbirine çok sıkı bağlantılarla bağlanarak, güçlü bir hücresel bariyer oluşturur. Bu sıkı bağlantılar ve Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> ATPaz gibi metabolik pompalar sayesinde, stromal hidrasyon normal değerlerde tutulup korneanın saydam kalması sağlanır.

### **2.1.2.Pupilla**

Pupilla irisin ortasında bulunan, aköz hümörün arka kamaradan ön kamaraya geçişini sağlayan açıklıktır. Göze giren ışık miktarını ayarlayarak odaklaşma derinliğini artırırken sferik ve kromatik aberasyonları önler. Normal pupillanın çapı 2-6 mm olup, normal ışıklandırılmış bir odada ortalama 3 mm'dir. İnfantlarda pupilla daha küçük olup 7-8 yaşlarında normal çapına ulaşır. Yaşlılarda daha küçük olma eğilimindedir. Normal insanların % 20'sinde pupilla çapları farklıdır buna fizyolojik anizokori denir.

### **2.1.3.Lens**

Kristalin lens, iris ve pupillanın arkasına yerleşmiş yaklaşık 9 mm çapında ve 5 mm kalınlığında olan tamamen şeffaf, bikonveks bir yapıdır. Lens ön yüzü arka yüzüne göre daha düzdür. Lensin ön ve arka yüzlerinin eğrilikleri küresel değil, paraboliktir. Ön yüzün eğrilik yarıçapı 10 mm, arka yüzün eğrilik yarıçapı 6 mm'dir. Lens arka yüzünün meydana getirdiği 0.5 D kurala aykırı astigmatizma korneanın 0.5 D uygun fizyolojik astigmatizması ile yok edilir. Lens +20 D dolayındaki kırma gücüyle, korneadan sonra gözün ikinci önemli refraktif gücünü oluşturur.

Lens üç bölümden oluşur:

1-Lens kapsülü: Lens kapsülü, lensin yapısal elamanları olan epitel hücreleri ve fibrilleri saran ve koruyan dıştaki elastik ve şeffaf zardır. Lens kapsülü, yumuşak, homojen, asellüler bir yapıdadır. Ön ve arka kapsülde ince, ekvatora yakın zonüllerin yapışma yerlerinde en kalındır. Anterior lens kapsülü, vücudun en kalın bazal membranı olup, anterior lens epitelinin bazal membranıdır. Posterior lens kapsülü kapsülün en ince kısmıdır.

2-Anterior lens epiteli:

Anterior lens kapsülünün hemen altında yerleşmiş tek sıra hücrelerden oluşur.

3-Korteks ve nükleus:

Lensten hiçbir zaman hücre kaybı olmaz. Yeni oluşanlar en dışta iken eski üretilen fibriller merkezde sıkıştırılmış halde kalırlar. En eskileri olan embriyonik ve fetal nükleuslar ise lensin en ortasındadır ve klinik pratikte buna ‘nükleus’ denilir. Bunun etrafındaki yumuşak olan infantil ve erişkin nükleusa ise epinükleus denilir. Korteks ve nükleus arasında belirgin bir morfolojik fark yoktur ve aralarında geçiş kademelidir.

#### 2.1.4.Ön Kamara Açısı(11)

Ön kamara açısında aşağıdaki yapılar yer alır.

**Schwalbe Hattı:** Opak bir çizgi şeklinde kendini gösteren ve en önde bulunan yapıdır. Anatomik olarak Descemet membranının periferdeki sonlanışına ve trabekulumun ön sınırına denk gelir.

**Korneal Kama (Wedge):** Kolay fark edilmeyen Schwalbe hattını lokalize etmek açısından faydalıdır. İnce bir slit kullanılarak iki lineer yansıma görülebilir; bunlardan biri korneanın dış yüzeyi ve sklerayla birleşme noktası olup, diğeriye korneanın iç yüzeyinden gelir. Bu iki yansıma, korneal kamanın ucunu oluşturacak şekilde Schwalbe hattı üzerinde karşılaşırlar.

**Trabekulum:** Schwalbe hattından skleral mahmuza kadar uzanır ve ortalama 600 µm genişliğindedir. Gonyoskopik olarak buzlu cam manzarasında olup ayrıca derinliğe sahipmiş gibi görülür. Öndeki fonksiyon görmeyen, pigmentsiz kısım Schwalbe hattına bitişik durumda bulunur ve beyaz renktedir. Arkadaki fonksiyon gören pigmentli kısım skleral mahmuza komşudur ve gri-mavi, yarı şeffaf bir görünüme sahiptir. Puberteden önce trabeküler pigmentasyon bulunması nadirken, yaşlanan gözlerde bir dereceye kadar arka trabekulumu tutar ve aşağıya doğru çok daha belirgin bir hal alır. Patolojik derecede trabeküler hiperpigmentasyon irisin arka tabakasından aşırı miktarlarda pigment dökülmesiyle olur. Bu durum aşağıdakilerle birlikte bulunabilir.

a) Künt göz travması

b) Anterior üveit

- c) Akut aç1 kapanması glokomu sonrası
- d) Psödoeksfolyasyon sendromu
- e) Pigment dispersiyon sendromu
- f) Diabet (katarakt cerrahisi ardından)
- g) Ota nevüsü

**Schlemm Kanalı:** trabeküler pigmentasyonu bulunmayan gözlerde zaman zaman arka trabekulum derinliklerinde hafifçe koyu bir hat olarak teşhis edilebilmektedir. Gonyolens episkleral basıncın göz içi basıncını geride bırakacak kadar yükselmesine sebep olacak tarzda, episkleral venler üzerine bastırıldığında, bazen Schlemm kanalının içinin kanla dolduğu da görülebilir.

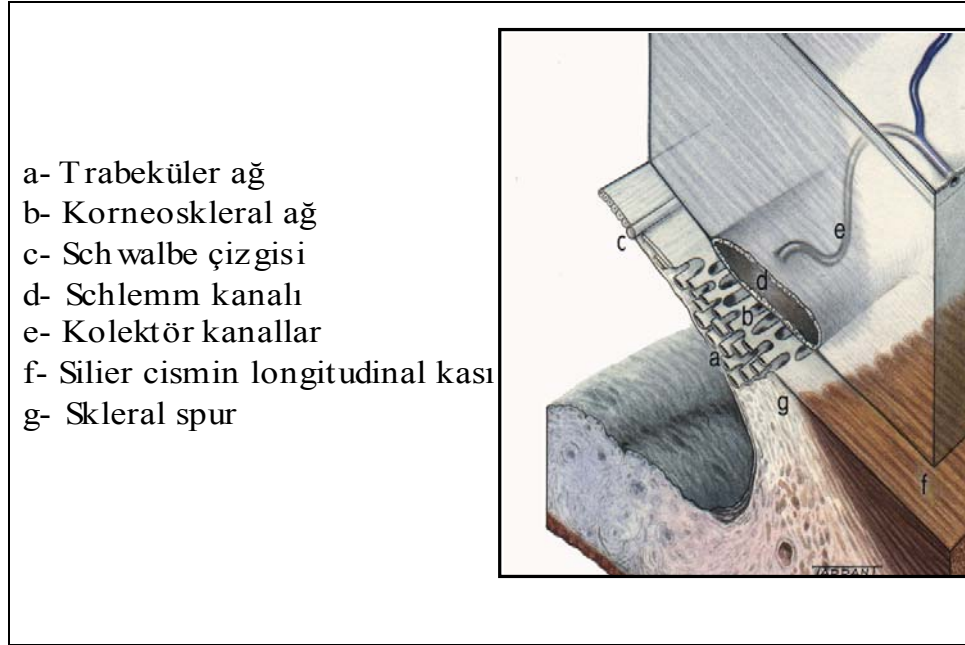
**Skleral Mahmuz:** Skleranın en öndeki uzantısı ve siliyer cismin longitudinal kasının yapışma noktasıdır. Gonyoskopide skleral mahmuz trabekulumun hemen arkasında yer alıp, dar, yoğun, sıklıkla parlak ve beyazımsı bir bant olarak görülür. Skleral mahmuz farklı gözlerde dahi nispeten değışmeksizin kalan bir görünüme sahip olduğu için en önemli işaret noktası olarak kabul edilir.

**Siliyer Cisim:** Skleral mahmuzun tam arkasında soluk kahverengi veya kurşuni gri renkte bir bant olarak ortaya çıkmaktadır. Genişliği irisin insersiyon noktasındaki pozisyonuna bağlı olup hipermetropik gözlerde daha dar ve miyopik gözlerde daha geniş ortaya çıkma eğilimindedir. Açının geride sonlanması irisin siliyer cisme meyilli bir şekilde bağlanmasını temsil eder.

**İris Prosesleri:** İrisin ön yüzünden çıkan, skleral mahmuz seviyelerinde insersiyon yapan ve siliyer cisimi değışen derecelerde örten küçük uzantılardır. İris prosesleri normal gözlerin yaklaşık üçte birinde mevcut olup, çocukluk çağında ve kahverengi gözlerde daha belirgin olarak bulunurlar. İlerleyen yaşla beraber solgunlaşarak devamlılıklarını kaybetme eğilimi içine girerler.

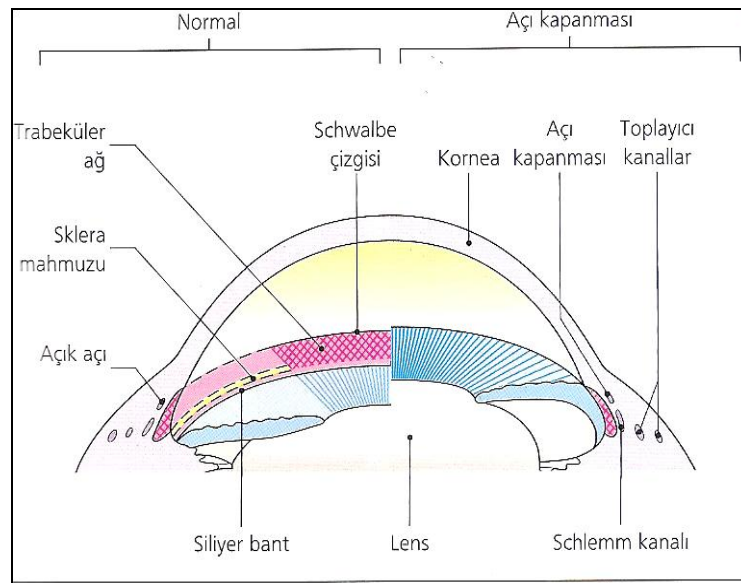
**Kan Damarları:** Oftalmik arterden köken alan ön siliyer arterler dış göz kasları üzerinde uzanırlar. Kasların yapışma yerlerinde sklerayı delerek iris, siliyer

cisim ve ön koroidin beslenmesine katkıda bulunurlar. Ayrıca uzun arka siliyer arterlerle de major iris damar arkının yakınında anostomoz yaparlar.



Şekil 2.2. Aköz dışı akımı anatomisi (Jack J Kanski, 1999).

Normal ve kapalı açıdaki açı elemanlarının görünümü şekil 2.3'te gösterilmiştir.



Şekil 2.3. Açı elemanları (normal ve kapalı açı)(12).

## 2.2.Humor Aköz Dinamiği

Humor aköz devamlı olarak üretilir ve emilir. HA üretimi ve emilimi arasındaki denge ile göz içi sıvısının basıncı ve toplam hacmi düzenlenir(13).

HA siliyer cismin pigmente olmayan epitelinden salgılanır. Korpus siliyaredeki vasküler dolaşımdan gelen iyon ve besinler aktif olarak arka kamaraya taşınır. Aktif transport sonucu oluşan osmotik gradyent sayesinde su da taşınır. Buna ek olarak humor aközün bir kısmı da intersitisyel sıvının ultrafiltrasyonundan kaynaklanır ve korpus siliyare arteryolları ile arka kamara arasındaki basınç gradyenti tarafından itilir(14). Oluşan humor aköz pupilla yoluyla ön kamaraya girerek ilerler ve trabeküler ağ yoluyla Schlemm kanalına gelir, oradan da çepeçevre olarak kanala ve yaklaşık 70 kadar toplayıcı kanala ulaşır. Sonra da bu kanallardaki limbal sklera yoluyla aköz venlere ve genel dolaşıma girer(Şekil 2.4).

Humor aköz görme ekseninde kan akımı olmayan dokuları besler, atıklarını uzaklaştırır, indirgenmiş bir atmosfer sağlar (düşük oksijen basıncı, yüksek konsantrasyonda glutatyon ve askorbat), bu da lens proteinlerini sulfhidril gruplarının bağlanmasından korur, büyüme faktörleri taşır ve gözün tonusünü sağlar(15).

Her ne kadar GİB artışı mantıksal olarak aşırı humor aköz yapımı ya da humor aköz çıkışını engelleyen mekanizmalarca oluşabilirse de aşırı humor aköz yapımına yol açan durumlar gözlenmemiştir(15).

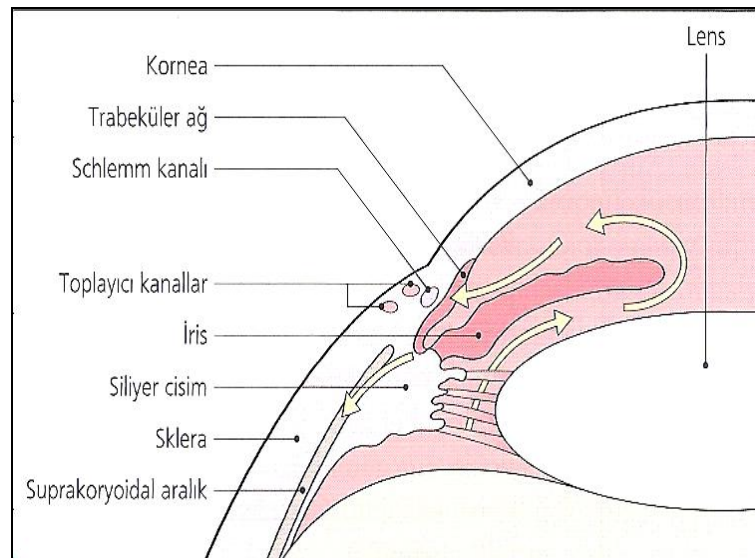
Her glokom tipinde bir teşhis ve tedavi planı oluşturmak için humor aköz akışındaki engelin yerini ve tabiatını tanımlamak yararlı olur.

Humor aköz akışındaki engelin yeri pupilla olabilir. Örneğin orta ve ileri yaştaki hipermetropik bir kişide ortalamadan kısa bir gözde, devamlı büyüyen lens aköz sıvıyı pupilla yoluyla engelleyecek kadar öne çıkabilir ve pupillada blokaj oluşturabilir. Bunun sonucunda iris boyunca bir basınç gradyanı gelişerek irisin öne doğru eğilmesine, trabeküler ağ mekanik olarak örtmesine ve GİB'in artmasına neden olur. Bu durum primer kapalı açılı glokom olarak bilinir(15).

Tıkanma ekstrasellüler matrikstekki anomalileri nedeniyle primer açık açılı glokomda olduğu gibi trabeküler ağ düzeyinde de olabilir. Bunun dışında trabeküler ağ düzeyinde tıkanma yapan nedenler aşağıdaki gibidir:

Trabeküler ağda hücresel debris (enflamatuar olaylarda lökositler ve makrofajlar, hayalet hücreli glokomda hemolize eritrositler), iris pigment epitelinden ayrılan pigmentler (psödoeksfolyasyon ve pigmenter glokom), lens protein kümeleri (intümesan katarakt sonucu), vitreus veya cerrahi olarak yerleştirilmiş viskoelastik maddeler sonucu tıkanma.

Karotiko-kavernöz fistül, kavernöz sinüz trombozu veya Sturge-Weber sendromunda olduğu gibi episkleral basınç artışı da posttrabeküler düzeyde humor aköz drenajını engelleyerek GİB yükselmesine neden olabilir.



Şekil 2.4. Açık elemanları ve HA akışı.(12)

### 2.3.Glokom Tanımı

Glokom optik diskte kendine özgün çukurlaşma ve atrofi ile seyreden, görme alanı değişikliklerine yol açan, tedavi edilmezse körlükle sonuçlanan kronik, progresif, iskemik optik nöropatili bir grup hastalık olarak tanımlanır(16).

### 2.4.Glokom Epidemiyolojisi

Yaş, genetik ve etnisitenin glokomun prevalansı üzerinde büyük etkisi vardır.

Yaş glokom prevalansında büyük bir öneme sahiptir; bu yüzden yaşı daha büyük olanlarda glokom prevalansı daha yüksek seyreder(15).

Glokoma ait pozitif aile hikayesinin bir bireyde yüksek glokom riski ile birlikteliği konusunda pek bir şüphe yoktur. Aile hikayesi pozitif kişilerde prevalans oranı 5-20 kat olmaktadır(15).

Baltimore göz anketinde glokom prevalansı Afrikalı Amerikalılardan 40-49 yaş arasındakilerde %1.25, 80 yaş üzerindekiilerde ise %11.26 olarak bulunmuştur; Kafkasyalılarda bu değer söylenen sıraya göre %0.92 ve %2.16 şeklindedir(17).

Tüm glokomların sadece %26'sını teşkil etmesine rağmen açı kapanması glokomu (PAKG) orantısız miktarda görme bozukluğu yapar. 2020 yılında bilateral körlüğün %47'sinden sorumlu olacağı tahmin edilmektedir. Bu oran neredeyse prevalansı yüksek olan açık açılı glokom oranına yakındır(18).

PAKG'lerin %87'si Asya'dadır(18).Primer açık açılı glokomun (PAAG) primer kapalı açılı glokoma (PAKG) oranı ırk ve bölgeye göre değişir; Hindistan'da PAKG prevalansı batılı ülkelere göre daha yüksektir(19). 2000 yılında açık açılı ve kapalı açılı sayılarının eşit olduğu 8 milyon asyalı Hintli'nin glokomu olduğu tahmin edilmiştir(19).

## 2.5.Glokom Sınıflaması

Klinik olarak glokom birçok şekilde sınıflandırılmaktadır. 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. Avrupa Glokom Topluluğu (*Europaen Glaucoma Society, EGS*) glokomu aşağıdaki şekilde sınıflandırmıştır(20).

### I. Primer Konjenital Formlar

- a) Primer Konjenital Glokom
- b) Primer İnfantil Glokom
- c) Konjenital Anomalilerle Birlikte Glokom

-Aniridi, Sturge-Weber sendromu, nörofibromatozis, Marfan sendromu, Pierre Robin sendromu, homosistinüri, gonyodisgenesis (Axenfeld-Rieger sendromu, Peter's anomalisi), Lowe sendromu, mikrosferofaki, mikrokornea, rubella,



kromozomal anomaliler, geniş başparmak sendromu, persistan hiperplastik primer vitreus.

## **II. Primer Açık Açılı Glokom**

- a) Primer Juvenil Glokom
- b) Şüpheli Primer Juvenil Glokom
- c) Primer Açık Açılı Glokom
- d) Şüpheli Primer Açık Açılı Glokom
- e) Normotansif Glokom
- f) Şüpheli Normotansif Glokom
- g) Oküler Hipertansiyon

## **III. Sekonder Açık Açılı Glokom**

- a) Oftalmolojik Hastalıklara Bağlı Sekonder Açık Açılı Glokomlar
  - Psödoeksfoliyasyon glokomu
  - Pigmenter glokom
  - Lensin indüklediği sekonder açık açılı glokom (fakolitik glokom, lens partikülü glokomu, fakoanflaktik glokom)
  - İntraoküler kanama ile birlikte glokom
  - Üveitik glokom
  - İntraoküler tümörlere bağlı glokom
  - Retina dekolmanı ile ilişkili glokom
  - Oküler travmaya bağlı glokom
- b) İatrojenik Sekonder Açık Açılı Glokomlar
  - Kortikosteroid tedavisine bağlı glokom
  - Oküler cerrahi ve lazere bağlı sekonder açık açılı glokom
- c) Ekstrabulber Nedenlere Bağlı Sekonder Açık Açılı Glokomlar
  - Episkleral venöz basınç artışına bağlı glokom

## **IV. Primer Kapalı Açılı Glokomlar**

- a) Primer Kapalı Açılı Glokom
  - Akut Açı Kapanması Glokomu
  - İntermitant Açı Kapanması Glokomu
  - Kronik Açı Kapanması Glokomu
- b) Akut Açı Kapanması Atağı Sonrası Durum

c) Kapanabilir Açı

### V. Sekonder Kapalı Açılı Glokomlar

a) Pupiller Blok İle Birlikte Sekonder Açı Kapanması Glokomu

-Şişkin lens

-Lensin öne yer değiştirmesi (travma, zonüler gevşeklik vs.)

-Posterior sineşi, seklüzyo veya oklüzyo pupilla

-Vitreus ön yüzünün veya intravitreal silikon yağının öne doğru gelmesi

-Mikrosferofaki

-Miyotiklerin indüklediği pupiller blok

-Göz içi lensin indüklediği pupiller blok

b) Pupiller Bloksuz Önden Çekmeli Sekonder Açı Kapanması Glokomu

-İridokorneal Endotelyal Sendrom

-Posterior Polimorfoz Distrofi

-Periferik anterior sineşi

-Epitelyal veya fibröz içe yürüme

-İnflamatuvar membran

-Argon Lazer Trabeküplastisi sonrası

-Aniridi

c) Pupiller Bloksuz Arkadan İtmeli Sekonder Açı Kapanması Glokomu

-Şişkin lens

-Aköz yanlış yönlenmesi

-İris ve siliyer cisim kistleri, tümörler

-İntravitreal silikon yağı veya gaz tamponadı

-Üveal efüzyon

-Prematüre Retinopatisi

### 2.6.Açı Kapanması Glokomu(15)

Açı kapanması adı altında gruplandırılan çoğu klinik durum, irisin trabeküler ağa yaklaşması veya yapışması ya da her ikisi ile karakterizedir. Çoğu vakada, klinik olarak anlamlı bir GİB yükselmesine neden olacak kadar dışarıya akım yeteneğinde yeterince azalma olmadığı için herhangi bir problem tespit edilmeyecektir.

Klasik olarak açı kapanması glokomu açığı kapattığı bilinen veya farz edilen nedenlere göre iki gruba ayrılmaktadır.

- a) Primer aç ı kapanması: anatomik yatkınlıktan başka bir neden teşhis edilememiştir (tipik klasik akut aç ı kapanması glokomu atağı).
- b) Sekonder aç ı kapanması: burada iris yapışması ve gözün herhangi bir bölgesinde olabilen patolojik nedenlerden dolayı ortaya çıkan spesifik durum direkt bir neden bağlantısı olarak bulunmuştur. Tipik örnekler neovasküler glokomdaki gibi fibrovasküler membran kontraksiyonu nedeniyle sineşiyel aç ı kapanması veya ön üveitteki gibi iridotrabeküler yapışıklığa neden olan iris bombe seklüzyo pupilladır.

### **2.7.Aç ı Kapanması Fiziopatolojisi(15)**

Pupiller blok ile ilişkili aç ı kapanması: Tam pupiller blok posterior sineşi sonucu pupillada seklüzyo ya da oklüzyoda olduğu gibi arka sineşilerde pupilladan aköz akımının geçemediği zaman oluşur. Rölatif pupiller blok ön kapsül ve arka iris yüzeyi arasında oluşan aköz akımına karşı değişik derecelerde direnç olduğu zaman oluşur.

Pupiller bloksuz aç ı kapanması: iridotrabeküler yaklaşma veya yapışma tek başına veya kombine olarak farklı durumlarda oluşur. Neovaskülerizasyonda ve ön üveitte enflamatuar membranlar ile fibrovasküler kontraksiyon aç ıyı sineşilerle hızlıca kapatabilir.

Lense bağlı aç ı kapanması glokomu: Lense bağlı aç ı kapanması glokomunun iki komponenti vardır, lensin hacmi(fakomorfik) lensin pozisyonu (fakotopik). Lens nedenli aç ı kapanması glokomu, direkt olarak lensin irisin arka yüzeyine ve siliyer cisme baskı yaptığı veya indirekt olarak artan lens-iris teması pupiller bloğu daha hızlı oluşturduğu zaman ortaya çıkar.

İrise bağlı aç ı kapanması glokomu: Plato iris mekanizması pupil dilate olduğu zaman iridotrabeküler temastan meydana gelir. Aşağıdaki nedenlerden herhangi biri olduğu zaman oluşur;

- a) Kalın periferik iris dokusu
- b) İris tabanının öne insersiyoyapması ve çok dar bir siliyer bant bırakması veya skleral mahmuza insersiyosu
- c) Siliyer prosesler arka kamarada öne doğru yer değiştirir ve iris tabanını öne, aç ı gerisine doğru iter.

## 2.8.Gonyoskopi

Açı kapanmasını taramada sistematik bir yaklaşım geliştirme zorluğundan dolayı profilaksi için evrensel yaklaşım ön kamara açısının (ÖKA) değerlendirilmesidir. Mevcut referans standardı gonyoskopidir. Bu teknikte ciddi oranda gözlemciye bağlı ölçüm farkları vardır, gerçek zamanlı ÖKA bulgularının subjektif değerlendirilmesine dayanır. Klinik ve araştırma ortamında rapor edilmiş gonyoskopik bulguları doğrulamak hala sorun olmaktadır, çünkü ÖKA'nın iyi fotoğraflanması çok zordur(21).

PAKG'nin klinik tanısında ve tedavisinde olmazsa olmaz şart uzun yıllardır gonyoskopiyle doğrudan ÖK açısının muayenesidir. PAKG'nin populasyon epidemiyolojisinin anlaşılmasında açının kesin ölçümü önemli yer tutar. Doğu Asya'da populasyon çok olduğundan PAKG dünya çapında glokomun esas formunu teşkil eder(19). ÖK açısının kesin ölçümü ve tekrarlanabilirliği hastalığın epidemiyolojisini anlamayı sağlamayabilir ama doğru tarama imkanı verir(22).

Gonyoskopi 1800'lerin sonlarında Trantas tarafından bulunmuştur. Trantas açı yapılarını görebilmek için bir direkt oftalmoskop kullanarak sklerayı fiziksel olarak çökertmiştir, ama bu gördüğü yapıların görüntüsünde bozulmaya neden olmuştur. İyi bir görüntü sağlamak için indentasyon gerekli olmuştur çünkü gözün ön segmenti direkt olarak görülemez. Havanın kırıcılık indeksi gözyaşı tabakasının kırıcılık indeksinden azdır. Işık yoğun ortamdan daha az yoğun ortama geçerken kırılır. Kritik bir açıya erişildiğinde (göz için 50 derecedir) ışık içe doğru yansır ve obje görülemez. Işığın gözyaşı-hava arasında kırılmasını önlemek için çeşitli teknikler kullanılmadan (örneğin indentasyon ya da lens kullanmak) obje görülemez.

Açıdan çıkan ışığın tamamen içeri yansımalarının üstesinden gelmek için kullanılan lensler açı yapılarının doğrudan görülmesini sağlar (Koeppe ve Barkan lensleri). Ya da aynalı lensler ile dolaylı görüntü elde edilir. Her ne kadar erken dönem açı gözlemleri direkt gonyoskopiyle yapılmış olsa da şimdiki çağda standart klinik yaklaşım – ameliyathane gonyoskopisi hariç – aynalı lensler kullanarak indirekt gonyoskopi yapmaktır(21).

Taban eğimi (kurvatür) farklı indirekt lensleri birbirlerinden ayırt eden esas özelliktir. Daha küçük lensler korneaya direkt oturarak korneanın merkezinden bası yapar. Bu sayede açı yapılarının daha geniş dinamik değerlendirmesi mümkün olur.

Taban eğimleri skleraya uzanan indirekt lenslerin açığı bozması daha az beklenir. Bununla birlikte, geniş taban-eğimli (Goldman-stili) lensler kullanılırsa açı artefakt olarak daralabilir veya genişleyebilir.

Kompresyon gonyoskopi ile en çok ilişkili olan lens Zeiss (4-aynalı) tarafından üretilmiştir. Bu lensin birçok varyasyonu çıkmıştır. Bu tip lenslerin korneal yüzeyde 9mm'lik çapı vardır. Eğim-kurvatür yarıçapı 7,72 mm'dir. Bu tip lensin popüler olmasının bir sebebi de kullanım kolaylığıdır – korneanın üzerine koymadan önce bir ara-bağlantı ajanını uygulamak gerekmez. Bu sadece gonyoskopi işlemini kolaylaştırmakla kalmaz aynı zamanda ön segmentin temiz kalmasını sağlar böylece arka kutubun da sonra gözlemlenebilmesine olanak verir. Ancak bu tip lens korneayı daha kolay komprese edebilir ve farkında olmadan kornea üzerine hafif basıyla ÖKA görünümünü genişletebilir. Bu stilde lensin kullanımı ayrıca daha büyük tecrübe ve uzmanlık gerektirir. Ara-bağlantılı, daha dik taban eğimli lenslerin kullanımı daha kolaydır.

Goldmann-stili gonyolenslerin daha geniş tabanlı çapı vardır Korneal yüzeyin 12 mm çapı vardır ve eğim yarıçapı da 7.38 mm'dir. Bu yüzden korneayı daha az komprese eder. Goldmann lensleri açıdan çıkan ışığı yansıtacak bir ayna kullanırlar. Bunun yanında Allen/O'Brien ve Allen-Thorpe lensleri prizma kullanırlar. Bu tip lensler bir ara bağlantı ajanı (kalın suni gözyaşı ya da hidroksipropil metilselüloz) gerektirirler(21).

Gonyoskopi ile ÖKA değerlendirilirken ışık, hastanın bakış pozisyonu gibi nedenlerden dolayı hatalı ölçümler olabilir. Bu nedenle Association for International Glaucoma Societies tarafından yayınlanmış bir konsensüs dokümanında karanlık odada 1-mm ışın ile aydınlatılarak, hasta tam karşıya baktırılır ve ÖKA ölçülür denilmiştir(23).

## **2.9.İndentasyon Ve Manipulatif Gonyoskopi**

Hasta alacakaranlıkta tam karşıya bakarken açığa bakılır ve genişliği belirlenir. Eğer açı pozisyonel olarak kapanırsa veya kalıcı PAS varsa, iridotrabeküler temas olduğu belirlenir. Sineşiel kapanma ile appozisyonel kapanma arasındaki farkı ayırt edebilmek için indentasyon gonyoskopisi yapmak gerekir(19).

İlk bakışta görülemeyen açı yapılarını görebilmek için indentasyonel ve manipulatif manevralar yapılır, iris yapıları ve PAS görülür.

## **2.10.Açı Sınıflama Şemaları**

Ön kamara açısını standart bir şekilde değerlendirmek için farklı şemalar ortaya atılmıştır. En çok kullanılanlar Shaffer, Scheie ve Spaeth' in yaptığı sınıflama şemalarıdır.

### **2.10.1.Scheie Sistemi(21)**

ÖKA yapılarını görme yeteneği bu sınıflama şemasında anahtar elemandır. Bu sistemle açı kapanma derecesi belirlenir:

Derece 0 : Tamamen geniş açı,

Derece 1 : Hafifçe dar,

Derece 2 : Siliyer cisim kökünün görülmemesi,

Derece 3 : Posterior (pigmente) trabeküler ağın görülmemesi,

Derece 4 : Açı kapalıdır, hiçbir yapı görülmez.

Scheie'nin inancına göre 3 ve 4 derecedeki insanlar, dar-açılı glokom riski altındadır. Görülebilen sınıflama yapılarına ek olarak, Scheie ayrıca pigmentasyon derecesini de kaydetmeyi önerir. Scheie trabeküler alanı pigmente ve non-pigmente olarak ayıran ilk kişidir(21).

### **2.10.2.Spaeth Sistemi(15)**

Muayeneyi yapan kişiyi üç kritik unsuru teşhis etmeye zorlar.

1) İrisin sokulduğu yeri tayin etmek;

A: Trabeküler ağın ön kısmı,

B: Schwalbe çizgisinin arkası,

C: Skleral çıkıntı,

D: Derin biçimde, görünür siliyer cisim ile birlikte,

E:Aşırı derin.

2) 10 ile 50 derece aralığında, iris ile kornea arasındaki geometrik açığı tahmin etmek.

3) Periferik iris kontürünü belirlemek (r:düzenli, s:dik, q:konkav).

Son olarak, Spaeth sistemi ayrıca açıdaki pigmentasyon miktarına puan verir (12 adet saat hizaları şeklinde) ve PAS varlığını dikkate alır. Pigmentasyon oranı sıfır=hiç yok, derece 1=az miktar, derece 2=hafif artmış, derece 3=orta yoğunlukta, derece 4=yoğun şekilde sınıflanır(21).

### 2.10.3.Shaffer Sistemi(15)

Günümüzde en yaygın olarak kullanılan açı derecelendirme sistemi Shaffer tarafından kullanıma sokulmuş olup, trabeküler ağın iç yüzüyle irisin periferinden - yaklaşık üçte bir mesafedeki- ön yüzünün arasında kalan açığı derece cinsinden göstermektedir.

Açı genişliğinin tayin edilmesi, sırasıyla trabekulumun iç yüzüne ve irisin ön sathına denk gelen iki hayali teğet çizgi arasındaki açıklık miktarının gözlenmesiyle gerçekleştirilir. Uygulamada ise, muayeneyi yapan klinisyen, açığı muhtelif açı yapılarının görünebilirliklerine göre derecelendirir. Bu sistem her bir açıya bir sayısal derece (0-4) vermekte, ayrıca beraberinde açının anatomik tanımlanmasını, derece cinsinden genişliğini ve tahmini klinik yorumunu da belirlemektedir(Şekil 2.5).

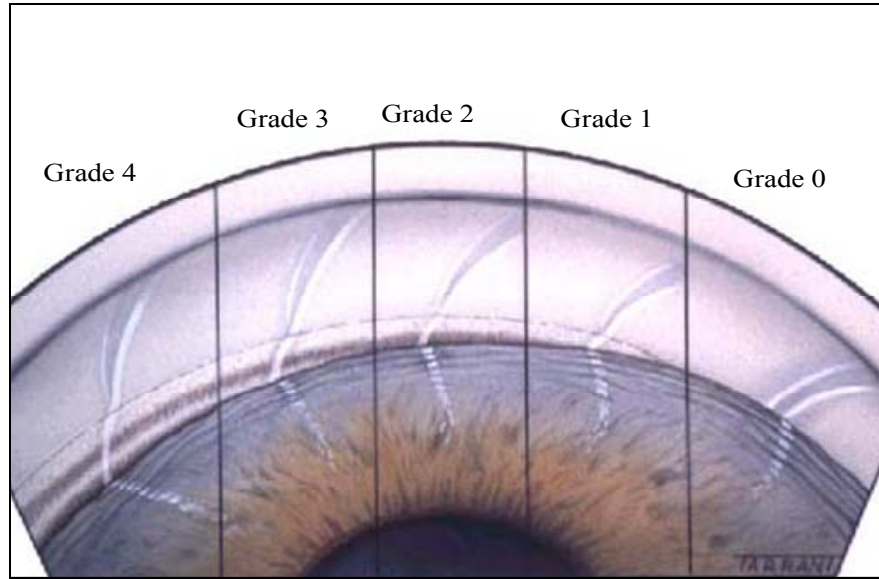
Grade 0 : (0°) İridokorneal temas sayesinde kapanmış olan açıdır.

Grade 1 : (10°) Sadece Schwalbe hattının ve belki de trabekulumun en üst kısmının izlenebildiği oldukça dar bir açıdır.

Grade 2 : (20°) Sadece trabekulumun izlenebildiği orta derecede dar bir açıdır.

Grade 3 : (20°-35°) En azından skleral mahmuzun seçilebildiği açık bir açıdır.

Grade 4 : (35°-45°) Siliyer cismin görülebildiği açıdır.



Şekil 2.5. Shaffer açısı derecelendirme sistemi(Jack J Kanski, 1999)

## 2.11.Ön Segment ve Ön Kamara Açısını Değerlendirmede Kullanılan Diğer Yöntemler

### 2.11.1.Ultrason Biyomikroskobu (UBM)(21)

1990'ların başında bulunmuş bir tekniktir. Penetrasyonu (5 mm'ye) azaltır ama görüntülenen yapıların çözünürlüğünü artırır. Lateral ve aksiyel çözünürlükler sırasıyla 40 ve 20 mikrondur.

ÖKA değerlendirmesinde, açı açıklık mesafesi 250 (*angle opening distance*, AOD 250) veya AOD 500 kullanılabilir. AOD 250'nin önemi trabeküler ağın burada olmasıdır. AOD 250 (ve herhangi bir mesafedeki AOD) şöyle hesaplanır: skleral mahmuzdan korneal endotel yüzeyine 250 mikronluk bir uzaklıkta çizgi çekilir, sonra aşağı iris yüzeyine doğru korneal endotele dik çizgi inilir. Fakat açı açıklığının en iyi tahmini için yazarlar AOD 500'ü önerirler.

Açı yapılarının UBM ölçümünü etkileyen faktörler ise görüntü alımı, görüntü analizi ve fizyolojik değişkenliklerdir. Hizalanmaktaki uyumsuzluklar ve akomodasyonu kontrol edememe ayrıca oda aydınlatması da UBM kullanırken bulguları etkileyebilir.

UBM ön kamara açısı konfigürasyonuna çok büyük bir yakın bakış sağlamaktadır. Siliyer cisim ve arka kamaranın detaylı görüntülenmesini sağlar. Çok



yararlı olsa da UBM hala sadece bir araştırma malzemesi olarak kalmıştır, çünkü çok pahalıdır, gözü incelemek için göz banyosuna ihtiyaç vardır, muayene işlemi zordur.

### **2.11.2.Ön Segment Optik Koherens Tomografi (OKT)**

OKT ultrasona analogdur, ama doku derinliğini ölçmede ses yerine ışığı kullanır. Yansıyan ışığın transdusere geri dönmesi için gereken zaman Michelson interferometre'si kullanarak belirlenir. Michelson inter-ferometresinde aynı fazdaki iki ışık dalgası birbirini amplifiye eder, ama farklı fazdaki iki ışık dalgası birbirini engeller. OKT'nin ilk kullanım amacı posterior segment yapılarını görmektir ve 0.8 mikron süperlüminesan diyod (SLD) ışık kaynağı olarak kullanıldı. Daha sonra bu alet ile ön kamara yapıları da görüntülenmiştir ama 0.8 mikron sklerayı penetrasyonda yetersiz olduğu için 1.3 mikronluk süperlüminesan diyod kullanılmıştır. Görüntüler UBM ile elde edilen görüntülere denktir; AOD, ARA, ön kamara açısı değerlendirilmesi ile analizler yapılabilir. Ön segment OKT göze dokunmadan açısı yapılarını hızlıca görüntüler. Öncül çalışmalar göstermiştir ki bu cihaz kapalı-açılı çoğu kişiyi tanımaktadır. Ama aynı zamanda gonyoskopik olarak açık olan kişileri de kapalı olarak tanır. Bir diğer dezavantajı da ÖKA ölçümünde referans noktası alınan skleral mahmuzun özellikle superior ve inferior kadranlarda saptanmasının yetersiz olmasıdır(24).

Doğrudan ÖKA konfigürasyonunu görmek için ya gonyoskopi gerekir ya da UBM, AS-OCT gerekir(21).

### **2.11.3.Scheimpflug Görüntüleme**

Scheimpflug prensibi kullanılarak birçok fotoğrafik yarık-lambalar icat edilmiştir. ÖKA anatomisini çalışırken ve ön kamara derinliğini değerlendirirken en çok kullanılan iki fotoğrafik yarık-lamba; Topcon SL45 ve Nidek EAS-1000'dir. Scheimpflug prensibi lens tilt edildiğinde odak düzlemindeki değişimi tanımlar. Odaksal düzlem kullanmak yerine, lens düzlemi ve film düzlemi birbirine tamamen paralel olacak şekilde (standart kameralarda olduğu gibi) kullanılır. Film düzlemi eğilirse keskin odak düzlemi, film ve lens düzlemlerinin kesişim noktasına kayar. Bu yaklaşım sayesinde araştırmacılar gözün derinlik içeren ön kamarasının yarık-görüntülerini elde ederler(21).

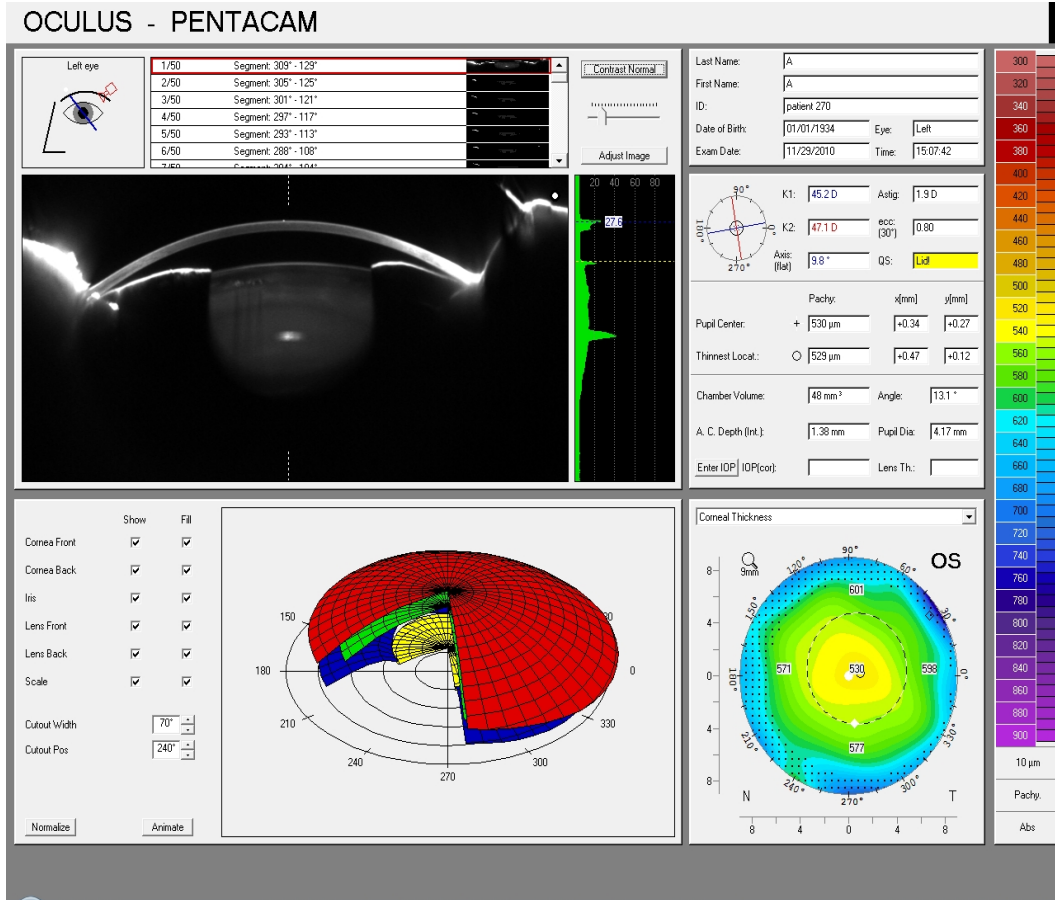
Pentacam, Scheimpflug görüntüleme de kullanılan, hızlı, nonkontakt bir yöntemdir. Optik temelli topografik haritalama sistemi olarak adlandırılabilir. Pentacam cihazı gözün tüm anterior segmentinin 3 boyutlu taramasını sağlayan dönen bir Scheimpflug kamera sistemi kullanmaktadır. Elde edilen görüntülerden, kornea topografisinin anterior ve posterior bilgisi, kornea pakimetresi, ön segment derinliği, açı ve lens yoğunluğu kolaylıkla ve non-invaziv olarak ölçülebilir (Şekil2.6). Bu teknik, kataraktın değerlendirilmesinde, korneal kurvatürü ve kalınlığı ölçümünde kullanılmaktadır.

Pentacam kullanarak ön segmentten bir görüntü elde etmek 2 saniye almaktadır. Topografik korneal kalınlık, korneal kurvatür, ÖKA, hacim ve yükseklik hakkındaki veriler 25,000 veri puanı üzerinden hesaplanmaktadır.

Sistem birbiri ile bütünleşmiş 2 kameradan oluşur. Bunlardan birincisi, pupillanın boyutunu, oryantasyonunu saptama ve fiksasyonu kontrol etme amacı ile merkeze yerleşmiştir. İkincisi ise ön segment görüntülerini almak için dönen bir mekanizmaya monte edilmiştir. Sistem bu iki kamera dışında gözün optik aksı etrafında dönen monokromatik slit lamba ve 477 nm dalga boyunda mavi ışık kaynağı (mavi LED 477 nm) kullanmaktadır. Scheimpflug görüntü, kornea ön yüzeyi ve lens arka yüzeyi arasındaki alanın komple bir resmidir. Burnun gölgesinden etkilenmemek için slit görüntüler 0 ile 180 derece arasındaki bir açıda fotoğrafize edilir. Dönen Scheimpflug kamera iki saniye içinde rotasyonunu tamamlayarak her biri 500 gerçek elevasyon noktası içeren çok sayıda Scheimpflug görüntü elde etmektedir. Kullanıcı tercihiyle bağlı olarak 12, 25 ve 50 slit görüntü elde edilebilir(25).

Tarama sonrası tercih edilen slit görüntü sayısına göre elde edilen gerçek elevasyon noktaları (50 slit görüntü için 25 000 gerçek elevasyon noktası) değerlendirilir ve gözün ön segmentinin 3 boyutlu modeli oluşturulur. Buna göre cihazın 5 ayrı değerlendirme modülü mevcuttur. Bunlar; Scheimpflug tomografi, 3 boyutlu ön kamara analizi (derinlik, açı, hacim), pakimetri, lens dansitometresi (lens opasitesi ve kalınlığı), kornea ön ve arka yüzey topografisidir.

Pentacam, limbustan limbusa tüm korneanın pakimetrisini hesaplar ve kornea kalınlığını renkli bir haritada gösterir. Kornea kalınlığından etkilendiği bilinen GİB'in düzeltilmiş değerlerini de gösterebilir.



Şekil 2.6. Pentacam® HR rapor örneği.

#### 2.11.4. Limbal Ön Kamara Derinliği Ölçümü (Van Herick Tekniği)

Van Herick (VH) tekniği limbal ön kamara derinliğinin yarıık lamba kullanılarak nonkontakt tahmin edilmesi yöntemidir. Bu değerlendirmeyi gerçekleştirmek için yarıık lambanın aydınlatıcı kolu mikroskobun santral ekseninden 60 derece temporal tarafa kaydırılır. Parlak, dar bir ışık demeti limbusta oküler yüzeye dik yönlendirilir. Limbal ön kamara derinliği (LÖKD) ölçümü periferik ön kamara derinliği ile kornea kalınlığının karşılaştırılması esasına dayanır. LÖKD'nin(26) sınıflama şeması aşağıdaki gibidir.

Grade 0: İridokorneal temas

Grade I: Ön kamara derinliği korneal kalınlığın %25'inden az

Grade II: Ön kamara derinliği korneal kalınlığın %25'ine eşit veya %25 ile %50'si arası

Grade III: Ön kamara derinliği korneal kalınlığın %50'sine eşit veya daha derin

Sadece limbus açık iken kullanılabilir olması bu testin önemli bir dezavantajıdır. Pterijyumlu gözler ve temporalde skar dokusu olan kornealarda bu test yapılamaz. LÖKD ölçümü hızlı, basit bir testtir. Çoğu kişiye uygulanabilir. Gonyoskopik olarak kapalı ön kamara açıları tanınabilir. Bu test bir yarık lamba ve deneyimli uygulayıcı gerektirir(21).

### 2.11.5.Periferik Ön Kamara Derinlik Analizi Taraması

Periferik ön kamara derinlik analizi taraması (*scanning peripheral anterior chamber depth analysis=SPAC*) sistemi açıyı doğrudan görüntüleyemez, bu yüzden açı anatomisi hakkında detaylı bilgi vermez. Bunun yerine, yarık-lamba tabanlı fotoğrafik teknik kullanarak ön kamara derinliğinin 21 adede kadar ölçümünü yapar. Bu görüntüler 60 derece netleştirme (offset) kullanarak elde edilir, optik eksende başlar ve periferde doğru tarama yapılır. Görüntüler daha sonra küçük bir şarj edilebilen kamera ile çekilip bilgisayarla otomatik analiz edilir. SPAC aynı zamanda ön kamara derinliğini daha kesin ölçebilmek için farklı noktalarda korneal kalınlığı ve korneal eğimin yarıçapını hesaplayabilir. Tüm bir tarama 0.67 saniye sürer, 0.4mm'lik aralarla görüntü alınır(21).

### 2.12. Göz İçi Basıncı ve Kornea İlişkisi

GİB ölçümünde Goldmann Aplanasyon Tonometrisi (GAT) altın standart yöntemdir. GAT tasarlanırken göz, fazla ıslak olmayan kuru, ince duvarlı sferik bir yapı olarak kabul edilmiştir. SKK 500  $\mu\text{m}$  ve sağlıklı kişilerde değişmediği varsayılmıştır. Günümüzde SKK değerinin kişiler arasında çok fazla değişkenlik gösterdiği bilinmektedir.

Whitacre ve arkadaşları(27) 520  $\mu\text{m}$ 'den daha ince kornealarda GİB'in normalden daha düşük ölçüldüğünü, daha kalın kornealarda daha yüksek ölçüldüğünü, 100  $\mu\text{m}$  fark için 2.5 mmHg düzeltme gerektiğini bildirmişlerdir.

Wolfs ve ark.(28) ise yaptıkları popülasyon çalışmasında, klinik çalışmalarla benzer olarak normal gözlerde SKK'yı 537.4 $\mu\text{m}$  bulmuş ve GİB ile pozitif olarak ilişkili olduğunu belirlemiştir. Doughty ve Zaman(30) bu konuda yayınlanan 300

makalenin meta-analizini yaparak, SKK'nın 545 µm olduğunu ve bu değerden farklı her 50 µm fark için 3.33 mmHg düzeltme gerektiğini rapor etmiştir.

Ayrıca korneanın biyomekanik yapısı da GİB ölçümünde önemlidir:

1- Korneal kalınlık; Kalın ise GİB yüksek, ince ise GİB düşük ölçülür, hata oranı ortadır.

2- Korneal kurvatur; düzleştikçe düşük GİB, dikleştikçe yüksek GİB ölçülür ve hata oranı çok azdır.

3- Korneal biyomekanik yapı; daha sıkı yapı yüksek GİB, daha gevşek yapı düşük GİB ölçümüne neden olur. Hata oranı yüksektir, 10 mmHg ve daha fazlası olabilir. Bu korneal histeresis olarak da geçer ve korneanın viskoelastik yapısını gösterir(29).

### **2.13.Kornea Kalınlığını Değerlendirme Yöntemleri (Pakimetre)**

Pakimetri, Grekçe orijinli kelime olup; "pachy" kalınlık ve "metron" ölçüm demektir. Pakimetri, endotel fizyolojisinin duyarlı bir göstergesi olan kornea kalınlığının klinik olarak değerlendirilmesini sağlayan bir yöntemdir.

SKK ölçümünde kullanılan aletler iki prensibe göre ölçüm yapmaktadır:

1- Optik yöntem (Slit-Lamp Pakimetri, Non-kontakt Speküler Mikroskopi, Tarayıcı Korneal Topografi (Orbscan II), Pentacam, Konfokal Mikroskopi, Optik Koherens Tomografi.

2- Ultrasonik yöntem (Ultrasonik Pakimetre ve Ultrason Biyomikroskobu)

#### **2.13.1.Optik Prensipli Pakimetreler**

İlk kullanılan yöntemlerdir. İlk defa 1948 yılında Von Bahr optik pakimetre kullanarak kornea kalınlığını ölçmeyi başarmıştır. Korneanın optik kesiti, kornea üzerine dikey olarak yoneltlen yarık lamba ışını ile yapılır. Işık demeti birbirinden farklı yoğunluktaki iki ortamdan geçerken kırılmakta ve bir kısım ışınlar da geri yansımaktadır. Işık havadan farklı yoğunluktaki kornea epiteline girerken birinci refleyi ve korneadan ön kamaraya geçerken de ikinci refleyi vermektedir. Bu iki refle arasındaki uzaklık bize kornea kalınlığını vermektedir.

Speküler mikroskobi, esas olarak kornea endotel sayımı ve morfolojinin incelenmesinde kullanılmaktadır. Modern speküler mikroskoplar dijital olarak korneal kalınlığı ölçmekte ve kaydetmektedirler.

Optik koherens tomografi (OKT), düşük koherens interferometri prensibine dayanan optik görüntüleme tekniğidir. Ultrason B mod görüntüleme ile analog bir sistemdir ancak burada ses yerine ışık kullanılmaktadır. Radyasyon kaynağı olarak süperluminesan diyod lazer kullanılmaktadır.

Lazer Doppler İnterferometri multimod diyod laserin kaynak olarak kullanıldığı bir sistemdir. Aksiyel uzunluk ölçümü için geliştirilen bu sistem kornea kalınlığı için modifiye edilmiştir.

Optik temelli topografik haritalama sistemi ya da diğer adıyla tarayıcı kesit pakimetre (Orbscan II) aynı anda korneal topoğrafi ile korneal kalınlığı ölçebilen, son yıllarda geliştirilmiş bir tekniktir. Belirli sayıda kesiti tarayıcı sistemi ile elde eden sistem, daha sonra bunları ön ve arka kornea yüzeyinin rekonstrüksiyonunda kullanılmaktadır. Korneal kalınlık, ön ve arka yüzey elevasyonları arasındaki farktan hesaplanmaktadır. Diğer tekniklerden farklı olarak tüm yüzey boyunca bir pakimetrik harita elde etmek mümkün olmaktadır.

Pentacam de optik temelli topografik haritalama sistemi olarak adlandırılabilir. Pentacam cihazı gözün tüm anterior segmentinin 3 boyutlu taramasını sağlayan dönen bir Scheimpflug kamera sistemi kullanılmaktadır. Elde edilen görüntülerden, kornea topografisinin anterior ve posterior bilgisi, kornea pakimetresi, ön segment derinliği, açı ve lens yoğunluğu kolaylıkla ve non-invaziv olarak ölçülebilir.

### **2.13.2.Ultrasonik Pakimetre (UP)**

1980 yılında Henderson, Gillian, Detweiler ve Kremer tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntemle kornea kalınlığının ölçümü diğer yöntemlere göre daha kolay, kullanımı basit, doğruluğu yüksek ve aletin taşınabilir olması en büyük avantajıdır.

Ultrasonik pakimetride A scan ultrasonografi prensipleri kullanılmaktadır. Aletin temel komponenti kısa voltaj dalgalarının sağladığı elektronik akımdır. Bu akım aletin transduserinde bulunan piezoelektrik kristalinde ultrasonik (ses)

dalgasına dönüşmektedir. Transduser ile kornea epiteli üzerinden gönderilen ultrasonik akım, Descemet membranından geri dönerek piezoelektrik kristaline gelir. Ultrasonik dalganın korneadan gidiş-dönüş zamanı alet tarafından değerlendirilerek korneal kalınlık dijital olarak ölçülmektedir.

Ultrasonik pakimetriyi standardize etmede karşılaşılan problem; yayılma hızına (m/sn) karar vermektir. İnsan korneasında ortalama ses hızı 1636 m/sn olup hidrasyonu ile bu parametredeki değişiklikler büyük değildir. Ancak çok dehidrate veya çok ödemli kornealarda hata payı % 1'in üstüne çıkmaktadır. Günümüzde ses yayılma hızı standart olarak 1640 m/sn olarak kullanılmaktadır. Ultrasonik pakimetreler bu hızda 0.22 sn'de 10 ölçüm ve 1 µm'ye kadar çözünürlük yapabilme kapasitesindedir. Hızlı ve seri değerlendirmeler yapabilmesi en önemli özelliğidir(31).

Pratik olarak en sık kullanılan, altın standart yöntem ultrasonik pakimetredir. Korneaya temas etmesi ve topikal anestezi gerektirmesi dezavantajlarıdır. Tekrarlayan ölçümler sırasında gözyaşı film tabakasının değişikliği, korneal epitel tabakasına temas hatalı ölçüme neden olabilir.

### 3.GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışma Nisan 2010 ile Ocak 2011 tarihleri arasında Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Ana Bilim Dalı'nda yapıldı. Bu çalışma 21 Mayıs 2010 tarih ve 53 sayılı karar no'su ile Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır.

Çalışmaya polikliniğe başvuran 40 yaş üzeri 155 olgu alındı. 155 olgunun 310 gözü çalışmaya dahil edildi.

Çalışmaya sadece polikliniğe başvuran, basit refraksiyon kusuru olan hastalar dahil edildi.

Çalışma dışı bırakılma kriterleri:

- Sferik eşdeğeri 3 D'nin üzerinde kırma kusuru olanlar,
- Başka herhangi bir göz hastalığı olanlar (psödoeksfoliyasyon vs.),
- Herhangi bir göz cerrahisi veya travması geçirmiş olanlar,
- Kontakt lens kullananlar,
- Kornea opasitesi, ödem veya oküler yüzey hastalığı olanlar çalışmaya dahil edilmediler.

Tüm hastaların oftalmolojik muayeneleri ve limbal ön kamara derinlik ölçümü, ultrason pakimetri, gonyoskopi muayenesi aynı hekim tarafından yapıldı. Pentacam HR® (Oculus, Wetzlar, Germany) ölçümleri başka bir hekim tarafından yapıldı.

Tüm hastalara muayene işlemleri aşağıdaki sıra ile uygulandı.

Refraksiyon ve görme düzeylerine bakıldı.

Ön segment ve arka segment biyomikroskopik muayeneleri yapıldı.

Ön segment muayenesinde limbal ön kamara derinliği de Van Herick yöntemi ile ölçüldü ve kaydedildi. ÖK derinliği kornea kalınlığının %25'inden az olanlar derece I, %25'ine eşit veya %25-%50 arası olanlar derece II, %50'den daha derin olanlar derece III olarak kaydedildi. Derece I ve altı dar açılı olarak değerlendirildi.



Daha sonra Pentacam HR<sup>®</sup> (Oculus, Wetzlar, Germany) cihazı ile ölçümler alındı. Ölçümler dış ortam ışığından izole edilmiş hafif karanlık ortamda yapıldı. Hastadan çenesini çeneliğe koyması, alnını alın bandına dayaması ve başını sabitlemesi istendi. Bilgisayar ekranında hastanın gerçek zamanlı görüntüsü canlandırıldı, makine ile pupil kenarı, merkez ve kornea apeksi işaretlendi, manuel olarak odaklanarak görüntüler sıralandı. Oklar, operatörün görüntüyü horizontal, vertikal ve anteroposterior eksenlerde cihazı sıralamasına rehberlik etmek için ekranda gösterilmekteydi. Operatöre bağlı değişkenleri azaltmak için, Pentacam HR<sup>®</sup> 'nin otomatik salınım modu kullanıldı. Bu modda, cihaz otomatik olarak doğru odağı belirlemekte ve korneal apeks ile uyum başarılmakta sonra da tarama yapılmaktaydı. Pentacam ile yapılan kornea kalınlığı ölçümünde pupil alanındaki 3mm'lik alandaki ortalama kornea kalınlığı SKK olarak kaydedildi.

Göz içi basınçları Tonopen<sup>®</sup> XL ile cihazı ile ölçüldü ve veriler kayıt edildi.

Sonra hastalara ultrason pakimetre (Pacline, Optikon, İtaly) yapıldı. Topikal anestezik (proparakain HCl, Alcaine % 0.5, Alcon) damatılarak oturur pozisyonda üçer ölçüm alındı. Ölçümler pupil alanının merkezine denk gelen yerden yapıldı. Üç ölçümün aritmetik ortalaması alınarak SKK olarak kaydedildi.

Son olarak Goldman tek aynalı lensi ile gonyoskopik muayene yapıldı. Ölçümler dış ortam ışığından izole edilmiş hafif karanlık ortamda yapıldı. Açı genişliği derecelendirmesi için Shaffer sistemi kullanıldı. Tüm kadrantlardaki açı muayeneleri yapılarak ortalama açı derecesi 0, 1, 2, 3, 4 derece olarak kaydedildi. 0, 1. ve 2. derece açılar dar, kapanabilir açılar olarak, 3. ve 4. derece açılar ise geniş, kapanma riski olmayan açılar olarak iki gruba ayrıldı.

Ölçümlerden sonra ortalama açı derecesi Shaffer derecelendirme sistemine uyarlandı. 0-19,9 derece arası açılar kapanabilir veya dar açılar olarak, 20 derece üzeri açılar geniş, kapanma riski olmayan açılar olarak iki gruba ayrılarak kaydedildi.

MedCalc 11.5.1 paket programı kullanılarak ÖKA, ÖKD ve ÖKH için gonyoskopi referans alınarak ROC eğrileri oluşturuldu. Dar açıları saptamak için kriter değerleri tespit edildi. Bu kriter değerler kullanılarak Pentacam'in dar açılarını tespit etmesindeki etkinliği araştırıldı.

Olgulardan elde edilen sayısal veriler kodlanarak bilgisayar programına aktarıldı. İstatistiksel değerlendirme için SPSS (Statistical Package for Social

Science, Worldwide Headquarters SPSS Inc.) 15.0 Windows ve Minitab 15.0 ile MedCalc 11.5.1 paket programları kullanıldı. Verilerin özeti, normal dağılıma uygun olanlarda ortalama  $\pm$  standart sapma, uygun olmayanlarda medyan 25 ve 75. kartil değerleri ile verildi. Gruplar arasında yapılan karşılaştırmalarda t testi ve ANOVA (Tek Yönlü Varyans Analizi) kullanıldı. Gruplar arası farklılığı değerlendirmede Tukey HSD Testi kullanıldı. Oranlar için 2 Proportion Test kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi 0.05 olarak kabul edildi.

#### 4.BULGULAR

Çalışmaya 40 yaş üzeri 155 olgunun 310 gözü dahil edildi. Olguların 98'i (% 63,2) kadın, 57'si (% 36,8) erkekti. Olguların yaş ve cinsiyete göre dağılımları Tablo 4.1' de gösterilmiştir.

Tablo 4.1. Olguların yaş ve cinsiyete göre dağılımları.

	n (%)	Ortalama yaş	Min-max
Kadın	98 (%63,2)	54,72±8,90	40-76
Erkek	57 (%36,8)	53,63±10,53	40-80
Genel	155 (%100)	54,32±9,53	40-80

Çalışmaya alınan olguların ortalama yaşı 54,3 ±9,5 (40-80) idi.

Olguların en genci 40 en yaşlısı 80 yaşında idi.

Kadınların ortalama yaşı ile (54,72±8,90) erkeklerin ortalama yaşı (53,63±10,53) arasında anlamlı fark yoktu( $p>0,05$ ).

Olguların Pentacam ölçümleri sağ-sol göz ve cinsiyete göre ayrı ayrı karşılaştırıldı.

Tablo 4.2. Pentacam değerlerinin sağ-sol göz ve cinsiyete göre dağılımları.

	Göz	Kadın	Erkek	P değeri	Genel Ort.
SKK ( $\mu\text{m}$ )	Sağ	536,65 $\pm$ 32,22	537,16 $\pm$ 31,61	p>0,05	
	Sol	538,52 $\pm$ 32,38	536,30 $\pm$ 34,05	p>0,05	
	P değeri	p>0,05	p>0,05		
	İki göz	537,59 $\pm$ 32,23	536,73 $\pm$ 32,71	p>0,05	537,27 $\pm$ 32,36 (441-643)
ÖKD (mm)	Sağ	2,55 $\pm$ 0,38	2,68 $\pm$ 0,33	p<0,05	
	Sol	2,55 $\pm$ 0,39	2,69 $\pm$ 0,35	p<0,05	
	P değeri	p>0,05	p>0,05		
	İki göz	2,55 $\pm$ 0,38	2,69 $\pm$ 0,34	p<0,01	2,60 $\pm$ 0,37 (1,38-3,38)
ÖKH (mm <sup>3</sup> )	Sağ	124,58 $\pm$ 31,55	140,91 $\pm$ 31,65	p<0,01	
	Sol	124,59 $\pm$ 32,87	140,58 $\pm$ 31,91	p<0,01	
	P değeri	p>0,05	p>0,05		
	İki göz	124,59 $\pm$ 32,13	140,75 $\pm$ 31,64	p<0,001	130,53 $\pm$ 32,85 (48-206)
ÖKA (derece)	Sağ	31,68 $\pm$ 6,21	32,91 $\pm$ 5,44	p>0,05	
	Sol	31,70 $\pm$ 6,25	33,23 $\pm$ 5,79	p>0,05	
	P değeri	p>0,05	p>0,05		
	İki göz	31,69 $\pm$ 6,22	33,07 $\pm$ 5,60	p>0,05	32,20 $\pm$ 6,02 (13,10-46,70)

Pentacam ile yapılan SKK ölçümlerinde hem kadınlarda hem de erkeklerde sağ ve sol gözler arasında anlamlı fark görülmedi.

Pentacam ile yapılan SKK ölçümünde kadınlar (537,59 $\pm$ 32,23 $\mu\text{m}$ ) ile erkekler (536,73 $\pm$ 32,71 $\mu\text{m}$ ) arasında anlamlı fark görülmedi. Tüm olgularda ortalama SKK 537,27 $\pm$ 32,36 $\mu\text{m}$  (441-643) olarak bulundu.

Pentacam ile yapılan ÖKD ölçümlerinde hem kadınlarda hem de erkeklerde sağ ve sol gözler arasında anlamlı fark görülmedi.

Pentacam ile yapılan ölçümlerde kadınlardaki ort. ÖKD ( $2,55\pm 0,38\text{mm}$ ) ile erkeklerdeki ort. ÖKD ( $2,69\pm 0,34\text{mm}$ ) arasında anlamlı fark vardı ( $p<0,01$ ). Erkeklerde ort. ÖKD daha fazla idi.

Tüm olgularda ortalama ÖKD  $2,60\pm 0,37\text{ mm}$  ( $1,38-3,38$ ) olarak bulundu.

Pentacam ile yapılan ÖKH ölçümlerinde hem kadınlarda hem de erkeklerde sağ ve sol gözler arasında anlamlı fark görülmedi.

Pentacam ile yapılan ölçümlerde kadınlardaki ort. ÖKH ( $124,59\pm 32,13\text{ mm}^3$ ) ile erkeklerdeki ort. ÖKH ( $140,75\pm 31,64\text{ mm}^3$ ) arasında anlamlı fark vardı ( $p<0,001$ ). Erkeklerde ort. ÖKH daha fazla idi.

Tüm olgularda ortalama ÖKH  $130,53\pm 32,85\text{ mm}^3$  ( $48-206$ ) olarak bulundu.

Pentacam ile yapılan ÖKA ölçümlerinde hem kadınlarda hem de erkeklerde sağ ve sol gözler arasında anlamlı fark görülmedi.

Pentacam ile yapılan ÖKA ölçümünde kadınlar ( $31,69^\circ\pm 6,22$ ) ile erkekler ( $33,07^\circ\pm 5,60$ ) arasında anlamlı fark görülmedi.

Tüm olgularda ortalama ÖKA  $32,20^\circ\pm 6,02$  ( $13,10-46,70$ ) olarak bulundu.

Tüm gözlerin gonyoskopik ön kamara açısı genişlikleri Shaffer sistemine göre gruplandırıldı.

Tablo 4.3. Gonyoskopik derecelerin cinsiyete göre dağılımları.

	Derece 0	Derece 1	Derece 2	Derece 3	Derece 4	Toplam	Dar açı (Shaffer 0-2)	Geniş açı (Shaffer 3-4)
Kadın (n)	0	0	10 (%3,2)	144 (%46,5)	42 (%13,5)	196 (%63,2)	10 (%3,2)	186 (%60)
Erkek (n)	0	0	5 (%1,6)	80 (%25,8)	29 (%9,4)	114 (%36,8)	5 (%1,6)	109 (%35,2)
Toplam (n)	0	0	15 (%4,8)	224 (%72,3)	71 (%22,9)	310 (%100)	15 (%4,8)	295 (%95,2)

Gonyoskopik olarak 310 gözün 15'inde Shaffer 2.derece, 224'ünde 3.derece ve 71'inde 4.derece açı genişliği tespit edildi. Hiçbir olguda Shaffer derece 0 ve 1 tespit edilmedi. 2. derece açıları kapanabilir-dar açıları, 3. ve 4. derece açıları ise kapanma ihtimali olmayan-geniş açıları olarak kaydedildi.

Kadın ve erkek tüm olgular ele alındığında dar açılı göz oranı %4,8 (15/310) olarak bulundu.

Olgularda en fazla %72 oranı ile (224/310) Shaffer derece 3 tespit edildi.

Gonyoskopi ile teşhis edilen dar açılı göz sayısı kadınlarda 10 (kadın olguların %5,1'i), erkeklerde 5 (erkek olguların %4,4'ü) idi. Kadınlarda dar açılı göz oranı biraz yüksek olmasına rağmen her iki grup arasında ortalama dar açılı göz oranı açısından istatistiksel olarak anlamlı fark görülmedi( $p>0,05$ ).

Tüm gözlerde Van Herick metodu ile limbal ön kamara derinlikleri ölçüldü. Gonyoskopik muayeneye göre dar açılı olup Van Herick yöntemiyle de dar açılı olduğu tahmin edilen 12 göz bulundu. Gonyoskopik muayeneye göre dar açılı olup Van Herick yöntemiyle geniş açılı olduğu tahmin edilen 3 göz bulundu. Buna karşın Van Herick yöntemi ile dar açılı olduğu düşünülen 14 gözden ikisi gonyoskopik muayeneye göre geniş açılı idi. 293 göz her iki yöntem ile geniş açılı olarak değerlendirildi.

Tablo 4.4. Gonyoskopi muayenesi ve Van Herick derecelerine göre açı dağılımları.

		Gonyoskopi	
		Dar(n)	Geniş(n)
Van	Dar(n)	12	2
Herick	Geniş(n)	3	293

Van Herick yönteminin dar açıları tespit etmesindeki duyarlılığı (sensitivite) %80,0 (CI 0,614-0,889), özgüllüğü (spesivite) %99,3 (CI 0,984-0,998) bulundu.

Pentacam ile ölçülen ÖKA değerleri Shaffer sistemine uyarlanarak gonyoskopi sonuçları ile karşılaştırıldı.

Tablo 4.5. Gonyoskopi ve Pentacam'e göre dar açılı gözlerin sayıları.

		Gonyoskopi	
		Dar(n)	Geniş(n)
Pentacam	Dar(n)	8	0
	Geniş(n)	7	295

Gonyoskopi ile dar açılı olduğu tespit edilen 15 gözün 8'i pentacam ile dar açılı, 7'si geniş açılı olarak görüldü. Gonyoskopide geniş açılı olarak değerlendirilip Pentacam'de dar açılı olarak tespit edilen göz yoktu. Gonyoskopide geniş açılı olarak değerlendirilen 295 göz Pentacam'de de geniş açılı olarak değerlendirildi.

Buna göre 20° sınır olarak alındığında Pentacam'in dar açılı gözleri tespit etmesindeki duyarlılığı (sensitivite) %53,3, özgüllüğü (spesifite) %100 olarak tespit edildi.

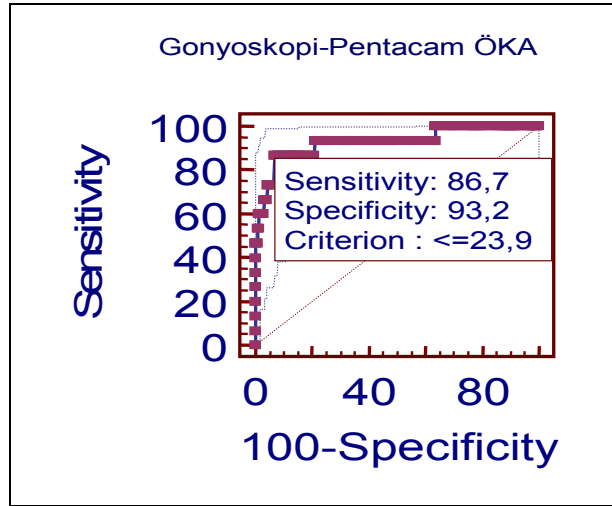
Gonyoskopik muayene ile Pentacam açı ölçümleri arasındaki korelasyona bakıldığında aralarında anlamlı ilişki görüldü ( $r=0,391$ ,  $p<0,001$ ).

Gonyoskopik açı dereceleri (dar-geniş açı) referans alınarak Pentacam ÖKD, ÖKH ve ÖKA ROC eğrileri oluşturuldu.

Tablo 4.6. Gonyoskopi referans alınarak oluşturulan Pentacam ÖKD, ÖKH ve ÖKA ROC eğrisi analizleri.

	Kriter Değer	Duyarlılık (%95 CI)	Özgüllük (%95 CI)	LR+ (%95 CI)	LR- (%95 CI)	PPV (%95 CI)	NPV (%95 CI)	AUC	SE	%95 CI
<b>ÖKD</b>	2,31 mm	%86,7 (59,5-98,3)	%82,7 (77,9-86,8)	5,01 (4,1-6,2)	0,16 (0,04-0,6)	20,3 (11,3-32,2)	99,2 (97,1-99,9)	0,863	0,072	0,820-0,899
<b>ÖKH</b>	102 mm3	%86,7 (59,5-98,3)	%82,4 (77,5-86,5)	4,92 (4,0-6,0)	0,16 (0,04-0,6)	20 (11,0-31,9)	99,2 (97,1-99,9)	0,882	0,056	0,841-0,916
<b>ÖKA</b>	23,9°	%86,7 (59,5-98,3)	%93,2 (89,7-95,8)	%12,8 (10,5-15,6)	0,14 (0,04-0,6)	39,4 (22,9-57,9)	99,3 (97,4-99,9)	0,928	0,043	0,893-0,954

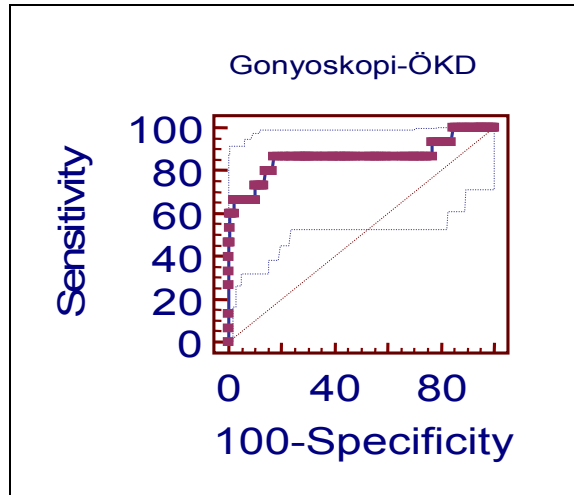
Dar açıları tahmin etmek için gonyoskopi referans alınarak Pentacam ÖKA ölçümünün ROC eğrisi oluşturuldu. Buna göre dar açılı gözleri tahmin etmek için kriter değeri 23,9° olarak bulundu.



Şekil 4.1. Pentacam ÖKA ROC eğrisi.

Bu kriter değer kullanıldığında Pentacam ÖKA ölçümünün dar açılı gözleri tahmin etmesindeki duyarlılığı %86,7 (CI 59,5-98,3) olarak bulunurken özgüllüğü %93,2 (CI 89,7-95,8) olarak bulundu. Pentacam ÖKA ROC eğrisi şekil 4.1’de gösterilmiştir.

Dar açılı tahmin etmek için gonyoskopi referans alınarak Pentacam ÖKD ölçümünün ROC eğrisi oluşturulduğunda kriter değeri 2,31 mm olarak bulundu.



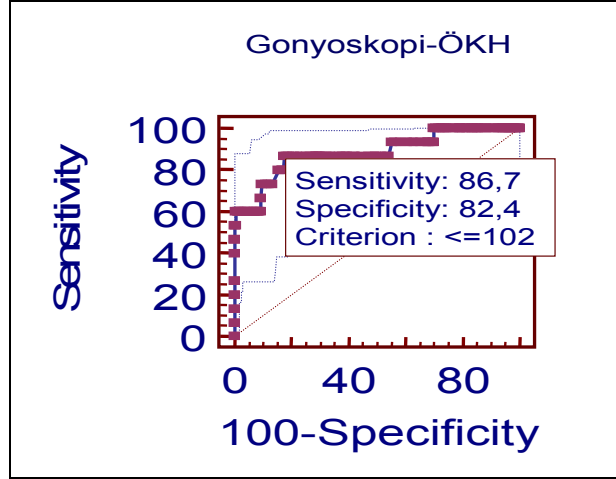
Şekil 4.2. Pentacam ÖKD ROC eğrisi.

Bu kriter değer kullanıldığında Pentacam ÖKD ölçümünün dar açılı gözleri tahmin etmesindeki duyarlılığı %86,7 (CI 59,5-98,3) olarak bulunurken özgüllüğü



%82,7 (CI 77,9-86,8) olarak bulundu. Pentacam ÖKD ROC eğrisi şekil 4.2’de gösterilmiştir.

Dar açıları tahmin etmek için gonyoskopi referans alınarak Pentacam ÖKH ölçümünün ROC eğrisi oluşturulduğunda ise kriter değeri 102 mm<sup>3</sup> olarak bulundu.



Şekil 4.3. Pentacam ÖKH ROC eğrisi.

Bu kriter değeri kullanıldığında Pentacam ÖKH ölçümünün dar açılı gözleri tahmin etmesindeki duyarlılığı %86,7 (CI 59,5-98,3) olarak bulunurken özgüllüğü %82,4 (CI 77,5-86,5) olarak bulundu. Pentacam ÖKH ROC eğrisi şekil 4.3’de gösterilmiştir.

Gonyoskopi muayenesine göre dar açılı ve geniş açılı olarak tespit edilen gözlerin Pentacam ile ölçülen ÖKD, ÖKH ve ÖKA’ları karşılaştırıldı.

Tablo 4.7. Dar ve geniş açılı gözlerin ÖKD, ÖKH ve ÖKA değerleri.

	Dar açılı (Shaffer 0-2)	Geniş açılı (Shaffer 3-4)	P değeri
ÖKD (mm)	1,95±0,49	2,63±0,33	p<0,001
ÖKH (mm <sup>3</sup> )	81,20±29,84	133,04±3,99	p<0,001
ÖKA (Derece)	21,41±5,25	32,75±5,23	p<0,001

Dar açılı gözlerin ort. ÖKD (1,95 mm  $\pm$ 0,49) ile geniş açılı gözlerin ort. ÖKD (2,63 mm  $\pm$ 0,33) arasında anlamlı fark görüldü( $p<0,001$ ).

Dar açılı gözlerin ort. ÖKH (81,20 mm<sup>3</sup> $\pm$ 29,84) ile geniş açılı gözlerin ort. ÖKH (81,20 mm<sup>3</sup> $\pm$ 29,84) arasında anlamlı fark görüldü( $p<0,001$ ).

Dar açılı gözlerin ort. ÖKA (21,41° $\pm$ 5,25) ile geniş açılı gözlerin ort. ÖKA (32,75° $\pm$ 5,23) arasında anlamlı fark görüldü( $p<0,001$ ).

Dar açılı gözlerin daha çok yaşlı bireylerde görülmesi nedeni ile (plato iris, sekonder kapalı açılı glokomlar vb. hariç) dar açılı ve geniş açılı gözlerin yaşlara göre dağılımı karşılaştırıldı.

Tablo 4.8. Dar açılı ve geniş açılı gözlerin ortalama yaşları.

	Dar açılı (Shaffer 0-2)	Geniş açılı (Shaffer 3-4)	P değeri
Ort. yaş	62,67 $\pm$ 11,46	53,90 $\pm$ 9,24	$p<0,01$

Dar açılı gözlerin ort. yaşları (62,67 $\pm$ 11,46) geniş açılı gözlerin ort. yaşlarından (53,90 $\pm$ 9,24) anlamlı olarak daha yüksek bulundu( $p<0,01$ ).

Ayrıca yaş ile Pentacam ile ölçülen ÖKD, ÖKH ve ÖKA'nın ilişkisi araştırıldı.

Tablo 4.9. Yaş ve Pentacam ile ölçülen ÖKD, ÖKH ve ÖKA'nın ilişkisi.

Yaş-ÖKD	$r=-0,314$	$p<0,01$
Yaş-ÖKH	$r=-0,305$	$p<0,001$
Yaş-ÖKA	$r=-0,303$	$p<0,001$

Yaş ile ÖKD arasında negatif anlamlı korelasyon bulundu( $r=-0,314$ ,  $p<0,01$ ).

Yaş ile ÖKH arasında negatif anlamlı korelasyon bulundu( $r=-0,305$ ,  $p<0,001$ ).

Yaş ile ÖKA arasında negatif anlamlı korelasyon bulundu( $r=-0,303$ ,  $p<0,001$ ).

Pentacam ile ölçülen ve dar açılı glokomlarda önemi olan ÖKD, ÖKH ve ÖKA'nın kendi aralarındaki ilişkisi araştırıldı.

Tablo 4.10. Pentacam ile ölçülen ÖKD, ÖKH ve ÖKA'nın korelasyon analizi.

ÖKD-ÖKH	r=0,934	p<0,001
ÖKD-ÖKA	r=0,761	p<0,001
ÖKH-ÖKA	r=0,715	p<0,001

Her üç parametrenin kendi aralarında anlamlı ilişki gösterdiği tespit edildi.(Tablo 4.10)

Tüm olguların UP ile yapılan SKK ölçümlerinin sağ-sol göz ve cinsiyete göre dağılımları tablo 4.11'de gösterilmiştir.

Tablo 4.11. UP ile yapılan SKK ölçümlerinin sağ-sol göz ve cinsiyete göre dağılımları.

	Göz	Kadın	Erkek	P değeri	Genel Ort.
UP SKK ( $\mu\text{m}$ )	Sağ	546,34 $\pm$ 34,30	543,81 $\pm$ 34,39		
	Sol	547,01 $\pm$ 34,70	542,81 $\pm$ 34,04		
	P değeri	p>0,05	p>0,05		
	İki göz	546,67 $\pm$ 34,46	543,31 $\pm$ 34,07	p>0,05	545,44 $\pm$ 34,30 (445-648)

Ultrason pakimetre ile yapılan SKK ölçümlerinde hem kadınlar hem de erkeklerde sağ-sol gözler arasında anlamlı fark görülmedi.

UP ile yapılan SKK ölçümlerinde kadınlarda ort. 546,67 $\pm$ 34,46 $\mu\text{m}$  bulunurken erkeklerde ort. 543,31 $\pm$ 34,07 $\mu\text{m}$  olarak bulundu. Her iki cins arasında UP ile yapılan ort. SKK açısından anlamlı fark yoktu(p<0,05).

Olguların UP ve Pentacam ile ölçülen SKK'ları tablo 4.12'de gösterilmiştir.

Tablo 4.12. SKK'nın UP ve Pentacam değerleri.

	Sağ göz	Sol göz	P değeri	Genel ort.
UP	545,41 $\mu\text{m}\pm 34,30$	545,46 $\mu\text{m}\pm 34,41$	p>0,05	545,44 $\mu\text{m}\pm 34,30$ (445-648)
Pentacam	536,84 $\mu\text{m}\pm 31,89$	537,70 $\mu\text{m}\pm 32,91$	p>0,05	537,27 $\mu\text{m}\pm 32,36$ (441-643)
P değeri				p>0,05

SKK ölçümünde UP (545,44 $\mu\text{m}\pm 34,30$ ) ve Pentacam (537,27 $\mu\text{m}\pm 32,36$ ) arasında anlamlı fark görülmedi(p>0,05).

Ayrıca her iki yöntemle de sağ ve sol göz SKK'ları arasında anlamlı fark görülmedi.

## 5.TARTIŞMA

Primer aç ı kapanması glokomu (PAKG) dünya çapında k rl ğ n en önemli sebeplerinden biridir. Aı kapanmasının erken teşhisi ve tedavisi g örme prognozunu anlamlı ölçüde etkiler. Akut primer açı kapanması olan g özlerin profilaktik lazer periferel iridotomiden fayda g rd ğ  ve akut aı kapanma riskini azalttığ ı çeşitli çalışmalarda g sterilmiştir(4).

Açı kapanması riski taşıyan g özlerin tanımlanmasında altın standart y ntem gonyoskopidir. Ancak gonyoskopi muayenesi yapmak nispeten zordur, hastaya rahatsızlık verebilir. Ayrıca gonyoskopi muayenesi yapmak tecr be gerektirir, subjektif bir y ntemdir ve b y k ölçüde g zlemciler arası farklı sonuçlar olabilir. Aı kapanmasının erken ve doğ ru tanısının yapılabilmesi için ön kamara açısını değ erlendirmede daha objektif ve tekrarlanabilir y ntemlere ihtiyaç duyulmuştur.

SKK lm nde altın standart y ntem ultrason pakimetridir. Fakat kontakt olması, lokal anestezi gerektirmesi, korneal abrazyon ve enfeksiyon riski taşması dezavantajlarıdır. Kornea kalınlığ ı periferde doğ ru gidildikçe arttığ ından UP probunun farklı noktalarda teması ölçüm hatalarına da neden olabilecektir.

Pentacam ile Scheimpflug g r nt leme minimal deneyim gerektirmesi, nonkontakt olması, otomatik tarama başlatması, ön kamara yapılarını tek ya da birkaç kesitte değ il 50 kesitte inceleyerek 3 boyutlu analiz yapması gibi nedenlerden dolayı diğ er y ntemlere st nl k sağ lamaktadır. Ayrıca glokom hastalığ ının tanı ve tedavisinde çok önemli olan KA, KD, KH, SKK gibi birçok parametreyi tek çekimde vermesi diğ er önemli avantajıdır. Ancak Pentacam ile aı yapıları detaylı g r nt lenemez ve yine gonyoskopi ile nispeten d ř k korelasyon g sterirler(32).

Çalışmamızda dar açıları tanımlayabilmek için kullanılabilen bir y ntem olan Van Herick y ntemi ile limbal ön kamara derinlik ölçüm  de kullanıldı. Bu y ntemin dar açıları tespit etmesindeki duyarlılığ ı %80,0 (CI 0,614-0,889), zg ll ğ  %99,3 (CI 0,984-0,998) olarak bulundu.

Baskaran ve ark.'nın yaptığ ı çalışmada(33) Van Herick y ntemi modifiye edilmiş, SPAC ve gonyoskopik muayene sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Dar açılarda  $VH \leq \%25$  kriter değ eri alındığ ında duyarlılığ ı %84.9 ve zg ll ğ  %89.6 olarak bulunmuştur.

Nolan ve ark.'nın(34) 1090 kişi ile yaptığı çalışmada ise periferik ve santral ön kamara derinlikleri ile otorefraksiyonun dar açıları tanımlayabilmesindeki etkinlikleri değerlendirilmiştir. Kriter değeri  $\leq 15$  periferik kornea kalınlığı alındığında limbal ön kamara derinliği ölçümünün dar açıları tanımlamadaki duyarlılığı 83% (95% CI 80.7, 85.2) ve özgüllüğü 88.1% (95% CI 86.2, 90) olarak bulunmuştur. Ayrıca belirtilen yöntemler içerisinde performansı en iyi yöntemin limbal ön kamara derinliği ölçümü olduğu bildirilmiştir.

Her iki çalışmada elde edilen sonuçların bizim çalışmamızla uyumlu olduğu görülmektedir. Limbal ön kamara derinliği ölçümünün biyomikroskopik muayene dışında başka bir cihaz gerektirmemesi, hızlı uygulanabilir olması, nonkontakt olması ve duyarlılık ve özgüllüğünün iyi olması nedeniyle dar açıları tanımlamada tarama yöntemi olarak kullanılabilmesi görülmektedir.

Çalışmamızda gonyoskopide dar açılı olduğu tespit edilen 15 gözün 8'i Pentacam ile dar açılı görülürken, 7'sinde geniş açılı görülmüştür. Çalışmamızda Pentacam'in dar açıları tanımlamasındaki duyarlılığı %53,3 olarak tespit edilirken özgüllüğü ise %100 olarak tespit edilmiştir. Pentacam ile açı değerlendirmesinde  $20^\circ$  sınır alındığında dar açılı bazı gözler hatalı olarak geniş açılı olarak tespit edilebilir. Pentacam ÖKA ROC eğrisi oluşturulduğunda ise kriter değeri  $23,9^\circ$  olarak bulundu. Bu değer kullanıldığında ise Pentacam ÖKA ölçümünün dar açılı gözleri tahmin etmesindeki duyarlılığı %86,7 (CI 59,5-98,3) olarak bulunurken özgüllüğü %93,2 (CI 89,7-95,8) olarak bulundu.  $20^\circ$  dar açı sınırı olarak alındığında Pentacam'in dar açıları tanımlamasındaki duyarlılığı düşük olmaktadır,  $23,9^\circ$  alındığında ise nispeten yüksek bir duyarlılık elde edilmektedir. Bu nedenle dar açıları tanımlamada Pentacam ile yapılan ölçümlerde  $25^\circ$ 'nin altındaki açılara dar açılı şüphesi ile yaklaşmak gerekebilir.

Kurita ve ark.'ın yaptıkları çalışmada(35) (39 hastanın 72 gözü; açık açılı glokomlu 9 hastanın 16 gözü, primer açı kapanması veya primer açı kapanması şüphesi olan 23 hastanın 42 gözü, 7 normal kişinin 14 gözü, 36 sağ ve 36 sol göz) Pentacam ile elde edilen ÖKA ölçümleri, gonyoskopi ile belirlenen Shaffer sistemiyle anlamlı ölçüde korelasyon göstermiştir ( $r=0.65$ ,  $P<0.001$ ). Bizim çalışmamızda bu korelasyon oranı ( $r=0,391$ ,  $p<0,001$ ) olarak tespit edildi. Bu çalışma da bizim çalışmamızla aynı doğrultuda Pentacam ile gonyoskopik açı

değerlendirmesi arasında mükemmel olmayan fakat nispeten kabul edilebilecek bir ilişki olduğunu göstermektedir. Bizim çalışmamızla bu çalışma arasındaki korelasyon değerlerinin farklı olmasının kişisel ölçüm farklarından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Alonso ve ark.'ın(36) 74 hastanın 112 gözü ile yaptıkları çalışmada gonyoskopi muayenesinde 74 göz (%60,07) açık açılı (Shaffer derece 3ve 4), 38 göz (%33,93)dar açılı (Shaffer derece 1ve 2)olarak değerlendirilmiştir. Pentacam ile geniş ve dar açıları ayırmada 20° sınır alındığında duyarlılık %52,6, özgüllük %100 olarak bulunmuştur. Bu çalışmada elde edilen sonuç ile bizim sonuçlarımız (duyarlılığı %53,3, özgüllüğü %100) benzer olup Pentacam'in dar açıları tespit etmesindeki duyarlılığı nispeten düşük, özgüllüğü ise %100 olarak bulunmuştur.

Pozitif açı kapanması hikayesi, yaş, kadın cinsiyet, psödoeksfoliyasyon, hipermetropi ve ırksal grupların PAKG için risk faktörü olarak kabul edildiği bilinmektedir(15). Bunların dışında ÖKD ve ÖKH' nin ön kamara açısı ile olan yakın ilişkisi güncel yayınlarda ortaya konulmaktadır(36,37).

Çalışmamızda Pentacam ile ölçülen ÖKA ile ÖKD ve ÖKH arasında pozitif anlamlı korelasyon tespit edildi (ÖKD için  $r=0,761$ ,  $p<0,001$ , ÖKH için  $r=0,715$ ,  $p<0,001$ ). Ayrıca gonyoskopi muayenesinde dar açı (Shaffer derece $\leq$ 2) tanısı konulanlar ile geniş açı (Shaffer derece 3 ve 4) tanısı konulanlar arasında hem ÖKD açısından hem de ÖKH açısından anlamlı fark tespit edildi. Dar açılıya sahip gözlerde hem ÖKH hem de ÖKD daha düşük bulundu.

Alonso ve ark.'nın yaptığı çalışmada(36) Shaffer derecelendirmeye göre dar açılı gözlerde ortalama ön kamara hacmi  $90\pm 25\text{mm}^3$ , geniş açılı gözlerde ortalama  $193\pm 36\text{mm}^3$  bulunmuş ve aralarında istatistiksel anlamlı fark tespit edilmiştir. ( $p<0,001$ ). Dar açılı gözlerde ortalama ön kamara derinliği  $1,55\pm 0,64\text{mm}$ , geniş açılı gözlerde ise  $3,09\pm 0,42\text{mm}$  bulunmuş ve aralarında istatistiksel anlamlı fark tespit edilmiştir. ( $p<0,001$ ).

Kurita ve ark.'ın yaptıkları çalışmada(35) gonyoskopi muayenesi yaptıkları 72 gözde Shaffer evrelemesi ile ÖKD ( $r=0,85$  ve  $p<0,001$ ) ve ÖKH ( $r=0,81$ ve  $p<0,001$ ) arasında anlamlı korelasyon tespit etmişlerdir.

Yine Georger ve ark.'ın(37) 143'ü kapanabilir ve 22'si kapalı açılı olan 2850 kişi ile yaptıkları çalışmada ön kamara derinliği kapanabilir açılı hastalarda

2.53(0,26) mm, kapalı açılı glokomlu hastalarda ise 2.63(0,39) mm bulunmuş olup normal gruba (3,00(0,30) mm) göre daha sığ tespit edilmiştir. ( $p<0,001$ ). Bu çalışmalarda varılan sonuçlar bizim çalışmamıza paralel olarak ÖKA dar olan gözlerde ÖKH ve ÖKD değerlerinin de düşük olacağını göstermektedir. Bu parametrelere bakılarak ÖKA'nın genişliği hakkında tahminde bulunulabilir.

Fu ve ark.'ın çalışmasında(38) 50 sağlıklı gözün SKK'ları, ÖKD'leri ve ÖKH'leri Pentacam ve Ön Segment OKT ile ölçülmüştür. Pentacam ölçümlerinin güvenilir olduğu fakat Ön Segment OKT ile uyumlarının yeterli olmadığı sonucuna varmışlardır. Bizim çalışmamızda ÖKD ve ÖKH başka cihazlarla ölçülmedi. Fakat söz konusu çalışmada Pentacam ölçümlerinin güvenilir olduğu belirtilmektedir. Bu da tarama amacıyla kullanılacak yöntemler arasında Pentacam'i daha avantajlı duruma getirmektedir.

PAKG için risk faktörü olarak kabul edilen yaş ile ön kamara parametrelerinin ilişkisine bakıldığında Pentacam ile yapılan ölçümlerde yaş ile ÖKA, ÖKD ve ÖKH arasında negatif anlamlı korelasyon olduğu görüldü(yaş ile ÖKD arasında  $r=-0,314$ ,  $p<0,01$ , yaş ile ÖKH arasında  $r=-0,305$ ,  $p<0,001$ , yaş ile ÖKA arasında  $r=-0,303$ ,  $p<0,001$ ). Gonyoskopide dar açılı tespit edilenlerde ortalama yaş anlamlı olarak daha büyük bulundu. Yani yaşlandıkça ÖKA daralmakta, ÖKD ve ÖKH azalmaktadır, bunlara bağlı olarak glokom riskinin arttığı söylenebilir.

Yine bir diğer risk faktörü olarak kabul edilen kadın cinsiyet göz önüne alındığında kadınlarda ortalama ÖKD (kadınlarda  $2,55\text{mm}\pm 0,38$ , erkeklerde  $2,69\text{mm}\pm 0,34$ ,  $p<0,01$ ) ve ortalama ÖKH (kadınlarda  $124,59\text{mm}^3\pm 32,13$ , erkeklerde  $140,75\pm 31,64$ ,  $p<0,001$ ) anlamlı düzeyde daha düşük bulundu. Ortalama açı derecesi ise anlamlı derecede olmasa da kadınlarda daha düşük idi. Gonyoskopide dar açılı tespit edilen göz oranı kadınlarda anlamlı düzeyde olmasa da daha yüksek idi.

Bizim çalışmamıza benzer olarak Emre ve ark.'ın yaptıkları çalışmada(39) yaşın ÖKA, ÖKD ve ÖKH üzerine negatif etkisinin olduğu görülmüştür. Bizim çalışmamızdan farklı olarak bu çalışmada cinsiyetler arasında bu parametreler açısından fark görülmemiştir. Kadınlar ve erkekler arasındaki ÖKD ve ÖKH değerlerinin farklı olmasında lens kalınlığı ve iris hacmi gibi faktörlerin etkisi



olabilir. Çalışmamızda bu faktörler ölçülmedi, bu etkenler başka bir çalışmada araştırılabilir.

Yine benzer olarak Friedman ve ark.'nın yaptığı çalışmada(32) ÖKA'nın kadınlarda erkeklerden daha dar olduğu ve yaşlı bireylerin daha dar açıya sahip oldukları bildirilmiştir.

Chen ve ark. yaptıkları çalışmada(40) 42 sağlıklı göze ait ön kamara açılarını Nidek EAS 100 Scheimpflug kamera ile değerlendirmişler. Yaş ile ÖKA arasında anlamlı negatif korelasyon tespit etmişlerdir. Yaş eşleştirilmiş karşılaştırmada açı darlığının kadınlarda erkeklerden daha fazla olduğunu ve açıdaki daralmanın kadınlarda daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmanın sonuçları bizim çalışmamızla benzerlik göstermektedir. Kadınlarda ve yaşlı bireylerde ÖKA daralmaktadır. Yaşlanmayla beraber lens kalınlığının arttığı, zonüllerin gevşemesine bağlı lensin öne doğru geldiği ve bunlara bağlı olarak ÖKA'nın daraldığı, ÖKD ve ÖKH'nin azaldığı tahmin edilmektedir.

GİB ölçümünün altın standart yöntemi GAT yöntemidir. OHT çalışmasında oküler hipertansiyonu olan olgularda, başlangıçtaki GİB yüksekliği ve SKK değerlerinin PAAG gelişme olasılığını gösteren önemli birer risk faktörü olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca SKK ve GİB arasında güçlü bir korelasyon varlığı (ince kornea düşük GİB, kalın kornea yüksek GİB) ve SKK da normalden farklı her 40µm için PAAG gelişme riskinde (rölatif risk) 1.71 oranında artış olduğu gösterilmiştir(6). Bu bulgular gösteriyor ki glokomun tanısı ve takibi için GİB ölçümünün yorumlanmasında SKK'nın önemi artmaktadır.

Çalışmamızda Pentacam'in santral kornea kalınlığını ultrason pakimetreden ortalama 8,17 µm daha ince ölçtüğünü, fakat aralarındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını tespit ettik.

Gonzales ve ark.(41) 22 sağlıklı göz ile yaptıkları çalışmada Paxis UP, Topcon SP-3000 speküler mikroskop, Pentacam ve Orbscan II'yi karşılaştırmışlar. SKK ölçümünde Pentacam hariç diğer optik yöntemlerin UP'den farklı sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir.

Sedaghat ve ark.'ın çalışmasında(42) 157 sağlıklı gözün SKK'ları UP, dönen Scheimpflug kamera ve tarayıcı slit topografi ile değerlendirilmiş ve normal

kornealarda SKK ölçümünde dönen Scheimpflug kamera ölçümlerinin UP ile yüksek uyumluluk gösterdiği belirtilmiştir.

Benzer olarak Amano ve ark.'ın yaptığı çalışmada(43) 54 sağlıklı göze ait SKK'ları UP, scheimpflug kamera ve tarayıcı slit topografi ile ölçülmüş ortalama değerler arasında anlamlı fark görülmemiştir (sırasıyla  $545\pm 31.3\mu\text{m}$ ,  $538\pm 31.3\mu\text{m}$ ,  $541\pm 40.7\mu\text{m}$ ). Pentacam ile yapılan SKK ölçümlerinin altın standart yöntem olan UP ile uyumlu sonuçlar vermesi çalışmamızı desteklemektedir.

Chen ve ark.'ın çalışmasında(44) 35 sağlıklı gözde SKK'ları UP, HR dönen Scheimpflug görüntüleme ve Fourier-domain optik koherens tomografi (FD-OKT) ile ölçülerek karşılaştırılmıştır. Ortalama tekrarlanabilirlik katsayısı Scheimpflug için %0,48 ve FD-OKT için %0,26 bulunmuştur. Gözlemciler arası güvenilirlik Scheimpflug için %0,87 ve FD-OKT için %0,45 bulunmuştur. SKK ölçümleri açısından UP ( $516,5 \pm 27,6\mu\text{m}$ ), Scheimpflug ( $521,7\pm 27,6\mu\text{m}$ ) ve FD-OKT ( $510,8\pm 28,6\mu\text{m}$ ) arasında istatistiksel anlamlı fark tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışmada bizim sonucumuzdan farklı olarak ort.SKK açısından Pentacam ile UP arasında anlamlı fark tespit edilmiştir. Fakat tekrarlanabilirlik katsayısı ve gözlemciler arası güvenilirlik FD OKT'ye nazaran Pentacam'de daha yüksek bulunmuştur.

Yine Lackner ve ark.'ın(45) 30 sağlıklı gözde SKK'larını UP, Pentacam ve Orbscan ile ölçtükleri çalışmalarında Pentacam ile yapılan SKK ölçümlerinin Orbscan'e göre değişkenliğinin daha az ve UP ölçümlerine daha yakın olduğunu bildirmişlerdir. Pentacam ile gözlemciler arası güvenilirliğin diğer üç yöntemden daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Bir başka çalışmada 46 olgunun 92 gözüne ait SKK'ları UP ve dual Scheimpflug yöntem ile ölçülmüş gözlemci içi tekrarlanabilirlik ve gözlemciler arası güvenilirliğin çok iyi olduğu bildirilmiştir(46). Pentacam'in gözlemci içi tekrarlanabilirliğinin ve gözlemciler arası güvenilirliğinin yüksek olması ona tarama yöntemi olarak kullanılmasında diğer yöntemlere göre üstünlük sağlar.

Barkana ve ark.'ları(47) yaptıkları çalışmada SKK ölçümünde Pentacam Scheimpflug görüntüleme sistemi, optik düşük koherens reflektometri pakimetre ve UP'yi karşılaştırmışlar. Pentacam ile UP arasında  $6,09 \mu\text{m}$ , Pentacam ile optik düşük koherens reflektometri pakimetre arasında  $1,7 \mu\text{m}$  fark bulmuşlar. SKK'nın objektif

ve nonkontakt ölçümünde Pentacam ile optik düşük koherens reflektometri pakimetrenin uygun olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen sonuç bizim sonuçlarımız ile uyumlu olup Pentacam ile ölçülen SKK değerlerinin UP ile ölçülenden istatistiksel olarak farklı olmadığını göstermektedir.

## 6.SONUÇ ve ÖNERİLER

Gonyoskopi her ne kadar ÖKA'nın değerlendirilmesinde altın standart yöntem olsa da tecrübe gerektirmesi, kontakt olması, hastaya rahatsızlık vermesi ve subjektif bir yöntem olması nedeni ile dar açıları tanımlamada tarama yöntemi olmaktan uzaktır. Yeni geliştirilen yöntemler dar açıları taramada gonyoskopiye alternatif olabilirler.

Çalışmamızda Pentacam HR cihazı ile yapılan ön kamara parametreleri ölçümleri, gonyoskopik muayene ve ultrason pakimetre ile yapılan SKK ölçümleri ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca dar açıları tanımlayabilmede VH yönteminin etkinliği, ÖKH ve ÖKD'nin ÖKA ile olan ilişkisi değerlendirilmiştir.

Van Herick yöntemi ile LÖKD ölçümünün dar açıları tahmin etmedeki duyarlılığı %80,0 ve özgüllüğü ise %99,3 bulunmuştur.

20° altındaki ölçümleri dar açı olarak ele aldığımızda Pentacam'in dar açıları tanımlamada duyarlılığı %53,3, özgüllüğü %100 olarak tespit edildi.

Pentacam'e göre 23,9° açı genişliği kriter olarak ele alındığında ise Pentacam'in dar açıları tanımlamada duyarlılığı %86,7 (CI 59,5-98,3) olarak bulunurken özgüllüğü %93,2 (CI 89,7-95,8) olarak bulundu.

ÖKH için kriter değer 102 mm<sup>3</sup> bulundu ve buna göre Pentacam'in ÖKH'ni kullanarak dar açıları belirlemede duyarlılığı % 86,7 bulunurken özgüllüğü %82,4 olarak bulundu.

ÖKD için analiz yapıldığında kriter değeri 2,3 mm bulunurken duyarlılığı % 86,7 (CI %95 59,5-98,3) ve özgüllüğü %82,7 (%95 CI 77,9 - 86,8) olarak tespit edildi.

Pentacam'in dar açıları tanımasında ÖKA'nın sentivitesi daha düşük olmasına rağmen beraberinde ÖKH ve ÖKD'nin kriter değerleri kullanıldığında kabul edilebilir seviyede duyarlılık ve özgüllük elde edilebilmektedir. ÖKA'nın yanı sıra Pentacam ile ölçülen bu parametreler de ilerde dar açıları taramada kullanılabilirler. Fakat bu değerlerin populasyon bazlı çalışmalarda kanıtlanabilmesi gerekir.

Pentacam ile yapılan SKK ölçümlerimiz standart yöntem olan ultrason pakimetre yönteminden ortalama 8,17  $\mu\text{m}$  daha ince bulunmuştur. Fakat aralarında istatistiksel anlamlı fark bulunmamıştır.

Santral kornea kalınlığını ölçmede Pentacam HR<sup>®</sup> ultrason pakimetre yerine kullanılabilir.

Pentacam HR cihazının kontakt olmayan, birçok parametreyi tek ölçüm ile eden, kullanımı kolay ve ölçüm süresi kısa olan bir yöntem olması nedeniyle glokom hastalarının tanısında, takibinde ve ayrıca dar açılı hastaların taranmasında kullanılabilir bir cihaz olduğu görülmektedir.

## KAYNAKLAR

1. Foster PJ, Johnson GJ: Glaucoma in China: how big is the problem? *Br J Ophthalmol* 2001.85:1277-82.
2. Quigley HA, Broman AT: The number of persons with glaucoma worldwide in 2010 and 2020. *Br J Ophthalmol* 2006.90:262-7.
3. Resnikoff S, Pascolini D, Etya'ale D, et al: Global data on visual impairment in the year 2002. *Bull World Health Organ* 2004.82:844-51.
4. Ang LP, Aung T, Chew PT. Acute primary angle closure in an Asian population: long-term outcome of the fellow eye after prophylactic laser peripheral iridotomy. *Ophthalmology* 2000; 107: 2092–6.
5. Narayanaswamy A, Vijaya L, Shantha B. et al. Anterior Chamber Angle Assessment Using Gonioscopy and Ultrasound Biomicroscopy *Jpn J Ophthalmol* 2004;48:44–49
6. Gordon The Ocular Hypertension Treatment Study. Baseline factors that predict the onset of primary open angle glaucoma. *Arch Ophthalmol.* 2002;120:714-720.
7. Fine BS, Yanoff M, *Ocular Histology*; 2nd ed. Hagerstown: Harper Row Publisher Inc. 1979;163-168.
8. Nishida T. Basic Science. Cornea, sklera and ocular adnexia anatomy, Biochemistry, Phisiology and biomechanics. Krachmer HJ, Mannis JM, Holland JE. (eds). *Cornea. Second Edition.* Philadelphia: Mosby 2005:3–43.
9. Nishida T. *Cornea.* Krachmer JH, Mannis MJ, Holland EJ (Eds.). *Cornea. Volume 1.* 2nd ed. Philadelphia: Elsevier Inc. 2005;3-22.
10. Özçetin H. *Klinik Göz Hastalıkları*; İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi. 2003:39–102.
11. Kanski J.J. *Clinical Ophthalmology.* 4th ed. Windsor: Butterworth-Heinemann;1999.p.183-262
12. Garvay A, Foster P, Hitchings R. Primary glaucoma. In: Spalton DJ, Hitchings R, Hunter P, editors. *Atlas Of Clinical Ophthalmology.* 3 rd ed. Mosby; 2005. p.187-220

13. Guyton AC, Hall JE. Textbook of Medical Physiology 11th edition. Sanders; 2010.p.613-625.
14. Krupin T, Civan MM. Physiologic basis of aqueous humor formation. In: Ritch R, Shields MB, Krupin T, eds. The glaucomas, Vol 1. Basic sciences. St Louis: Mosby; 1996:251-80.
15. Fraser S, Wormald R. Epidemiology of Glaucoma. In: Yanoff M, Duker JS, editors. Ophthalmology 2nd ed. Mosby:2004.p.1413-1417
16. Shields MB. Teextbook of Glaucoma 4th ed. Baltimore: Williams and Wilkins 1998;108-136.
17. Tielsch JM, Sommer A, Katz J, et al. Racial variations in the prevalence of primary open angle glaucoma. JAMA. 1991;266:369-74.
18. See JL. Imaging of the anterior segment in glaucoma. Clinical and Experimental Ophthalmology 2009; 37: 506–513.
19. Quigley HA. Number of people with glaucoma worldwide. Br J Ophthalmol 1996;80:389–93.
20. European glaucoma society. Terminology and guidelines for glaucoma. 1998.p.62-77
21. Friedman DS, Mingguang He. Anterior Chamber Angle Assessment Techniques. Survey of Ophthalmology 2008;53
22. N G Congdon, P J Foster, S Wamsley, et al. Biometric gonioscopy and the effects of age, race, and sex on the anterior chamber angle Br J Ophthalmol 2002 86: 18-22
23. Weinreb NR, Friedman DS: Angle Closure and Angle Closure Glaucoma. The Hague, The Netherlands, Kugler Publications, 2006
24. Sakata L, Lavanya R, Friedman D. et al. Assessment of the sclera spur in anterior segment optical coherence tomography images. Arch Ophthalmol 2008; 126: 181–5.

25. Buehl W, Stojanac D, Sacu S, Drexler W, Findl O: Comparison of three methods of measuring corneal thickness and anterior chamber depth. *Am J Ophthalmol* 2006; 141(1):7–12.
26. Van Herick W, Shaffer RN, Schwartz A: Estimation of width of angle of anterior chamber. Incidence and significance of the narrow angle. *Am J Ophthalmol* 68: 626-9, 1969
27. Whitacre MM, Stein RA, Hassanein K. The effect of corneal thickness on applanation tonometry. *Am J Ophthalmol.*1993;115:592-596.
28. Wolfs RCW, Klaver CCW, Vingerling JR. Distribution of central corneal thickness and its association with intraocular pressure: The Rotterdam Study. *Am J Ophthalmol.* 1997;123:767-772.
29. Liu J, Roberts CJ: Influence of corneal biomechanical properties on intraocular pressure measurement. *J Cataract Refrac Surg* 2005;31:146- 155
30. Doughty M, Zaman M. Human corneal thickness measures: a review and meta-analysis approach. *Surv Ophthalmol.* 2000;44:367-408.
31. Kremer FB, Walton P, Gensheimer G. Determination of corneal thickness using ultrasonic pachymetry. *Ann Ophthalmol.* 1985;17:506-507.
32. Friedman DS, Gazzard G, et al. Age and sex variation in angle findings among normal Chinese subjects: a comparison of UBM, Scheimpflug, and gonioscopic assessment of the anterior chamber angle. *J Glaucoma* 2008;17(1):5-10.
33. Baskaran M, Francis TS, Chan YH, et al. Comparison of the Scanning Peripheral Anterior Chamber Depth Analyzer and the Modified van Herick Grading System in the Assessment of Angle Closure. *Ophthalmology* Vol 114,2007, p. 501-506.
34. Nolan WP, Aung T, Machin D. Et al. Detection of Narrow Angles and Established Angle Closure In Chinese Residents of Singapore: Potential Screening Tests. *Am J Ophthalmol* 2006;141:896–901.
35. Kurita N, Mayama C, Tomidokoro A, Aihara M, Araie M. Potential of the Pentacam in Screening for Primary Angle Closure and Primary Angle Closure Suspect. *J Glaucoma* 2009;18:506–512



36. Alonso RS, Junior A, Junior P, Sakata LM, Ventura MP. Glaucoma anterior chamber morphometry based on optical Scheimpflug images. *Arq Bras Oftalmol.* 2010;73(6):497-500
37. R George, P G Paul, M Baskaran, et al. Ocular biometry in occludable angles and angle closure glaucoma: a population based survey. *Br J Ophthalmol* 2003 87: 399-402
38. Fu J, Wang X, Li S. Comparative study of anterior segment measurement with Pentacam and anterior segment optical coherence tomography. *Can J Ophthalmol.* 2010;45(6):627-31.
39. Emre S,Koç B,Doğanay S. ve ark. Sağlıklı Bireylerde Pentacam ile Elde Edilen Ön Segment Parametreleri Üzerine Yaşın Etkisinin Değerlendirilmesi. *Türk Oft Gaz* 2008;38, 452-458.
40. Chen HB, Kashiwagi K, Yamabayashi S. et al. Anterior chamber angle biometry: quadrant variation, age change and sex difference. *Curr Eye Res.* 1998;17(2):120-4.
41. González-Pérez J, González-Méijome JM, Rodríguez Ares MT, Parafita MÁ. Central corneal thickness measured with three optical devices and ultrasound pachometry. *Eye Contact Lens.* 2011;37(2):66-70.
42. Sedaghat MR, Daneshvar R, Kargozar A, Derakhshan A, Daraei M. Comparison of central corneal thickness measurement using ultrasonic pachymetry, rotating Scheimpflug camera, and scanning-slit topography. *Am J Ophthalmol.* 2010;150(6):780-9.
43. Amano S, Honda N, Amano Y. et.al. Comparison of central corneal thickness measurements by rotating Scheimpflug camera, ultrasonic pachymetry, and scanning-slit corneal topography. *Ophthalmology.* 2006;113(6):937-41.
44. Chen S, Huang J, Wen D. et al. Measurement of central corneal thickness by high-resolution Scheimpflug imaging, Fourier-domain optical coherence tomography and ultrasound pachymetry. *Acta Ophthalmol.* 2010;p.1-7.

45. Lackner B, Schmidinger G. Et al. Repeatability and reproducibility of central corneal thickness measurement with Pentacam, Orbscan, and ultrasound. *Optom Vis Sci.* 2005;82(10):892-9.
46. Ladi JS, Shah NA. Comparison of central corneal thickness measurements with the Galilei dual Scheimpflug analyzer and ultrasound pachymetry. *Indian J Ophthalmol.* 2010;58(5):385-8.
47. Barkana Y, Gerber Y, Elbaz U. et. al. Central corneal thickness measurement with the Pentacam Scheimpflug system, optical low-coherence reflectometry pachymeter, and ultrasound pachymetry. *J Cataract Refract Surg.* 2005;31(9):1729-35.

