

T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
ANKARA NUMUNE EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ
3. GÖZ KLİNİĞİ
Klinik Şefi: Op. Dr. Hikmet Hasripi

PENTACAM SCHEİMPFLUG KAMERA İLE
ÖN KAMARA AÇISININ YAŞ GRUPLARINA VE KADRANLARA GÖRE
İNCELENMESİ

Dr. MUSTAFA KOÇ
(Uzmanlık Tezi)
Tez Danışmanı: Op. Dr. Ahmet Karakurt

Ankara-2009

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ ve AMAÇ	4
2. GENEL BİLGİLER.....	5-45
2.1 Aköz Hümör Dinamiği.....	5
2.1.1 Aköz Hümör Yapımı.....	5
2.1.2 Aköz Hümör Dışa Akımı	8
2.1.2.1 Trabeküler Dışa Akım Yolunun Hücresel Organizasyonu	9
2.1.2.2 Uveoskleral Yolun Hücresel Organizasyonu	12
2.1.2.3 Aköz Hümör'ün Dışa Akım Direncinin Moleküler Mekanizması.....	13
2.1.2.3.1 Trabeküler Ağdaki Direnç.....	13
2.1.2.3.2 Konvansiyonel Olmayan Yoldaki Direnç	15
2.2 Ön Kamara Açısının Muayene Yöntemleri	15
2.2.1 Gonyoskopi	17
2.2.1.1 Direkt Gonyoskopi	18
2.2.1.2 İndirekt Gonyoskopi	19
2.2.1.2.1 İndentasyon Gonyoskopisi	21
2.2.1.3 Normal Açının Gonyoskopik Görünümü.....	22
2.2.1.4 Açı Derecelendirme Sistemleri	24
2.2.1.4.1 Shaffer Tekniği.....	24
2.2.1.4.2 Scheie Tekniği.....	25
2.2.1.4.3 Speath Tekniği	25
2.2.1.4.4 van Herick Tekniği.....	27
2.2.1.5 Gonyoskopik Bulguların Yaş ve Cinsiyete Göre Değişimi	28
2.2.2 Ultrason Biyomikroskopi	28
2.2.3 Pentacam	31
2.2.3.1 Pentacam'ın Değerlendirme Modülleri.....	34
2.2.3.1.1 Scheimpflug Tomografi	34
2.2.3.1.2 Üç Boyutlu Ön Kamara Analizi.....	34
2.2.3.1.3 Pakimetri	35
2.2.3.1.4 Lens Dansitometri	35

2.2.3.1.5 Korneal Topografi.....	35
2.2.3.2 Ön Segment Uygulamaları.....	36
2.2.3.2.1 Refraktif Cerrahi Öncesi.....	36
2.2.3.2.2 Keratokonus.....	36
2.2.3.2.3 Göz İçi Lens İmplantasyonu.....	37
2.2.3.2.4 Refraktif Cerrahi Sonrası IOL Gücü Saptanması.....	38
2.2.3.2.5 Glokom Tanısı.....	39
2.2.4 Orbscan II/IIz Ön Segment Analiz Sistemi.....	39
2.2.5 Optik Koherens Tomografi (OKT).....	40
2.2.5.1 Ön Segment OKT.....	41
2.2.5.2 Kullanım Alanları.....	42
2.2.5.2.1 Açık Değerlendirilmesi.....	42
2.2.5.2.2 Refraktif Cerrahi.....	45
2.2.5.2.3 Fakik GİL İmplantasyonu.....	45
2.2.5.2.4 Keratoplasti Sonrası.....	45
2.2.5.2.5 Kornea Patolojileri.....	45
2.2.5.2.6 İris Patolojileri.....	45
2.2.5.2.7 Katarakt Cerrahisi.....	45
3.GEREÇ-YÖNTEM.....	46-47
4. BULGULAR.....	48-60
5.TARTIŞMA.....	61-69
6.SONUÇ.....	70-71
7.ÖZET.....	72-73
8.KAYNAKLAR.....	74-81

1.GİRİŞ VE AMAÇ

Glokom sık görülen, çoğunlukla semptom vermeden sinsi bir şekilde ilerleyen ve körlükle sonuçlanabilen bir göz hastalığıdır. Bu özelliği nedeniyle teşhiste tarama programlarının önemi büyüktür. Tarama programları genelde göz içi basıncı ölçümüne dayanmaktadır. Ancak glokom tanısı için göz içi basıncı seviyesi yeterli olmayıp ileri muayene yöntemleri ve testlerin kullanılması gerekmektedir. Ön kamara açısının muayenesi söz konusu muayene yöntemlerinden biri olup glokom muayenesinin vazgeçilmez basamağıdır. Açık muayenesi sadece glokomun tanısında değil aynı zamanda sınıflandırılmasında ve tedavisinde de çok önemli bir yere sahiptir. Ayrıca Asya ülkeleri gibi kapalı açılı glokomun sık görüldüğü bölgelerde tarama amacıyla da kullanılmaktadır.

Ön kamara açısından gelen ışık ışınları kritik açıdan daha büyük bir açıyla geldiğinden açık direkt bakıyla izlenemez. Bu sorunu aşmak amacıyla başlayan muayene yöntemi arayışları ilk olarak gonyolenslerin geliştirilmesini sağlamış, devamında birçoğu rutin kullanıma girmiş çok sayıda muayene yönteminin keşfi ile sonuçlanmıştır. Bu muayene yöntemlerinden biri de Scheimpflug kamera sistemidir. Sistem dönen kameraları sayesinde açının 360° yapısını göstermekte ve genişliğini derece cinsinden vermektedir.

Bu tez çalışmasında Scheimpflug kamera ile yapılan açı ölçümlerinin yaş gruplarına göre değişimini, kadranlar arasında farklılık olup olmadığını ve açı genişliğinin santral kornea kalınlığı, ön kamara derinliği ve ön kamara hacmi ile ilişkisini araştırmayı amaçladık.

2.GENEL BİLGİLER

2.1 AKÖZ HÜMÖR DİNAMIĞI

Normal bir görme için optik akstaki yapıların saydamlığı önemlidir. Bu saydamlığın sürdürülebilmesi için avasküler yapıdaki lens ve korneanın metabolik açıdan desteklenmesi gerekir. Bu desteğin önemli bir kısmı aköz hümör tarafından sağlanır. Silier cisimden salınan aközün çoğu ön kamaraya geçerek trabeküler ve uveoskleral yolla kan dolaşımına katılır, geriye kalan miktar vitreusa geçerek retina pigment epiteli tarafından emilir. Aköz hümörün bu hareket mekanizmasının devamı oldukça önemlidir. Çünkü aköz sekresyonu ve dışa akımı arasındaki dengesizlik göz içi basıncının artışıyla sonuçlanır. Bu ise progresif optik sinir hasarı ve kalıcı körlüğe neden olabilir (1).

2.1.1 AKÖZ HÜMÖR YAPIMI

Aköz hümörün üretildiği silier cisim önde iris arkada koroid ile devam eden uveal tabakanın orta kısmıdır. Silier kas, silier prosesler, besleyici damarlar ve otonom sinir sisteminden gelen sinir uçlarından oluşur.

Silier kas; Longitudinal lifler, sirküler lifler ve bu iki lif demeti arasında uzanan radial kas liflerinden oluşur. Longitudinal kas lifleri önde skleral mahmuza arkada ise suprakoroidal laminaya yapışırlar. Sirküler kaslar silier cismin ön ve iç kısmını oluşturup limbusta paralel seyrederek. Radial lifler ise longitudinal ve sirküler lifleri birbirine bağlarlar.

Silier prosesler; Aköz hümör sekresyonundan sorumlu fonksiyonel birimdir. Kapiller damarlar, stroma ve epitelden oluşur. Silier cisim kapiller damarları her prosesin merkezinde yer alır. Kapiller damar endotelindeki birleşmiş plazma membranları yalancı por alanları oluşturur ki bu bölgeler artmış permeabilite bölgeleri olabilir. Stroma çok ince bir tabaka halinde kapiller damarları çevreleyerek

silier epitelden ayırır. Yapısında mukopolisakkaridler, proteinler, plazma çözeltisinden oluşan temel madde, az sayıda tip 3 kollojen fibrili, bağ dokusu hücreleri ile kan hücreleri bulunur. Stromayı apikal yüzleri birbirine bakan pigmentli ve pigmentsiz olmak üzere 2 katlı epitel çevreler. Pigmente epitel stromaya yakın olan tarafta bulunur ve stoplazmasında çok sayıda melanin granülü içerir. Bazal membranı ile stromaya bağlanır. İçteki pigmentsiz epitel zonüller ile birleşir. İnternal limittan membran da denilen bazal membranı aköz hümör ile temas halindedir. Pigmentsiz epitelin stoplazmasında çok sayıda mitokondri, iyi gelişmemiş endoplazmik retikulum ve az sayıda ribozom bulunur. Serbest yüzünde çok sayıda yüzey katlantısı mevcuttur. Epitel hücrelerini gerek komşu epitel hücresine gerekse diğer katmandaki epitelyum hücrelerine bağlayan hücreler arası bağlantılar mevcuttur. Pigmente epitelin kendi arasında gap junctionlar fazla sayıdayken pigmentsiz hücrelerin kendi arasında zonula okludensler fazladır. Pigmentsiz hücreler arasındaki zonula okludens bağlantıları orta ve yüksek molekül ağırlıklı maddelere karşı etkili bir bariyer oluştururlar. Bu bariyer kan aköz bariyerinin bir kısmını oluşturur.

Silier cisim damarları; İris ve silier proseslerin beslenmesi major arterial halka ile sağlanır. Ön sililer arterlerin dalları sklerayı perfore edip sililer kas içinde uzun posterior sililer arterlerin dalları ile anastomoz yaparak major arterial halkayı oluşturur. Her sililer cisim major arteryal halkadan anterior ve posterior sililer proses arterioli olmak üzere iki dal alır. Anterior sililer proses arterioli major sililer proseslerin anterior ve marjinal kısımlarını besler. Posterior sililer proses arterioli ise major sililer proseslerin santral, bazal ve posterior kısımlarını, minor sililer proseslerin ise tamamını besler. Anterior ve posterior proses arterioli 3 adet kapiller ağ oluşturur. Birinci kapiller ağ major silier proseslerin ön kısmında, ikinci ağ major proseslerin merkezinde, üçüncü ağ ise major proseslerin arkasında ve minor proseslerde yer alır. Venöz drenaj arterioli takip ederek koroidal venlere olur.

Otonomik innervasyon; Hem sempatik hem de parasempatik sinirler sililer cismini innerve eder. Superior servikal gangliondan çıkan postsinaptik lifler sililer cisime damarlar eşliğinde gelir. Epitelin anatomik innervasyonu gösterilememiştir ancak

katekolaminlerin difüzyonla epitele ulaştıkları ve adrenarjik reseptörleri etkiledikleri düşünülmektedir. Bu reseptörlerin uyarılması aköz sekresyonunu artırır. Parasempatik lifler Edingel-Westphal nükleusundan çıkıp Okülomotor sinir yoluyla silier gangliona gelir. Buradan çıkan postsinaptik lifler silier cisme ulaşırlar. Parasempatik sinir uçlarından salınan asetilkolin silier kastaki kolinerjik reseptörleri uyararak silier kasın kasılmasına neden olur. Silier kasın kasılması trabeküler dışa akım rezistansını azaltır ayrıca uveoskleral dışa akımında etkili olabilir (2).

Aköz hümör silier proseslerden yapılıp arka kamaraya salgılanırken aynı oranda dışa akım yolları ile gözü terk etmektedir. Aköz hümör yapımında başlıca üç mekanizma rol oynamaktadır (3).

- Difüzyon
- Ultrafiltrasyon
- Sekresyon:

Difüzyon yoğunluk farklılığına bağlı olarak yarı geçirgen membranlardan madde geçişidir. Aköz hümör ile iris, lens, vitreus ve silier cisim arasında yağda eriyen maddeler, oksijen , glukoz, karbondioksit, aminoasit, püruvat, ve potasyum değişimi bu yolla olmaktadır. Difüzyon aköz hümör içeriğini etkiler ancak yapımına doğrudan etkisi bulunmamaktadır.

Aköz hümörün asıl yapımı silier proseslerdeki kapiller ağlardan stromaya pasif ultrafiltrasyon ile plazma geçişi, bunu takiben silier epitel hücrelerinden arka kamaraya enerji bağımlı aktif sekresyon ile gerçekleşir. Ultrafiltrasyon ile plazma proteinlerinin yaklaşık %60-70'i kapiller duvarları geçip stromal yatağa ulaşır. Ancak bu zengin protein içerik pigmentless epitel hücreleri arasındaki sıkı bağlantılar nedeniyle aköz hümöre tamamıyla geçememektedir.

Pigmentless epitel hücreleri aköz hümör yapımında ana unsurdur. Epiteldeki Na-K ATPase pompa sistemi ile Na⁺ pigmentless epitel hücreleri arasındaki açıklıklardan arka kamaraya aktif olarak taşınır. HCO₃⁻, Cl⁻ gibi negatif yüklü iyonlarda Na⁺'yı

takip ederek arka kamaraya geçer. HCO_3^- karbonik anhidraz enziminin katalizlediği reaksiyonla su ve karbondioksitten oluşur. Bu şekilde pigmentsiz epitel hücreleri arasındaki boşluklarda ozmotik basınç yükseltilerek hücrelerden arka kamaraya sıvı taşınması sağlanmış olur. Bu aktif taşımada glukoz, aminoasit, O_2 gibi temel maddeler yer almaz. Bu maddeler iris ve silier cisimden difüzyon yoluyla aköz hümöra geçer.

Ortalama aköz yapım hızı $2,75 \pm 0,63$ $\mu\text{l}/\text{dk}$ 'dır. Bu miktar gün içinde değişmektedir. Üretim geceleri yaklaşık %40 daha azdır. Benzer şekilde üretim ileri yaşlarda üretim yaklaşık %30 azalmaktadır.(3)

Aköz hümör plazma ile karşılaştırıldığında;

Daha asidiktir,

Daha hipertoniktir,

Askorbat düzeyi yüksek, protein düzeyi düşüktür (%1'inden daha az),

Na^+ ve HCO_3^- düzeyi hafifçe düşük, Cl^- ise hafifçe yüksektir,

Glukoz ve oksijen düzeyi düşüktür,

Aminoasitler biyokimyasal yapılarına göre değişik yoğunlukta bulunurlar,

Piruvat ve laktat düzeyi yüksektir,

Aköz hümörde IgG gösterilmiş fakat IgA ve IgM gösterilememiştir.

Üveit gibi inflamatuvar hadiseler kan aköz bariyerini yıkarak iristen aköze doğru difüzyona yol açarlar. (3)

2.1.2 AKÖZ HÜMÖR DIŞA AKIMI

Aköz hümörün çoğu konvansiyonel veya trabeküler yolla gözü terk eder. Bu yol trabeküler ağ, Schlemm kanalı, intraskleral kanallar, episkleral venler ve konjonktiva venlerinden oluşur. Uveoskleral ya da konvansiyonel olmayan yolda ise aköz hümör gözü iris kökü, silier kas ve suprakoroidal-skleral dokular yoluyla terk eder. Genel olarak aköz drenajının %70-95'i trabeküler dışa akım yoluyla olur. Gençlerde bu oran yaşlılara oranla daha azdır. Aközün geri kalan %5-30'luk kısmı ise gözü

uveoskleral dışa akım yoluyla terk eder. Yaşla birlikte uveoskleral dışa akım miktarı azalır.

2.1.2.1 Trabeküler dışa akım yolunun hücresel organizasyonu

Skleral mahmuz (spur); Skleral sulkusun arka duvarındaki limbusa paralel uzanan liflerden bir grubun içeri doğru yönelerek oluşturduğu dairesel bir yapıdır. Skleral mahmuz %75-80 oranında kollojen, %5 oranında elastin liflerinden oluşur. Skleral mahmuzun Schlemm kanalının silier kas tarafından kollabe edilmesini engellediği düşünülmektedir. Skleral mahmuzda mekanoreseptör sinir uçları ile birlikte miyofibroblasta benzer hücrelerinin bulunması skleral mahmuzda silier kas kasılması veya GİB değişiklikleri gibi stres ve gerilme durumlarını ölçebilen bir mekanizma olduğunu düşündürmektedir.

Schwalbe çizgisi; Trabeküler ağın hemen önünde genişliği 50-150 μ olan düz bir alan mevcuttur. Bu alana S bölgesi denir. Trabeküler endotelden korneal endotele geçiş ve Desme membranının bitişi bu bölgenin ön sınırını oluşturur. Arka sınırını ise Schwalbe çizgisi denilen devamlı olmayan bir yükselti oluşturur. Bu çizginin uveal trabekulumun limbal stromaya oblik insersiyonu ile oluştuğu düşünülmektedir.

Trabeküler ağ; Bu doku temelde endotel ile çevrili bağ dokusundan oluşur. Uveal, Korneoskleral, Jukstakanaliküler (Kribriiform) ağ olmak üzere 3 kısımdır.

Uveal ağ: En içteki tabakadır. İris kökü ve silier cisimden periferik korneaya uzanan bantlar şeklindedir. Bu trabeküler bantlar boyutları 25-75 μ arasında değişen açıklıklar oluşturur.

Korneoskleral ağ: Bu kısım skleral mahmuzdan skleral sulkusun ön duvarına uzanır. Eliptik açıklıkları bulunan trabekulum katlarından oluşur. Trabekulum katları Schlemm kanalına yaklaştıkça bu açıklıklar giderek küçülür. Porların çapı 5-50 μ arasında değişir. Longitudinal silier kasların ön tendonları skleral mahmuza ve korneoskleral ağın arka kısmına yapışır. Bu anatomik düzen silier kasın kolinerjik

innervasyonunun trabeküler ağ fonksiyonu üzerinde önemli bir rolü olduğunu göstermektedir.

Hem uveal hem de korneoskleral ağdaki trabeküler bantlar 4 tabakadan oluşur. Merkezde 640 A°luk periodisite gösteren tip 1, 3 kollojen ve elastin liflerinden oluşan bağ dokusu bulunur. İkinci kat 1000 A°luk periodisite gösteren spiral şekilli kollojen ve elastin liflerinden oluşur. Bu spiral lifler trabekulumu esneklik sağlar. Üçüncü katman cam membran adı verilen spiral kollojen tabaka ile endotel bazal membranı arasındaki tabakadır. Bu tabaka temel madde içine gömülü ince flamanlardan oluşan geniş bir tabakadır. Dördüncü tabaka trabekulum üzerinde kesintisiz bir katman oluşturan dış endotel katmanıdır. Trabekulumun endotel hücreleri korneanın endotel hücrelerine göre daha büyük ve daha düzensizdir, sınırları daha az belirgindir. Birbirlerine gap junction ve desmosomlar ile bağlıdırlar. Bu bağlantılar hem stabilizeyi hem de aköz hümörün serbestçe endotelyal yarıklardan geçmesini sağlar. Trabekulum endotel hücrelerinin stoplazmasında iki tip flaman bulunur. Bunlardan ilki aktin diğeri ise vimentin ve desminden oluşan intermediate flamanlardır. Bu flamanlar kasılma ve hareket fonksiyonlarında rol aldıklarından endotel hücrelerinde bunların bulunması miyosit veya kas hücrelerine benzer fenotipe sahip olduklarını düşündürmektedir.

Jukstakanaliküler ağ; Trabeküler ağın Schlemm kanalına komşu olan en dış kısmıdır. Her iki tarafı endotel ile kaplı bağ dokusundan oluşur. Dış endotelyal tabaka Schlemm kanalının iç duvarını oluşturur, iç endotelyal tabaka ise trabeküler endotelin diğer kısımları ile devam halindedir. Trabeküler ağın bu kısmı histolojik olarak diğer kısımlarından farklıdır. Üç katman halinde incelenir. İlk tabaka olan iç trabeküler endotelyal tabaka korneoskleral ağ endoteli ile devam halindedir. İkinci tabaka santral bağ dokusu tabakasıdır. Bağ dokusu içinde gevşekçe yerleşmiş paralel iğ şeklinde hücreler ve tip 3 kollojen bulunur. Fakat tip1 kollojen ve elastin içermez. Son tabaka Schlemm kanalı iç duvarının endotel hücrelerinden oluşur. Bu endotel tabakasını diğer trabeküler endotelinden ve Schlemm kanalı endotelinden ayıran önemli morfolojik özellikler vardır. Yüzeyi, çıkıntı yapan çekirdekler, kist şeklinde vakouller ve parmak şeklindeki çıkıntılar nedeniyle düzensizdir. Hücreler arası

mesafe 150-200 A° olup hücreler birbirine çeşitli hücreler arası bağlantılarla bağlıdır. Endotel hücreleri stoplazmik uzantılar ile altta yatan hücelere ve trabeküler ağıba bağlıdır. Schlemm kanalı iç duvar endotelinde çeşitli por ve dev vakouller bulunur. Bu açıklıkların çapları 0,5-2 µ arasında değişir. Vakouller aralıklı olarak açılıp kapanarak jukstakanaliküler dokudan Schlemm kanalına aköz taşınmasını sağlar. Bu transselüler taşımının pasif veya aktif olduğu tartışmalıdır. Eldeki delillerin çoğu basınca bağlı pasif transportu desteklemektedir. Göz içi basıncının progresif artışı ile vakoullerin sayı ve büyüklüğünde artış görülmektedir. Bu yüzden basınca bağlı olarak endotel hücrelerinde aközü jukstakanaliküler dokudan Schlemm kanalına taşımak için porlar ve vakouller şeklinde potansiyel transselüler boşluklar oluştuğu düşünülmektedir. Bir diğer teori ise iç duvar endotel hücreleri arasında paraselüler yollar oluştuğu yönündedir.

Schlemm kanalı; Çepeçevre endotel ile çevrili bu kanalın ortalama çapı 190-370 µ arasındadır. Genelde tek bir kanal şeklindedir fakat arada pleksus benzeri bir sistem oluşturduğu görülür. Dış duvar endoteli iç duvar endoteli ile devam halindedir fakat daha düz bir yüzeye sahiptir, hücre sayısı daha azdır ve por içermez. Dış duvarda ayrıca çok sayıda büyük çıkış kanalı bulunur. Endotel limbusun kollojen demetlerinden bir bazal membran yardımıyla ayrılır. Schlemm kanalı içindeki aköz dolaşımı tam olarak anlayamamıştır.

İntraskleral kanallar; Schlemm kanalı kompleks bir intraskleral kanal sistemiyle episkleral ve konjonktival venlere açılır. Ascher'in aköz venleri Schlemm kanalı dış duvarından köken alır, episkleral ve konjonktival venlerde sonlanır. Burada aköz ile kanın laminar akımı görülür bu yüzden Goldmann'ın lamina veni olarak da adlandırılır. Bazıları bu damarların proksimal intraskleral kısımlarını dışa akım kanalı veya kolektör kanal olarak adlandırır. Çünkü Schlemm kanalı dış duvarının yapısal paterni bu kanalların proksimal üçte birinde de mevcuttur. İntraskleral kanalların iki sistemi tanımlanmıştır.

Direkt Sistem; Büyük çaplı damarlardan oluşan bu sistem kısa bir intraskleral seyir gösterdikten sonra direkt episkleral venöz sisteme boşalır.

İndirekt Sistem; Çok sayıda ince kanallardan oluşur. Episkleral venöz sisteme boşalmadan önce intraskleral bir pleksus oluşturur.

Episkleral ve konjonktival venler; İntraskleral aköz kanalların çoğu geriye doğru yönelerek episkleral venlere drene olur. Az bir kısmı ise subkonjonktival dokuları geçerek konjonktival venlere drene olur. Bir kısım aköz kanal da öne limbusa doğru ilerleyip, limbusa paralel kısa bir seyir gösterdikten sonra tekrar geriye döner ve konjonktival venlere drene olur. Episkleral venler önce anterior silier venler vasıtasıyla superior oftalmik vene oradan da kavernöz sinüse drene olur. Konjonktival venler ise palpebral venler ve angular ven ile superior oftalmik veya fasiyal vene drene olur (2).

2.1.2.2 Uveoskleral yolun hücresel organizasyonu

Uveoskleral drenaj yolu (Konvansiyonel olmayan yol) üzerinde trabeküler yol kadar yoğun bir şekilde çalışmamıştır. Esasında 2 adet konvansiyonel olmayan yol tarif edilmiştir.

a-İris kökü ve Silier cisim ön yüzünden yani ön uveadan olan Uveoskleral yol.

b-Aköz hümörün doğrudan iris damarlarına ordanda vortex venlerine transferi ile olan Uveovortex dışı akım.

Uveoskleral dışı akım; Yapılan insan ve hayvan deneylerinde aköz hümörün iris kökü ve silier kasın hücreler arası boşluklarından geçerek suprakoroidal boşluğa ulaştığı gösterilmiştir. Buradan ise silier damar ve sinirlerin etrafındaki skleral deliklerden veya direk olarak skleranın kollojen maddesinden geçerek episkleral venlere ulaşır. Hayvan deneylerinde suprakoroidal bölgede hidrostatik basıncın ön kamaraya göre daha düşük olduğu, bu farkın uveoskleral akım için itici güç olduğu bildirilmiştir. Normal silier kasta kas lifleri ve ekstraselüler matriks bulunur. Ekstraselüler matrikste ise damarlar, tip 1,3,4 kollojen, laminin ve fibronektin bulunur. Bu glikoproteinlerin metabolizması konvansiyonel olmayan yoldaki dışı

akım direncinde ve bazı farmakolojik ajanların etkisinin ortaya çıkmasında önemli rol oynar (2).

Uveovorteks dışı akım; Çalışmalarda iris damarlarının içine doğru enerjiden bağımsız, tek taraflı bir veziküler transport olduğu gösterilmiş olmasına rağmen bu akımın klinik olarak bir önemi yoktur. Yine uveal venöz dolaşıma içeriğindeki yüksek protein yoğunluğundan dolayı net osmotik bir emilimin olduğu düşünülmektedir. Bu akımın normal gözler için önemi bilinmemekte, nanofthalmik gözde klinik olarak önemli olabileceği düşünülmektedir.

2.1.2.3 Aköz Hümör'ün dışı akım direncinin moleküler mekanizması

Aköz dışı akım yollarının biyomekanik özellikleri ve sıvı hidrodinamikleri karışıktır ve halen tam olarak anlaşılammıştır. Konvansiyonel dışı akım yolundaki direncin tam olarak yeri ve doğası kesin değildir (2).

2.1.2.3.1 Trabeküler ağdaki direnç

Trabeküler ağdaki direncin kesin mekanizması tam olarak bilinmese de bu konuda çeşitli teoriler mevcuttur.

İz elementlerle yapılan perfüzyon çalışmalarında Schlemm kanalı endotelinin iç yüzüne kadar trabeküler boşluklarda ve jukstakanaliküler bağ dokusunda göreceli olarak serbest akım görülmüştür. Günümüzde konvansiyonel dışı akım yolundaki direncin büyük kısmının iç duvarın endotel tabakasında ve komşu jukstakanaliküler dokularda olduğu düşünülmektedir.

Trabeküler hücrelerin etraflarındaki ekstraselüler matriksteki glikozaminoglikanların miktarını değiştirerek iyonik mikro çevreyi böylelikle dışı akımı değiştirebildikleri bildirilmiştir.

Glukokortikoidlerin trabeküler dışa akım yolları üzerinde çeşitli ve kompleks etkileri vardır. Glukokortikoidler endojen prostoglandinlerin sentezini inhibe ederler. PG'ler ise yüksek yoğunlukta göz içi basıncının arttırmasına rağmen orta ve düşük yoğunlukta azaltır. Glukokortikoidler ayrıca trabeküler hücrelerin ekstraselüler matriks metabolizması üzerine direk etkileri ile de dışa akımı etkileyebilirler. Glukokortikoidlerin trabeküler ağ hücrelerinin sitoskeletal organizasyonunu değiştirebilecekleri de bildirilmiştir.

Trabeküler endotel hücrelerinde ve Schlemm kanalı iç duvar endotelinde kasılabilen mikroflamanlar gösterilmiştir. Bu mikroflamanları yıkan sitokalazın denilen maddelerin (EDTA, H-7 gibi) aköz dışa akım direncini belirgin bir şekilde azalttıkları gösterilmiştir.

Trabeküler hücrelerdeki sülfidril grupları aköz dışa akımını etkilemektedir. Sülfidril gruplarıyla reaksiyona giren iodoasetikasit, iodoasetamid gibi maddeler dışa akımı arttırmaktadır. Bu artış endotel hücreleri membranlarındaki sülfidril gruplarındaki değişim sonucu olmaktadır.

Schlemm kanalı endotelinde fibrinolitik aktivite gösterilmiştir. Bunun dışa akım sisteminin fibrin ve trombositler tarafından tıkanmasını engellediği düşünülmektedir. Bu olayda görev alan doku plazminojen aktivatörünün normal koşullarda da ekstraselüler matriksin glikoprotein içeriğini değiştirerek aköz dışa akım direncini etkileyebileceği gösterilmiştir.

Artmış göz içi basıncı Schlemm kanalında kollapsa neden olarak aköz dışa akım direncini arttırmaktadır. Histolojik çalışmalarda artmış göz içi basıncının trabeküler ağda distansiyona, endotel hücrelerindeki vakoullerde artışa, iç duvar endotel hücrelerinin kanal içine balonlaşmasına neden olduğu gösterilmiştir. Schlemm kanalının genişlemesiyle dışa akım rezistansı azalmaktadır.

Trabeküler ağ yapısında ayrıca major histokompabilite kompleksi içeren hücreler mevcuttur. Bu hücrelerin oküler immüitenin başlatılmasında ve

düzenlenmesinde önemli görevleri olduğu düşünülmektedir. Yine endotelin, NO, TGF B1, transferin, ve nörotropinler gibi çeşitli moleküllerin de trabeküler hücre fonksiyonlarında ve aköz dışı akım direncinde önemli etkileri olduğu düşünülmektedir.

Çalışmalarda trabeküler hücrelerin yabancı maddeleri fagosite edip parçaladığı ve artıkları alıp Schlemm kanalına bıraktıkları gösterilmiştir.

Trabeküler ağ yaşlanmayla birlikte çeşitli değişikliklere uğrar. Şekli ince, kama benzeri şeklinden daha kısa dörtgen yapıya dönüşür. Skleral mahmuz daha belirgin, uveal ağ daha kompakt olur, Schlemm kanalında bölgesel kapanmalar daha yaygın hale gelir. Trabeküler yapılar progresif olarak kalınlaşır, endotel sayısı azalır (yılda %0.58 azalma). Schlemm kanalında dev vakoullerde ve hücre sayısında azalma görülür. Trabeküler aralıklarda daralma, ekstraselüler materyalde azalma görülür (2).

2.1.2.3.2 Konvansiyonel olmayan yoldaki direnç

Genel olarak uveoskleral dışı akım yolunun göz içi basıncından bağımsız olarak çalıştığı kabul edilmekle birlikte kısmen basınca duyarlı olduğu yönünde görüşler de vardır. Bazı çalışmalarda yüksek göz içi basıncı ile aköz hümörün uveal damarlara ultrafiltrasyonunun dolayısıyla uveoskleral akımın arttığı bildirilmiştir. Uveoskleral dışı akım kolinerjik maddelerle, yaşlanmayla, miyotiklerle azalır, prostoglandinlerle artar. Yaşla azalmasının silier kastaki elastik liflerin kalınlaşmasına bağlı olduğu düşünülmektedir. (2)

2.2 ÖN KAMARA AÇISININ MUAYENE YÖNTEMLERİ

Primer açı kapanması glokomu Asya toplumlarında başta olmak üzere özellikle bazı bölgelerde sık görülen bir glokom türüdür. Foster ve Jhonson Çin'de 1,7 milyon insanın glokoma bağlı her iki gözünün de kör olduğunu, bunlarında %91'nin açı kapanması glokomuna bağlı olduğunu bildirmişlerdir.

Kapalı açılı glokom için bir numaralı risk faktörü anatomik olarak kapanabilir açının varlığıdır. Çalışmalar da ön kamara açısının derecelendirilmesinin kapanabilir açılarda saptanmasında çok önemli olduğu gösterilmiştir. Kapanabilir açılarda profilaktik lazer iridotomi ya da iridektomi ile kapanmasını önlemek mümkündür. Bu nedenle özellikle yüksek prevalansın görüldüğü bölgelerde anatomik olarak dar açılarda önceden saptanıp profilaksi amacıyla tedavi edilmesi önemlidir. Ön kamara derinliği (ÖKD) ve ön kamara açısı (ÖKA) bu hastalarda değerlendirilmesi gereken temel parametrelerdir (4,5).

ÖKA'nın değerlendirilmesi glokom muayenesinin olmazsa olmaz bir parçasıdır. Açının değerlendirilmesi amacıyla kullanılan birçok yöntem mevcuttur. Bunlardan gonyoskopi günümüzde açılı muayenesi için altın standarttır. Ancak bazı dezavantajları vardır. En temel dezavantajı subjektif kriterlere dayanıyor olmasıdır. Aynı hekimin farklı muayeneleri ve farklı hekimlerin muayeneleri arasındaki uyum zayıftır. Hasta için konforlu ve kolay tolere edilebilen bir yöntem değildir. Tedavi gerektiren açılarda tanımlayacak, görüş birliğine varılmış gonyoskopik kriterler yoktur (4,6). Işık şiddetine, korneaya yapılan indentasyon miktarına göre açının görülebilirliği ve derinliği değişir. Işık miyozis yaparak açının genişliğini artırır. Aynı şekilde indentasyon aközün periferik hareketlenmesine böylece açılı genişliğinin artmasına neden olur. Açını doğru ölçümü için bu etkenlerin en az seviyede olması gerekir. Bunun sağlanması gonyoskopiyle mümkün değildir (10).

Yakın geçmiş sayılabilecek bir dönemde geliştirilen Orbscan (Bausch & Lomb, Rochester), Pentacam (Oculus Wetzlar, Germany) IOL Master (Zeiss Meditec Dublin, USA), Optik Koherens Tomografi (OKT, Heidelberg, Germany) gibi nonkontakt yöntemler gonyoskopinin dezavantajlarını gidermek, ön kamara parametrelerini tekrarlanabilir ve kıyaslanabilir bir şekilde ölçüp objektif kantitatif değerlerle sunmayı amaçlamaktadır (4,6).

2.2.1 GONYOSKOPI

Gonyoskopi iridokorneal açı yapılarının değerlendirilmesinde, glokom tipinin saptanmasında, gerektiğinde lazer trabeküloplasti, gonyotomi gibi lazer ve cerrahi müdahalelerde kullanılan, açının doğrudan görülebilmesine imkan tanıyan (8,9) günümüzde referans ve altın standart ÖKA değerlendirme yöntemi olarak kabul edilen muayene yöntemidir (10,11).

Açının izlenmesi ilk defa 1907'de Trantas tarafından keratoglobuslu bir hastada yapılan indentasyonla mümkün olmuş, bu muayene için Trantas tarafından gonyoskopi terimi kullanılmıştır. İlk gonyolensi Salsmann 1914'te tanımlamış indirekt gonyoskopi yaparak açı resesyonu ve periferik anterior sineşileri ilk defa dökümente etmiştir. Ardından Koeppe kendi adıyla anılan direkt gonyoskopide kullanılan lensi geliştirmiştir. Troncoso bu yöntemleri ilk defa 1947'de kitap halinde yayınlamıştır. Ardından Goldmann kendi adlarıyla anılan lensleri geliştirmiş, Otto Barkan ise glokom hastalarında gonyoskopik muayeneyi kullanan ilk kişi olmuştur (8,11).

Kritik açı iki farklı ortam arasında geçiş gösterirken kırılan ışığın kırılma açısıdır. Işının diğer ortama geçmesi için bu ortama kritik açıdan daha düşük bir açıyla gelmesi gerekir. Korneal yüzey ile hava arasındaki kritik açı havanın gözyaşına göre refraktif indeksi düşük olduğundan 46° 'dir (12). İridokorneal açıdan gelen ışınların kornea iç yüzeyi ile yaptığı açı 46° 'den büyük olduğu için ışınlar tamamen internal yansımaya uğrarlar ve dış ortama geçemezler. Bu nedenle açı kornea üzerinden direkt bakıyla görülemez (8,13). Refraktif indeksi korneaya yakın olan bir lensle kornea-hava arayüzeyi yerine gözyaşı lens arayüzeyi oluşturularak yada açığa indentasyon yaparak kritik açı küçültülür ve açıdan gelen ışınların korneayı geçişi sağlanmış olur. Direkt gonyoskopide açı doğrudan lens üzerinden ayna yardımı olmaksızın görülür. Kullanılan lense gonyolens denir. İndirekt gonyoskopide ise açı lensin içindeki ayna vasıtasıyla görülür. Kullanılan lense gonyoprism denir (8,11,13). Bu lenslerden başlıcaları;(8)

Gonyolens	Koepe	Diagnostik lenslerin prototipi
	Richardson-Shaffer	Koepe'nin infantlarda kullanılan tipi
	Layden	Prematür gonyoskopisinde
	Barkan	Cerrahi gonyolenslerin prototipi
	Thorpe	
	Swan Jakob	
Gonyoprism	Goldmann tek aynalı lensi	
	Goldmann 3 aynalı lensi	
	Zeiss 4 aynalı lensi	
	Posner 4 aynalı	
	Sussman 4 aynalı	
	Thorpe 4 aynalı	
	Ritch trabekuloplasti lensi	

2.2.1.1 DİREKT GONYOSKOPI

İlk uygulanan gonyoskopi yöntemidir. Açık aynaya gerek kalmaksızın doğrudan lensin üzerinden görülür. Hasta yatar pozisyondayken uygulanır. Topikal anestezi damlatıldıktan sonra eğer lens çapı kornea çapından küçükse doğrudan korneaya yerleştirilir. Eğer lens çapı kornea çapından büyükse çap uyumsuzluğunu ortadan kaldırmak, araya hava sıkışmasını önlemek için metilselülöz gibi visköz bir jel yada BSS lens üzerine konduktan sonra korneaya yerleştirilir (13). Retinoskop, oftalmoskop, el biyomikroskopisi gibi görüntüyü büyütücü cihazlar kullanılabilir (11). Tüm kadrantları muayene edebilmek için ya hekim hastanın etrafında döner ya da masa döndürülür.

Direkt gonyoskopide kullanılan gonyolenslerin prototipi Koepe lensidir (8) 50 D'lik kırıcılığa sahip konkav bir lensdir. Erişkin ve çocuklar için kullanılabilen farklı çap ve eğrilikte Koepe gonyolensleri mevcuttur (12)

Direkt gonyoskopinin başlıca avantajları hasta için rahat olması, panoramik görüntü sağlaması, diğer gözde lens yerleştirildiğinde iki göz arasında kıyaslamalı muayeneye izin vermesi, açı torsiyonunun nisbeten az olması, anestezi altındaki çocukların muayenesine gerektiğinde gonyotomi için cerrahi müdahaleye imkan sağlamasıdır. Bunun yanında önemli dezavantajları da vardır. Hastayı yatırmak gerekir. Buna bağlı olarak açı göreceli olarak daha derin görünebilir Aydınlanma ve sağlanan görüntü büyüklüğü azdır. Büyük burun üst temporal açının görünmesini engelleyebilir. Bu nedenle yaygın kullanılmaz. Biyomikroskopide pozisyon alamayan hastalarda, genel anestezi almış hastalarda kullanılır (8,11-13).

2.2.1.2 İNDİREKT GONYOSKOPI

Açı lensin içindeki ayna vasıtasıyla görülür. Goldmann'ın tek aynalı lensi gonyoprizmlerin prototipidir.(10) Goldmann ve Zeiss lensleri en sık kullanılan lenslerdir. Göz hekimlerinin %60'ı Goldmann lensi, %40'ı Zeiss'in 4 aynalı lensini kullanmaktadırlar. Glokom alanında uzmanlaşmış hekimler ise daha çok Zeiss lensini tercih etmektedirler (13).

Goldmann tek aynalı lensinin eğrilik yarıçapı 7.38 mm, korneal yüz çapı ise 12 mm'dir. Aynası koronal eksenle 62° açı yapar. Goldmann'ın 3 aynalı lensinin çapları tek aynalı lensteki gibidir. Ancak açı aynası koronal eksenle 59° açı yapar (8). Lensin korneal yüzü korneaya göre daha diktir. Kornea ile lens arasındaki bu uyumsuzluğu ortadan kaldırmak için araya korneanın refraktif indeksine yakın bir indekse sahip olan hidroksimetilselülöz gibi visköz bir materyal konmalıdır (9) Goldmann lensinde lensin korneayı emme etkisi nedeniyle korneaya kuvvet uygulamadan dolayısıyla açıda torsiyon yapmaksızın muayene yapılabilir. Aynası diğer indirekt lens aynalarına göre daha uzun olduğundan hastanın aynaya bakması durumunda özellikle konveks irislerde açı daha iyi görülür (11,12). Modifiye Goldmann lensinde eğrilik yarıçapı 8.4 mm olup korneanın eğrilik yarıçapına yakındır. Bu nedenle aracı maddeye gerek duyulmaz (13). Antirefleksif film tabaka ile modifiye edilmiş hali lazer uygulamalarında kullanılabilir (12).

Zeiss'in 4 aynalı lensinde aynaların hepsi koronal eksenle 64° açı yapar. Küçük bir sap (Unger tutacağı) ile tutulur. Korneal yüz çapı 9 mm, eğrilik yarıçapı 7,72 mm olup korneaya göre daha düzdür. Bu nedenle visköz bir aracı kullanmaya gerek yoktur. Ama kornea üzerinde durması için ilave güç uygulamak gerekir. Buda açıda genişleme yada daralmalara neden olabilir. Tüm aynalar açığa göre ayarlandığından rotasyon yaptırmaya gerek kalmadan tüm açı kadranları görülür (12).

Trabekülolens 4 aynalı 30 dpt güce sahip bir lenstir. Aynalar 62° açığa sahiptir. Lazer trabeküloplastisi ve iridotomide kullanılır.

İndirekt gonyoskopi yapılırken korneanın anestezisi sağlanır. Hasta biyomikroskoba oturur. Lensin eğrilik yarıçapına bağlı olarak visköz ajan kullanımı gerekiyorsa visköz ajan kullanılır. Lens kornea üzerine yerleştirilir ve aynaların durumuna göre çevrilip tüm açı kadranlarının muayenesi yapılır (8). Özellikle açı darlığında hastadan aynaya doğru bakması istenerek karşıdaki açı daha derin izlenebilir. Ancak bu durumda alınan görüntü tanjansiyel olduğundan görüntü kalitesi daha düşük olacaktır (13).

İndirekt gonyoskopinin en temel avantajı daha iyi ve kontrollü aydınlatmanın ve yüksek büyütmenin kullanılması ile kaliteli görüntü elde edilmesidir. Dolayısıyla daha ayrıntılı bir açı muayenesi yapılabilir. Lenslerin kullanımı daha kolaydır. Daha az ek muayene cihazı gerekir ve daha hızlıdır. Dar açılarının muayenesi daha kolaydır (8). Gerektiğinde korneal temas açısının düşük olması nedeniyle Zeiss lensi ile indentasyon gonyoskopisi yapılabilir (13,14).

Oftalmologların çoğu gerek yeterli aletlerinin gerekse tecrübesinin olmaması nedeniyle direkt gonyoskopiye kullanmazlar. Göz hekimlerinin sadece %2'si direkt gonyoskopiye kullanmaktadır. Hekimlerin çoğu uygulanması daha kolay olan ve daha iyi görüntü sağlayan indirekt gonyoskopiye tercih ederler (13).

Gonyoskopide kullanılan lensin çapı kornea çapından büyükse muayene esnasında fazladan uygulanan kuvvet Schwalbe hattına yansır. Bu bölgede açı

daralırken karşı tarafta genişler. Eğer gonyolensin çapı kornea çapından küçükse fazladan uygulanan kuvvet korneaya yansır. Kuvvetin yerine göre açıda daralma ya da genişlemeler oluşur (13).

2.2.1.2.1 İndentasyon Gonyoskopisi: Kapalı açının değerlendirilmesinde kullanılan değerli bir tekniktir. Açı kapanması glokomu gelişmiş bir gözde açı kapanmasının pozisyonelmi yoksa sineşiyelmi olduğu konusunda fikir edinmemize yardımcı olur (13) İndentasyon gonyoskopisine en uygun lens 7.72 mm eğrilik yarıçapı ve 4 aynası olan Zeiss lensidir (14).

İndentasyon gonyoskopisinde önce Zeiss lensi ile korneaya basınç uygulamadan tüm açı kadrantları değerlendirilir açı kapanması teyit edilir ve kapanma miktarı saptanır. Ardından lens ile korneanın merkezine basınç uygulanır. Bu uygulamaya iki tür yanıt alınır. Eğer irisin geriye doğru gittiği, açı bölgesinde ön kamaranın derinleştiği görülür açı yapıları saptanabilir hale gelirse açı kapanması apozisyonel bir kapanmadır. İrisin geriye doğru gitmediği, açı bölgesinde ön kamaranın derinleşmediği, periferik anterior sineşilerin (PAS) mevcudiyeti görülürse açı kapanması sineşiyel açı kapanmasıdır. Böylece açı kapanmasının nedeni kesin olarak saptanabilir (13). Ayrıca pupil bloğu ile plato iris ayırımında da yardımcıdır. Pupiller blok varsa indentasyonla iris periferde daha konkav hale gelirken plato iris varsa irisin konkavitesi azalır (14).

Yöntem indentasyon ile ön ve arka kamara arasındaki basınç farkının tersine çevrilmesine, aközün ön kamara periferine ve arka kamaraya hareketine dayanır. Büyük sektöryel iridektomisi olan hastalarda indentasyon ile basınç farkının sağlanamamasına bağlı olarak ön kamaranın derinleşmemesi bu teoriyi destekler. İndentasyon aynı zamanda limbusta yol açtığı gerginlikle iris ve silier cismin arkaya rotasyonuna neden olur. Benzer bir derinleşme Goldmann lensinin emme etkisiyle de meydana gelebilir. Göz içi basıncı 40 mmHg üzerinde olduğu durumlarda aköz indentasyonla arkaya yönlendirilemez dolayısıyla indentasyon gonyoskopisi etkisiz kalır (13). Bu durumda gonyoskopi öncesinde mannitol gibi osmotik ajanlarla vitreus hacmi küçültülmesi irisin geriye hareketini kolaylaştırır (11).

2.2.1.3 NORMAL AÇININ GONYOSKOPIK GÖRÜNÜMÜ

Açının normal gonyoskopik anatomisinin bilinmesi doğru bir muayene ve tanı için mutlaka gereklidir. Gonyoskopi esnasında açık bir iridokorneal açıda arkadan öne doğru başlıca beş anatomik yapı gözlenir. Bu yapılar;

- 1-Silier cisim
- 2-Skleral mahmuz
- 3-İris kökü
- 4-Trabeküler ağ
- 5-Schawelbe hattı (13)

Silier cisim iris kökünün insersiyoy yaptığı yerde skleral mahmuza tutunmuş bir halde bulunur. Bu nedenle görünen silier cisim bandının genişliği iris kökünün insersiyosuna göre değişir. Rengi gri veya kahverengindedir. Miyopi ve afakide daha geniş hipermetropide daha dar görülür (9).

Skleral mahmuz silier cisim ile trabeküler ağ arasında yer alan, skleranın öndeki uzantısıdır. Beyaz bir çizgi şeklinde izlenir (9). Skleral sulkusun arka kenarıdır (8). Silier kasın longitudinal liflerinin buraya tutunur (9). Genelde üzerinde aşırı pigment birikmedikçe pek belli olmaz. İris kökü ile trabekulum arasında skleral mahmuz çaprazlayan iris prosesleri görülebilir. İris prosesleri toplumun yaklaşık %10'unda görülür ve göz içi basıncından bağımsızdır (8). Farklı gözlerde dahi nisbeten değişmeksizin kalan bir görünüme sahip olduğu için en önemli işaret noktası olarak kabul edilir (9). İris prosesleri ile PAS ayrımını yapmak her zaman kolay olmayabilir. PAS'ların tabanı ucuna göre daha geniştir, daha kabarıktır, testere dişi görünümü vardır, Schwalbe hattına kadar uzanırlar. İris prosesleri ise daha çok iplik gibidirler, Schwalbe hattına uzanmaları beklenmez (11).

Trabeküler ağ Schwalbe hattı ile skleral mahmuz arasında bulunan yaklaşık 600 µ genişliğindeki bir yapıdır. İki kısımdan oluşur. Ön kısım Schlemm kanalı ön

kenarı ile Schwalbe hattı arasında bulunur ve daha az fonksiyoneldir. Schlemm kanalı komşuluğundaki arka kısım ise asıl fonksiyonel olan kısımdır. Yeni doğanda pigmentsizdir. Yaşlanmayla birlikte özellikle arka kısımda ve alt kadranda pigment artışı izlenir. Schlemm kanalı kanla dolduğu durumlarda ya da pigment birikiminin az olduğu durumlarda fonksiyonel kısımda kırmızı bir çizgi olarak görülebilir. Ya da gonyolens ile episkleral venlere bası ile kanalın kanla dolması sağlanıp görülür hale gelebilir (9,12).

Schwalbe hattı korneanın sonlandığı yerde desme zarının sonlanması olarak bulunur. Kollogen yoğunlaşması ile oluşmuştur. Bazen ön kamaraya doğru uzanmış ince bir kabarıklık şeklinde görülebilir (12,13). Kornea üzerinden özellikle temporal limbusta doğrudan slit ışık ile görülebildiği durumlarda Posterior embriyotokson olarak adlandırılır. Schwalbe hattının ön kamaraya kabarık olmadığı durumlarda, açının kapalı olduğu durumlarda ya da açık olup trabeküler ağın pigmentli olmadığı durumlarda Schwalbe hattının gonyoskopik olarak kolayca saptanabilmesi için şu yöntem kullanılabilir. Önce iridokorneal açığa ince oblik slit bir ışık düşürülür. Işığın korneadan geçerken oluşturduğu üç boyutlu görüntü Schwalbe hattı ve devamındaki trabeküler ağda daralarak iki boyutlu hale geçer ve iris üzerine yayılır (13). Işıktaki bu değişiklik Schwalbe hattının yerini gösterir. Schwalbe hattı bazı gözlerde belirgin pigmentasyon oluşturur. Bu durum özellikle irisin konveks olduğu durumlarda hattın pigmentli trabekulumla karışmasına yol açabilir. Ayrımında indentasyon gonyoskopisi yardımcı olur (14).

Normalde açıda kan damarları gözlenmez. Ancak bazı durumlarda major silier arter halkasından çıkan ince damarlar silier cisim ön yüzünde ve nadiren trabeküler ağa kadar uzanmış olarak bulunabilirler. Bu damarlar açıda tipik olarak dairesel bir yol izlerler. Özellikle açının pigmentasyonunun az olduğu bireylerde anterior silier arterin uzantısı silier cismin üzerinde çizgisel olarak görülebilir. Benzer şekilde açık renkli irislerde iris kökünün üstünde dairesel ve çizgisel damarlar izlenebilir. Sıklıkla çizgisel damarlar iris kökünde bulunurken dairesel damarlar silier cisimde bulunur (8)

2.2.1.4 AÇI DERECELENDİRME SİSTEMLERİ

Gonyoskopik muayenede açının kapalı ya da açık olup olmadığının anlaşılması, açıksa kapanma riskinin saptanması, zamanla açıda meydana gelen değişiklikleri saptanması ve kaydının tutulması amacıyla değişik açı derecelendirme sistemleri tanımlanmıştır (13).

Açının görünümü ve genişliği birçok faktörle değişebildiğinden Uluslararası Glokom Cemiyeti bu faktörleri en aza indirmek için gonyoskopinin karanlık odada yeterli aydınlıktaki 1mm'lik ışık ile hasta doğrudan karşıya bakarken yapılmasını tavsiye etmiştir (15).

2.2.1.4.1 Shaffer tekniği

Altın standart kabul edilir (16). En sık kullanılan ve en basit olan derecelendirme sistemidir. İki çizgi arasındaki açının ölçümüne dayanır. Çizgilerden biri Schwalbe hattından diğeri iris yüzeyinden geçer (11,12).

Grade 0; 0° - kapalı açı

Grade I; $\leq 10^\circ$

Grade II; 10-20°

Grade III; 20-35°

Grade IV; 35-45° (40)

Grade I açıların kendiliğinden ya da provakasyon testleriyle kapanma riski yüksektir. Grade II açılarda bu risk düşüktür. Grade III ve IV'te yoktur (13).

Shaffer her bir derecedeki açıda görülebilecek yapıları da tanımlamıştır. Grade II-IV'te silier cismin görülebildiğini Grade I'de ise sadece Trabeküler ağın arka pigmentli kısmının görülebildiğini belirtmiştir. Ancak bu tanımlama karışıklığa yol açmaktadır. Bu nedenle güncel uygulamalar da eğer açı genişliği derece olarak verilecekse, Shaffer açı yapılarının görülebilirliğine göre verilecekse Scheie sistemi kullanılmaktadır (11).

2.2.1.4.2 Scheie tekniği

Açı yapılarının görülebilirliğine göre derecelendirmenin yapıldığı bir sistemdir. Shaffer sisteminin aksine Grade IV açık açığı değil kapalı açığı ifade eder. Bu nedenle hekim Shaffer ya da Scheie sisteminden hangisini kullandığını not etmelidir (12).

Grade I; Silier cisim görülüyor.

Grade II; Skleral mahmuz görülüyor ama silier cisim görülüyor.

Grade III; Sadece trabeküler ağın ön kısmı görülüyor.

Grade IV; Hiç bir açı elemanı görülüyor. Tamamen kapalı açı (13)

2.2.1.4.3 Speath tekniği

Shaffer ve Scheie derecelendirme sistemleri bazı gözlerde yeterli bilgi vermez. Çünkü iris insersiyosu ve şekli hakkında fikir vermez. Oysa gerek irisin insersiyosu gerekse şekli glokoma mekanizmasında önemli rol oynarlar. Bu eksikliği gidermek amacıyla Speath, Shaffer derecelendirme sistemine periferik iris şeklini ve iris insersiyosunu da dahil ederek yeni bir derecelendirme sistemi geliştirmiştir (13). Bazı kaynaklara göre Speath sistemi en fazla kullanılan sistem iken (12,14) bazı kaynaklara göre ise Shaffer sistemi en yaygın kullanılan sistemdir (9). Speath sistemine göre açı derecelendirilirken 3 yapının durumu saptanır (12);

İlk olarak iris kökünün insersiyo noktası belirlenir (12);

A; Schwalbe hattının önüne.

B; Schwalbe hattının arkasına, skleral mahmuzun önüne.

C; Skleral mahmuzun arkasına, silier cismin önüne.

D; Silier cisim görünecek şekilde derine.

E; Büyük miktarda silier cisim görünecek şekilde aşırı derine insersiyo. (11)

İkinci basamakta açının genişliği Shaffer sisteminde olduğu gibi saptanır (12,13).

Grade 0; 0° - kapalı açı

Grade I; $\leq 10^\circ$

Grade II; $10-20^\circ$

Grade III; $20-35^\circ$

Grade IV; $35-45^\circ$ (13)

Son olarak periferik irisin şekli belirlenir;

s (steep); konkav (dış bükey) iris

r (regular); düzenli (düz) iris

q (queer); konveks (iç bükey) iris (13)

Bu yöntemin bir dezavantajı düz insersiyonu bulunan fakat midperiferde konkavite gösteren "plato irisi" tanımlamamasıdır. Bu nedenle son araştırmalar plato irisi temsilen "p" ifadesinin de konmasını önermektedirler (11).

2.2.1.4.4 van Herick Tekniği

Slit-ışık ile yapılan muayenede limbal ön kamara derinliği ile korneal kalınlığın kıyaslanmasına dayanarak açının derinliği hakkında tahminde bulunmamızı sağlayan nonkontakt bir tekniktir. Temporal limbuse optik eksenle 60° açı yapacak şekilde dar slit-ışık düşürülür. Buradaki ön kamara derinliği ile kornea kalınlığı kıyaslanır (13).

Grade 0; İridokorneal temas vardır.

Grade I; Limbal ön kamara derinliği periferik korneal kalınlığın 1/4'ünden daha azdır.

Grade II; Limbal ön kamara derinliği periferik korneal kalınlığın 1/4'ü kadardır.

Grade III; Limbal ön kamara derinliği periferik korneal kalınlığın 1/4'ü ile 1/2'si arasındadır.

Grade IV; Limbal ön kamara derinliği periferik korneal kalınlığın 1/2'sinden geniştir (13).

Grade 0 kapalı (11), Grade I-II kapanabilir açı olarak değerlendirilir (13). Kapanabilir açının saptanması amacıyla kritik değer olarak korneal kalınlığın %25'nin kabul edilmesi %65 özgüllüğe %99 duyarlılığa sahipken %15'nin kabul edilmesi %85 özgüllük ve duyarlılığa sahiptir (11). Gözlemciler arası tekrarlanabilirliği yüksektir. Nazal limbustan alınan ölçümlerin açının daha geniş

derecelendirilmesine neden olması nedeniyle ölçümler temporal limbustan yapılmalıdır (11).

van Herick tekniği ödemli, guttata ya da skarlı kornealarda olduğu gibi ideal gonyoskopik görüşün sağlanamadığı durumlarda özellikle faydalıdır. Ancak temporal pterijum, temporal korneanın skartrizan durumlarında kullanılamaz. Ayrıca ÖKA tüm kadrarlarda aynı genişlikte değildir. Genellikle üst kadrar daha dardır (11)

2.2.1.5 GONYOSKOPIK BULGULARIN YAŞ VE CİNİSİYETE GÖRE DEĞİŞİMİ

Aung ve arkadaşlarının 1330 Çinli hastada yaptığı gonyoskopi çalışmasında Spaeth sınıflamasına göre A ve B insersiyö en sık üst kadrarda, C insersiyö ise temporal kadrarda saptanmıştır. Üst kadrar alt kadrardan daha dar olarak saptanmıştır (18).

Açı kapanması glokomu ileri yaşlarda daha sık görölmektedir. Bunun yaşla birlikte lensin kalınlığının artmasına ve zonüler gevşemeye bağı iris lens diaframının öne hareketine bağı olduğu düşünölmektedir. Spaeth yaşla birlikte ÖKA'nın daraldığını fakat bunun erkek ve kadında farklılık göstermediğini ifade etmiştir. Oh ve arkadaşları da gonyoskopide ortalama açı değerini erkeklerde 33° kadınlarda 31° olduğunu farkın anlamlı olmadığını ifade etmişlerdir. Aung ve ark. ise çalışmalarında kadınlarda Spaeth ve Shaffer sınıflamasına göre daha dar açuya sahip olduğunu belirtmişlerdir. Toplum tabanlı yayınlar çoğunlukla açı genişliği konusunda erkek ve kadın arasında fark olmadığını belirtmesine rağmen açı kapanması glokomunun niçin kadınlarda daha sık göröldüğü açıklanamamaktadır (11)

2.2.2 ULTRASON BİYOMİKROSKOBİSİ

Ön kamara yapısının değerlendirilmesinde klinik açıdan önemli ölçümlerin yapılmasında kullanılan cihazlar başlıca 3 kategoriye ayrılır. Ses dalgalarının yansımalarına dayanan ultrasonik yöntemler, Scheimpflug prensibine dayanan fotografik yöntemler ve Jeager prensibine dayanan optik yöntemler (19).

Ses dalgası ilerlerken değişik yoğunluktaki arayüzelere rastladığında bir kısmı dokuyu penetre ederken bir kısmı geri yansır. Ultrasonik görüntüleme dokuya gönderilen ses dalgalarından sıvı ve doku arayüzeylerinden yansıyan kısmının bilgisayar ortamında değerlendirilmesi ile ultrason ekoları üretilir. İnterfazdaki yani iki doku arayüzeyindeki yoğunluk farkı ne kadar çoksa oluşan eko karakterleri de o kadar belirgin olur. Ses dalgası interfaza dikse eko optimal olur. Ultrason teknikleri amplitüd modunda (A scan) veya parlaklık modunda (B scan) bilgi sağlayabilir (8)

Aplanasyon yada immersiyon A-scan ölçümler kendi aralarında ve gözlemciler arasında farklılık gösterebilir, aplanasyon etkisi nedeniyle yanlış sonuçlar verebilir. Ultrason biyomikroskopisi (UBM) ön kamara açısı (ÖKA) ve ön kamara derinliği (ÖKD) hakkında daha objektif ve kantitatif bilgiler sağlar. UBM'nin rezolüsyonu diğer konvansiyonel ultrasonlara göre daha yüksektir. Ancak immersiyona bağlı yanıltıcı açı genişlemelerine neden olabilir (20). Fakat aynı gözlemcinin muayeneleri arasındaki uyum iyi düzeydeyken gözlemciler arası değişkenlik çok fazladır (6).

Düşük frekanslı ses dalgaları yüksek frekanslı dalgalara göre daha derin doku penetrasyonu sağlar ama çözünürlüğü daha düşüktür. Yüksek frekanslı ses dalgalarının penetrasyonu azdır ama çözünürlüğü yüksektir. Oftalmolojide geniş bir frekans aralığı kullanılmaktadır. 10 Mhz göz küresi ve orbital yapıları görüntülemek için kullanılır. 20 Mhz korneadan vitreusa kadar olan aralığı, 35-50 MHz korneadan lense kadar olan aralığı yüksek kalitede görüntüler. 100Mhz korneanın görüntülenmesinde kullanılır (8) Ön segmentin görüntülenmesinde kullanılan, 50-100 MHz gibi yüksek frekanslı dalga kullanan, yüksek çözünürlük sağlayan B scan ultrason yöntemi ultrason biyomikroskopi olarak adlandırılır. Penetrasyon 4-5 mm ile sınırlıdır. Fakat bu mesafe ön segmentin görüntülenmesi için yeterlidir (21). Lateral çözünürlük 40 µ aksial çözünürlük 20 µ kadardır.

UBM probunda membran bir kaplama yoktur. Membran yüksek frekanslarda kabul edilemez dalga değişikliklerine neden olur. Bundan dolayı muayene sıvı içerisinde yapılmalı ve prob korneaya yakın tutulmalıdır. Bundan dolayı bir

rezervuar metilselüloz ile doldurulur ve yatan hastanın göz küresi üzerine, kapakların arasından yerleştirilir. Ardından kullanıcı probu bu rezervuar içine yerleştirir. Probu yumuşak hareketleri ile yüksek görüntü kalitesi sağlar (21).

UBM glokom hastalarının değerlendirilmesinde yararlı bilgiler sağlar. Glokom hastalarında açının gonyoskopik olarak değerlendirilemediği durumlarda açı anatomisini değerlendirmede, iris, silier cisim, kristalin lens, göz içi lensi, ön vitreusun anatomisini ve birbirleriyle olan ilişkilerini değerlendirmede faydalıdır. Açı kantitatif olarak değerlendirilebilir. Glokomda en önemli kullanım alanı kapalı açılı glokomdur. Arka kamara, iris, lens ve birbirleriyle olan ilişkisi ve açı aynı anda değerlendirilebilir. Plato irisin saptanmasında özellikle faydalıdır. Bu gözlerdeki silier cismin öne yerleşimi, dar açı zemininde iris kökünün daha önde insersiyoy yaptığı, irisin önce öne doğru açılıp daha sonra merkeze doğru düzgün bir şekilde ilerlediği gözlenir. Başarıyla uygulandığı bir diğer glokom çeşidi pigmenter glokomdur. Bu hastalarda UBM ile irisin ön segmente göre daha büyük olduğu, normalden daha geriden insersiyoy gösterdiği, arkaya doğru olan konkavitesi ve zonüllerle olan teması saptanabilir.. Ayrıca göz kırpması sırasında ön kamarada gelişen değişimler de izlenebilir. Pupiller blok, açı resesyonu, suprasilier efüzyon ve malign hadiselerin tesbitini sağlayarak glokomun etyolojisinin aydınlanmasına yardımcı olur kolaylaştırır (22).

UBM ile açının kantitatif ölçümünü yapmak amacıyla açı açıklığı mesafesi (AOD-Angle Opening Distance) kavramı geliştirilmiştir. Önce AOD250 kavramı kullanılmıştır. Bu kavram skleral mahmuzdan 250 μ uzaktaki kornea endotelindeki nokta ile 250 μ uzaktaki iris yüzeyindeki nokta arasındaki mesafeyi ifade eder. 250 μ 'daki iris yüzeyi değişkenlikleri nedeniyle AOD250 yüksek çıkmasına rağmen açı kapalı olabiliyordu. Bunun üstesinden gelmek için artık AOD500 kullanılmaktadır (11).



UBM ayrıca ön segment tümörlerinin, lens zonül anomalilerinin, intraoküler lens haptik kaymalarının, göz içi yabancı cisimlerin saptanmasında da oldukça faydalıdır (22).

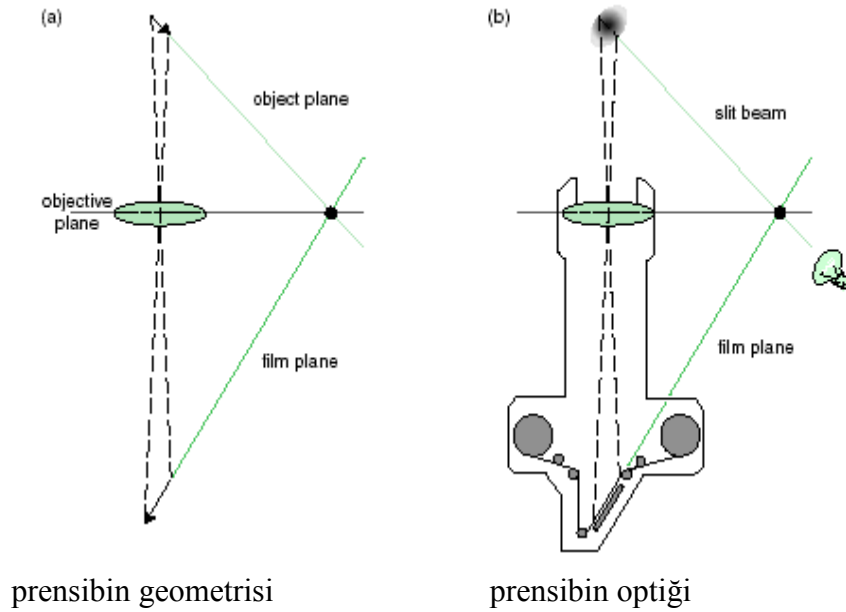
2.2.3 PENTACAM

Pentacam kamera (Oculus, USA) 1904'te Avusturyalı Theodor Scheimpflug tarafından tanımlanan Scheimpflug görüntüleme tekniğini kullanır.(13) Oftalmolojide ön segmentin değerlendirilmesi amacıyla 2004'ten buyana güvenilir bir şekilde kullanılmaktadır (4,24). İki saniye gibi kısa bir sürede kornea ön yüzünden lens arka yüzüne kadar olan bölümün 3 boyutlu görüntüsünü kantitatif değerlerle birlikte sunmaktadır. Nonkontakt bir yöntem olduğundan kontakt yöntemlerin aksine lokal anesteziye ihtiyaç yoktur, hasta için konforludur ve kornea epitel erozyon riski taşımamaktadır. Ancak hastanın fiksasyon objesine bakması gerektiğinden çocuklarda, yaşlılarda ve nistagmuslu hastalarda sorun yaşanmaktadır (25).

Pentacam kameradan önce yine Scheimpflug prensibini kullanan, yaygın bir şekilde kullanılmış Topcon SL45 ve Nidek EAS-1000 isimli cihazlarda vardı. Bunlardan alınan görüntülerde Pentacam'ın aksine cihazın kornea endotel kurvatürünü belirleyebilmesi için uygulayıcının 10 nokta işaretlemesi gerekir. Aynı şekilde iris planını da uygulayıcının çizmesi gerekir. Yani kısmen subjektif değerlendirmelere dayanır (11,54). Ancak hem ölçümler arası hem de uygulayıcılar arası tekrarlanabilirliği yüksektir (26).

Scheimpflug kameranın oftalmolojik kullanımdaki avantajlarını anlamak için öncelikle sıradan kameranın özelliklerini ve sınırlarını anlamak gerekir. Bir kamera film düzlemi, lens düzlemi ve odak düzlemi olmak üzere üç düzlem kullanır. Kamera filmi film düzlemine fikse olur. Lens düzlemi lensin optik merkezinden lens aksına dik olarak geçer. Sıradan bir kamerada bu üç düzlem birbirine paralel ve lens aksına diktir. Lens odak üzerindeki objeyi hızlı bir şekilde film düzlemine resmeder. Sınırlı bir odak derinliği vardır. Oysa oftalmolojik uygulamalar da kaliteli bir ön segment görüntülemesi için geniş bir odak derinliği gerekir. Eğer film eksenini hareket ettirilirse kabul edilebilir keskinlikte görüntü kalırken odak derinliği artar. İşte Scheimpflug prensibi bu temele dayanır. Scheimpflug görüntüleme yönteminde bu üç düzlem birbirine paralel değil eğimlidirler ve eğimleri bir noktada kesişir. Scheimpflug kanununa göre eğer lens bir yana doğru eğimlendirilirse lens düzlemi film düzlemi ile kesişir. Odak düzlemi de lens düzlemine bağlı olarak aynı çizgide kesişir. Bu çizgiye Scheimpflug çizgisi adı verilir. Bu prensibin amacı odak derinliğini arttırmaktır. Ancak artmış odak derinliği beraberinde görüntü distorsiyonunu getirir. Pentacam bu görüntü distorsiyonunu kompanse etmek için resim üzerinde hesaplar yapar (23,27).

Scheimpflug prensibi



Pentacam dönen bir Scheimpflug kameradır. 2 saniyeden kısa süren tek taramada 25-50 Scheimpflug fotoğraf çeker ve her fotoğraftan 500 ölçüm yapar. Dolayısıyla bu kısa sürede 25000 ölçüm yapmış olur. Ölçümler için 475 nm'lik monokromatik slit mavi ışık kaynağını kullanır. Sistem iki kamerayı içerir. Bir tanesi pupil büyüklüğünü ve değişimini saptamak, fiksasyonu kontrol etmek amacıyla merkezde yer alır. Göz hareketlerini saptayıp ölçümlerin buna göre düzeltilmesini sağlar. Diğeri ise ön segment görüntülerini almak için dönen dairenin üzerine monte edilmiştir. Bu kamera ön segmentten 360° slit görüntüler alır. Bu görüntüler software ile analiz edilir ve ön segmentin nerdeyse gerçek bir görüntüsü 3 boyutlu olarak sunulur (23,27).



Pentacam

Çevreden gelen ışık artefaktlara neden olabileceğinden ölçümler karanlık ortamda alınır. Pakimetri, topografi, elevasyon haritaları, ÖKA, ÖKD ölçümleri için pupilin genişletilmesi gerekmez. Lens dansitometri ve IOL değerlendirilmesi için pupillanın genişletilmesi tercih edilir. Ama mavi ışıkla pupilla genişletilmeden de lens dansitometri ölçümleri yapılabilir. İdeal şartlar sağlandığında Pentacam otomatik olarak görüntüleri almaya başlar ama eğer istenirse ölçümler manuel olarakta başlatılabilir (23,27).

Pentacam kornea ön yüzünden lens arka yüzüne kadar bütün ön segmenti içeren 50 slit görüntü alır. Görüntü sayısını 12 veya 25 ile sınırlamak mümkündür ama bu çözünürlüğü azaltır. Bu nedenle ölçümlerde cihazın 50 görüntü alması istenir.

Pentacam ölçümünün kullanılıp kullanılmayacağını belirleyen bir 'kalite faktörü' vardır. 95'in üzerindeki kalite faktörü iyi bir ölçüm olduğunu gösterir. Artefakt, göz kırpması, hastanın gözünü açmaması gibi nedenlerle kalite faktörü 95'in altında ise görüntünün tekrar alınması gerekir.

Görüntüler daha sonra izlenmek üzere saklanabilir. Bu özellik başta katarakt progresyonu olmak üzere hasta takibinde faydalıdır (23,27).

2.2.3.1 Pentacam'ın Değerlendirme Modülleri

Pentacam'ın beş değerlendirme modülü vardır.

2.2.3.1.1 Scheimpflug Tomografi: Bu özellik sayesinde ön segmentin neredeyse gerçek bir görüntüsü ortaya konulur. Bu görüntüde kornea ön ve arka yüzeyi, iris lens ön ve arka yüzeyi, lens kesafeti detaylı bir şekilde incelenip objektif kayıtlar tutulabilir. Görüntüler hastaya gösterilerek gözündeki sorun daha kolay anlatılabilir. Görüntüler hareket ettirilebilir, büyütülüp küçültülerek ya da vertikal, horizontal kesitler alınarak ayrıntılı inceleme yapılabilir. Eğer istenirse sadece kornea, ön kamara ya da lens de izlenebilir (23,27).

2.2.3.1.2 Üç Boyutlu Ön Kamara Analizi: ÖKD, Ön kamara hacmi (ÖKH) ve açı ölçümlerini kapsar. ÖKD'nin doğru ölçümü çok önemlidir. Çünkü yeni kuşak Göz İçi Lensi (GİL) hesaplama formüllerinde (28), fakik GİL uygulamalarında hem cerrahi planda hem de IOL gücünün hesaplanmasında, kapalı açılı glokom taramalarında (29,30) oldukça önemlidir (30,31). Çünkü gonyoskopi ve UBM pratikte kapalı açı taramasında kullanılamazlar (30). ÖKD'ni korneal verteks ve lens ön yüzünü referans alarak ölçer. Cihazın ayarları değiştirilerek derinliğin kornea endoteli ya da epitelinden itibaren ölçümünü sağlar ve sonuçları renkli harita şeklinde verir (32,33).

ÖKD'ni, iris ve lens pozisyonunu kullanarak integral formülleriyle ÖKH'ni hesaplar. Seçilen kadradaki açının derece cinsinden değerini gösterir ve horizontal eksenindeki (0-180 derece) açılardan en dar olanını verir. Aynı zamanda ölçüm esnasında ortalama pupil çapını da verir (32,33)

2.2.3.1.3 Pakimetri: Korneal kalınlık ölçümünde en sık kullanılan yöntem ultrasonik pakimetridir. Bu yöntemin lokal anestetik kullanımı gerektirmesi, kullanılan anestetik korneal kalınlığı değiştirebilmesi, ultrason probunun lokalizasyonuna göre değişken sonuçların alınması, göz hareketlerinin kontrolü için fiksasyon objesinin bulunmaması gibi dezavantajları vardır. Bu dezavantajlar Orbiscan, Speküler Mikroskopi, Pentacam gibi nonkontakt cihazlarla giderilmeye çalışılmıştır. Pentacam korneanın limbustan limbusa pakimetri ölçümünü yapar ve bunu renkli harita ile sunar. Ölçülen göz içi basıncı girildiğinde bunu korneal kalınlığa göre düzeltilmiş göz içi basıncı olarak sunar (34,52). Pakimetrik ölçümler yüksek güvenilirliktedir (ICC=0,986). Ölçümleri Speküler mikroskopiden yaklaşık 6,8 μ yüksek Ultrasonik yöntemden yaklaşık 13 μ düşüktür (52,53). Pentacam'ın diğer pakimetri cihazlarından asıl farkı tekrarlanan ölçümlerde perifer kornea ölçümlerindeki istikrarıdır. Tekrarlanan perifer kornea ölçümlerinde ölçümler arası farklılık 3 μ 'dan daha azdır. Diğer yöntemlerde ise bu fark çok daha fazladır (25,28).

2.2.3.1.4 Lens Dansitometri: Pentacam lens dansitometrisini 0'dan 100'e kadar değişen değerlere sahip bir skalayla değerlendirir.(100: total opak) Dansitometrik ölçümler lensin tabakalarında da yapılabilir. Lens kalınlığı da ölçülebilir. Dansitometrik ölçümler özellikle katarakt progresyonunun takibinde önemlidir. Ölçüm sonuçları refraktif cerrahi için başvuran hastalarda refraktif lens ekstraksiyonunun daha iyi olup olmayacağını anlaşılmasına yardımcı olur (23,27).

2.2.3.1.5 Korneal Topografi: Pentacam korneanın limbustan limbusa ön ve arka sagittal ve tanjansiyel kurvatürünü, ön ve arka yükseklik haritalarını, ön ve arka yüzey topografisini içeren tam bir analizini yapar (59). Analiz sonuçlarını 1,0 mm'lik konsantrik halkalar ve renkli haritalar olarak sunar (27,56). Keratometrik ölçümler

geleneksel topografi cihazlarından farklı olarak keratometrik refraktif indeksin gerçek değeri kullanılarak hem ön hem de arka korneal yüzeyden hesaplanır. (Hava=1,000 Kornea=1,376 Aköz=1,333). Haritalar üzerinde seçilen bir noktada korneanın refraktif gücünü, keratometrik değerini, kalınlığını ve ön ve arka yükseklik miktarının gösterir (24,32).

Pentacam iki farklı zamandaki ölçümleri, aradaki farkı her iki gözü karşılaştırmalı olarak tek çıktıda verebilir.

2.2.3.2 Ön Segment Uygulamaları

Pentacam klinisyenin birçok uygulamada kullanabileceği özelliklere sahiptir. Bu uygulamalar arasında;

2.2.3.2.1 Refraktif cerrahi öncesi: Refraktif korneal cerrahi sonrasında korneal ektazi gelişimi en korkulan komplikasyonlardandır. Genel kanı iatrojenik ektazi oluşmaması için ablasyondan sonra flebin altında kalan santral stromanın en az 250 µ kalınlığında olması gerektiği yönündedir. Bu nedenle cerrahi öncesinde korneanın her bölgesinin kalınlık analizlerinin görülmesi gerekir. Pentacam pakimetri verilerini 25000 noktadan elde eder. Pupil merkezi, korneal apeks ve korneanın en ince noktasını bularak cerraha sunar (23). Pentacam santral kornea kalınlıkları ölçümünde diğer yöntemlere benzer sonuçlar versede, perifer kornea kalınlıklarının ölçümlerinde özellikle tekrarlanan ölçümlerde diğer pakimetrik yöntemlere göre daha doğru ve tekrarlanabilir ölçümler vermektedir. Bu ayrıcalıklı özellik göz hareketlerini kontrol eden ve değerlerin ona göre düzeltilmesini sağlayan ikinci kamerasına bağlıdır (28). Ayrıca Zernike formülleri ile korneal yüzeye ait yüksek aberasyonları bulur ve korneal wavefront analizi de sağlar (23).

2.2.3.2.2 Keratokonus: Keratokonus korneanın progresif olarak incelendiği, korneal distorsiyona ve sonuçta görme kaybına yol açan klinik bir durumdur. Keratokonusun ileri evrelerde teşhis etmek kolay olsa da önemli olan erken tanı koymaktır. Pentacam kornea ön ve arka yüzeyinin invajinasyonu, bowman

membranının öne hareketi keratokonusun erken bulgularındandır. Pentacam bu değişiklikleri saptayarak elevasyon haritaları halinde sunar. Yani Forme Fruste gibi başlangıç evresindeki keratokonusların saptanmasında çok yardımcıdır (23,27).

Geleneksel plasi disk keratometri sistemleri birçok keratokonus vakasının tanısını koyar. Ancak yanlış pozitif oranları yüksektir. Plasi disk temelli sistemlerin asıl sorunu birçok veride bazı tahminler yapabilmek ve bazı sonuçları basitleştirmek için değişiklikler yaparlar. Kornea apeksini, görme aksını, referans aksını tahmin ederler. Yani desantralize apeksi olan normal bir korneaya yanlışlıkla keratokonus tanısı koyabilirler. Pentacam'ın ise farklı bir yaklaşımı vardır. Yüksek çözünürlüğü ve çok sayıda ölçüm yapması sayesinde referans aksından bağımsız gerçek elevasyon haritaları çıkarır (23,27).

Korneanın ön elevasyon haritasında santral deviasyonunun 15μ 'dan fazla olması keratokonus için tanı koydurucudur. 12μ 'dan düşük olması normal, $12-15\mu$ arası şüphelidir ve ileri araştırma gerektirir. Benzer değerlendirme arka elevasyon haritalarında da yapılabilir (23,27).

Pentacam ayrıca uzun süreli kontakt lens kullanımına bağlı korneal warpage ve irregüler astigmatizma tanısında da değerli veriler sağlar.

2.2.3.2.3 Göz içi Lens İmplantasyonu: Yüksek ametropinin düzeltilmesinde, yetersiz korneal kalınlık, uygun olmayan korneal yapı nedeniyle keratorefraktif cerrahi yapılamayan olgularda bir alternatif de Refraktif/Fakik GİL implantasyonudur. Fakik GİL implantasyonu öncesinde cerrahi planı belirlemede ve GİL gücünü hesaplamada ÖKD'nin önemi büyüktür. Pentacam ÖKD'ni ölçmesi yanı sıra cerrahi sonrasında lensin yerleşimini ve refraktif güç değişimini takip etmede de faydalıdır (23,35).

Katarakt cerrahisinde yapılan GİL implantasyonu sonrasında refraktif sapmaların en az olması için GİL gücünün doğru şekilde hesaplanması gerekir. Bu amaçla günümüzde geliştirilen yeni kuşak teorik formüllerde başlıca 3 faktör

önemlidir. Keratometrik değerler, Axiel uzunluk ve postoperatif ÖKD ya da efektif lens pozisyonu. İlk iki değer ameliyat öncesi ölçülebilirken üçüncü değer ancak ameliyat öncesi ÖKD'ne bakılarak tahmin edilebilir. Göz kliniklerinde GİL gücü hesaplanırken kullanılan ÖKD sıklıkla A-scan US ile ölçülmektedir. Bu yöntemin topikal anesteziye gerek duyma, enfeksiyon riski taşıma, elde olmadan aplanasyon sırasında korneal çökmeye yol açma, optik eksen dışı ölçüm yapma gibi dezavantajları vardır. Pentacam ise bu sorunları barındırmaz.

Uri ve ark. çalışmasında Pentacam'ın US ve IOLMaster'e göre ÖKD'ni yaklaşık 0,1mm (%3.3) daha geniş ölçtüğünü bulmuş bu farkın anlamlı olduğunu ifade etmişlerdir. IOLMaster ile US arasında ise anlamlı fark bulunmamıştır (36).

Cana ve ark. çalışmalarında Pentacam'ın ÖKD'ni OrbscanIIz'den yaklaşık 0,05 (%1.4) mm, IOLMaster'dan 0.11(%3.7) mm daha geniş ölçtüğünü bulmuşlardır. Bu değerlere göre Pentacam ile OrbscanIIz arasında anlamlı fark bulunmamışken IOLMaster ile arasında anlamlı fark bulunmuştur (31).

2.2.3.2.4 Refraktif Cerrahi Sonrası IOL Gücü Saptanması: Keratorefraktif cerrahi korneanın ön yüz eğrilini değiştirir. Oysa GİL gücünün doğru bir şekilde hesaplanması için korneanın gerçek keratometrik değerlerinin bilinmesi gerekir. Keratorefraktif cerrahi uygulamaları arttıkça gerçek korneal gücün hesaplanması dahada önemli hale gelmiştir.

Geleneksel plasido disk topografi ve keratometriler sadece korneanın ön yüzünü ölçerler. Arka yüzey eğimini ön yüzey eğiminin yaklaşık %82'si olarak tahmin edip toplam korneal gücü hesaplar. Refraktif cerrahide ön yüzey değiştiğinde bu tahmin hatalı sonuçlara neden olur. Ayrıca bazı plasido disk tabanlı aletler korneanın santral 1-1,5mm'sini kesin doğrulukta ölçemezler ya da düşük çözünürlükte ölçüm yaparlar. Kornea yüzeyi keratorefraktif cerrahi ile değiştirildiğinde parasantral ölçümler ile santral ölçümler birbirine uymayacak ve ikinci bir hata oluşacaktır. Bu hata kaynakları %25'e varan GİL gücü sapmalarına neden olacaktır.

Plasido disk sistemlerinin aksine Pentacam kornea merkezinden yüksek rezolüsyonlu doğru veriler alır. Hem ön yüzeyden hem de arka yüzeyden tahmini değil gerçek ölçümler yapar. Bu ölçümlere dayanarak korneanın net gücünü hesaplar (23,27).

2.2.3.2.5 Glokom tanısı: Korneal kalınlık göz içi basıncı (GİB) ölçümlerini etkiler ve ölçülen GİB her zaman gerçek GİB'ni yansıtmaz. Pentacam ile korneal kalınlığa göre düzeltilmiş GİB hesaplanabilir (Ehler, Shah ve Dresden düzeltme tabloları ile). Pentacam ÖKA, ÖKH, ÖKD'ni hesaplar ve renkli bir ön kamara haritası ile sunar.(13) Dar ÖKA'sı ve azalmış ÖKD açısı kapanması glokomuna olan yatkınlığı gösterir. Pentacam ile bu parametrelerin değerlendirilmesi glokomun erken teşhisi açısından faydalıdır. Böylece dar açısı olan hastalara yapılacak olan bir lazer periferik iridotomi ile açısı kapanmasının önüne geçilebilir. Anacak açısı yapılarını göstermez. Ayrıca glokom ilaçları ve periferik iridotominin açısı ve ön kamara derinliği üzerindeki etkileri objektif olarak değerlendirilebilir (29).

2.2.4 ORBSCAN II/IIz ÖN SEGMENT ANALİZ SİSTEMİ

Orbscan II/IIz (Bausch&Lomb) ön segment analiz sistemi ön segmentinin tam bir anatomik analizini yapan nonkontakt bir sistemdir. Cihaz iki sistemin birleşiminden oluşur. İlki ön segment geometrisini ölçen, kesit tarayıcı ışık kullanan bir video iken, diğeri kornea ön yüzey eğriliğini ölçen ileri plasido disk sistemidir (23).

Ölçüm sırasında hasta yanıp sönen ışığa bakar. Kesit tarama başlatılmadan önce plasido halkaları kullanılarak ek bir görüntü yakalanır. Görüntüleme sistemi 45 derece açıyla yönlendirilmiş ışık kesiti sayesinde yaklaşık 1,5 sn'de 40 adet tarama yapar. Her kesitte 240 olmak üzere toplam 9600 noktayı ölçer. Santral 5 mm'lik kornea her iki taraftan gelen ışıkla iki kere örneklenir. Ölçülen noktalar ön segmentin gerçek topografik sunumunu sağlar. Başka bir sistem de istemsiz göz hareketlerini yakalayarak sunumların buna göre düzenlenmesini sağlar. Daha sonra hesaplamalarla

ön segmentin dört elemanı tanımlanır. Bunlar ön ve arka korneal elevasyon, keratometri, ön kamara ölçümleri ve korneal kalınlıktır (23).

Korneal kalınlığın US pakimetrilerine göre biraz daha kalın ölçüldüğü bulunmuştur. Keratometrik ölçümlerde standart keratometrik indeks kullanılır (35). Orbscan IIz ayrıca wavefront analizi yaparak gözün total aberasyonlarını verir. Pentacam'a benzer şekilde ÖKD kornea arka yüzü ile lens ön yüzü arasındaki mesafe referans alınarak ölçülür. ÖKH bu mesafenin kornea boyunca entegre edilmesi ile hesaplanır. İridokorneal açının yapısı değerlendirilir ama açı elemanları ayrıntılı görüntülenemez (23). Bu özellikleri Orbscan'nın glokom tanı ve tedavisinde kullanılmasını sağlar.

Allouch ve ark. çalışmalarında Orbscan ile yapılan açı değerlendirmelerinin yüksek tekrarlanabilirlikte olduğu ve klinik parametrelerle anlamlı korelasyonu gösterdiğini saptamışlardır (37).

Orbscan refraktif cerrahi öncesi ektazi riskini belirlemede, sonrası takipte, kuru göz ile kornea ödemi tanısında, Fakik GİL cerrahisi öncesi değerlendirmede kullanılır. Ayrıca pellusid marjinal dejenerasyon ve keratokonus gibi dejeneratif kornea hastalıklarının tanısında yardımcıdır (23).

2.2.5 OPTİK KOHERENS TOMOGRAFİ (OKT)

1991'de tanımlanan 1994'ten sonra kullanımı yaygınlaşan (39) Optik Koherens Tomografi (OKT) biyolojik dokulardan mikron çözünürlüğünde tomografik kesitler almak için kullanılan, nonkontakt bir görüntü tekniğidir. Bir anlamda optik biyopsi yöntemidir. Çalışma prensibi ultrasona benzemektedir. US'da kullanılan ses dalgaları yerine OKT'de ışık kullanılmaktadır (40,41). Ancak geri dönen ışık dalgası ses dalgasına göre çok daha hızlı olduğundan analiz edilebilmesi ancak transducer içindeki düşük koherensli interferometri ile mümkün olur (16).

Arka segment OKT'de düşük koherensli kızılötesi spektrumda yer alan, 840nm boyundaki aşırı aydınlatıcı diod lazer kullanılır (16, 39, 40). Bu dalga boyundaki ışın

akomodasyonu uyarmaz (16). Dalga boyu kısalıkça çözünürlük yükselir fakat penetrasyon azalır. Lazer ışını yarı geçirgen aynadan geçerken ikiye ayrılır. İlk ışın demeti probtan çıkıp göze girer, ikinci ışın demeti ise referans ışını olup bilinen değişken bir mesafedeki referans aynasından yansır. Retinadan yansıyan ışık alıcıya gelerek referans ışığın özellikleri ile karşılaştırılır. Böylece farklı dokuların tespitine ve derinlik değerlendirilmesine olanak sağlayan bir sistem oluşmuş olur. Oftalmik görüntüleme retina ve vitreustan yansıyan zayıf sinyalleri kaydetmek için yüksek duyarlılık gerekmektedir. OKT'nin duyarlılığı -95 Db kadar zayıf şiddetteki yansımayı ölçecek yeteneğindedir. Eğer dalganın şiddeti bundanda azsa görüntü alanı siyah veya karanlık olur (39,40).

Yansıyan ışığın özellikleri kodlanarak dizilir ve skalalar oluşturulur. Gri skalada dokuların yansıtıcılığına göre görüntü siyah, beyaz ya da gri olur. Vitreus ve aköz gibi düşük yansıtıcı yapılar siyah, retina pigment epiteli ve retina sinir lifi tabakası gibi aşırı yansıtıcı yapılar beyaz, fotoreseptörler gibi orta derecede yansıtıcılığı olan yapılar gri izlenir. Renkli skalada gri skalada değerlendirilen dokular bir bilgisayar programı yardımıyla renkli OKT görüntülerine dönüştürülür. Renklendirme sonucu beyaz alanlar sarı ve kırmızı, gri alanlar mavi, siyah alanlar ise lacivert-siyah olarak görülür (39,40).

2.2.5.1 Ön Segment OKT: İlk defa 1994'te Izatt ve arkadaşları ön segment OKT'si ile ilgili sonuçlar yayınlamışlardır (16). Ön segment yapılarını yüksek çözünürlükte inceleyebilir, çapraz kesitli görüntülerde ölçme ve değerlendirme yapabilir. Yani yapısal olarak ön segmenti optik olarak tarayan bir tomografi ve biyomikroskopi birlikteliğidir. Nonkontakt bir yöntem olduğundan topikal anesteziye gerek yoktur (11). Kızılötesi ışın kullandığından ve nonkontakt bir yöntem olduğundan karanlıkta ölçümler yapılabilir (10).

Arka segment OKT'de kullanılan 840nm'lik diod lazer sklerayı penetre edemez. Dolayısıyla açığı yapılarının görüntüsü elde edilemez. Bunun yerine penetransı daha yüksek olan 1310 nm dalga boyundaki diod lazer kullanılmaktadır. Bu dalga boyunun üstünlüğü normal gözlerde sklerayı, korneanın opaklaştığı patolojik

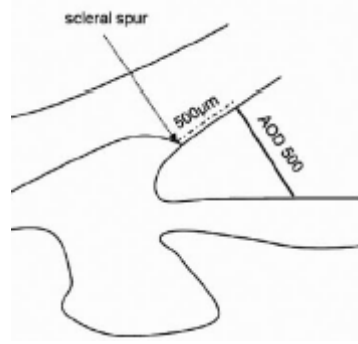
durumlarda ise opak korneayı penetre edebilmesi, saçılma özelliğinin düşük olmasıdır (11,57). Su tarafından emildiğinden retina açısından güvenilirdir (16). Ancak lazer ışını sklera ve irisin posterior yüzeyindeki melanin tarafından emildiğinden silier cisimler ve arka kamara tam olarak görüntülenemez (41).

Arka segment OKT'sine benzer şekilde ışınlar 2 demete ayrılır. Biri göze diğeri referans aynasına gönderilir. Dokuların yansıtma özelliklerine göre yeni karakter kazanan ışın ile referans aynasında dönen ışın fotodedektörde birleşerek dedektör tarafından değerlendirilir (11, 39, 40). "Time Domain OKT (TD-OKT)"da referans aynası hareketlidir. Yansıyan ışığın analizi aynanın hareketine bağlı olduğundan çözünürlük ve alınan görüntü sayısı sınırlıdır. Yakın zamanda geliştirilen Visante Ön Segment OKT (Carl Zeiss Meditec, Inc. Dublin, CA) referans aynası hızlandırılmış TD-OKT'dir. Çözünürlüğü yaklaşık 17 μ seviyesindedir ve saniyede 2000 tarama yapar. "Fourier Domain OKT (FD-OKT)" sabit bir referans aynasına sahip olduğundan aynanın mekanik sınırlamasına sahip değildir. Yansıyan ışınlar Fourier analizi ile değerlendirilir. TD-OKT'e göre 13 kat daha hızlıdır ve saniyede 26000 analiz yapılır. Ayrıca 3 kat daha yüksek çözünürlüğe yani yaklaşık 5 μ 'luk çözünürlüğe sahiptir. Skleral spur, Schlemm kanalı Schwalbe hattı gibi anatomik detaylar FD-OKT ile daha yüksek oranda saptanabilir. RTVue (Optovue, Inc, Fremont, CA) hem retinadan hem de korneal adaptör modülü ile birlikte kullanıldığında ön segmentten ölçüm alabilen FD-OKT'dir (16,55).

2.2.5.2 Kullanım Alanları

2.2.5.2.1 Açı Değerlendirilmesi: OKT açının UBM'deki görüntüsüne benzer görüntüler sağlar. Yine UBM'da olduğu gibi bazı kantitatif değerler kullanılır (16,43). Eğer iris kökü ve skleral spur elle işaretlenirse cihaz aşağıdaki değerleri otomatik olarak ölçer (42).

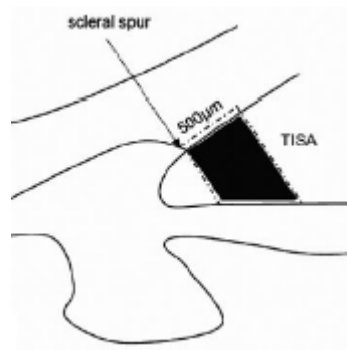
500 μ 'da Açı Açıklığı Mesafesi (Angle Opening Distance AOD500); Skleral spurdan 500 μ mesafedeki trabekulumun iris yüzeyine olan düşey mesafesidir (16,42).



AOD500

500 μ ve 750 μ 'da Açı Açıklığı Alanı (Angle Recess Area at 500 μ and 750 μ ARA500-750); Önde AOD500-750 yukarıda sklerokorneal iç duvar, aşağıda iris yüzeyi ve arkada açı kökü arasındaki triangüler alanın yüzölçümüdür. AOD'e göre daha değerli bir parametredir. Çünkü AOD irisdeki tek bir noktanın referansına bağlı iken ARA tüm iris yüzeyine bağlıdır (16,42).

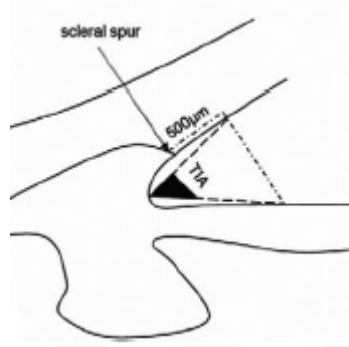
500 μ ya da 750 μ 'daki Trabeküler İris Boşluk Alanı (Trabeculo-İris Space Area at 500 μ and 750 μ TISA500-750); Önde AOD500-750 yukarıda sklerokorneal iç duvar, aşağıda iris yüzeyi ve arkada skleral spurdan iris yüzeyine inen düşey çizgi arasındaki alanın yüz ölçümüdür (16,42).



TISA500

Bu değer ARA'ya göre daha değerlidir. Çünkü skleral spurun gerisindeki aköz filtrasyonuna katılmayan kısmı dışarıda bırakmaktadır.

500 μ 'da Trabekülo-İris Açısı (Trabeculo-İris Angle500 μ -TIA500); Açık apeksinin derecesini gösterir. Açık tepesinde AOD'nin uçlarına çekilen 2 çizgi arasındaki açıdır (16,42).



TIA500

Radhakrishnan ve arkadaşları gonyometrik olarak normal olarak sınıflandırdıkları hastalarda OKT ile yaptıkları çalışmada ortalama AOD500'i 329 μ TIA500'i 28° bulmuşlardır. Kapanabilir açının taranmasında AOD500'ün 190 μ 'un altında TIA500'ün 18° altında kabul edilmesinin %100 duyarlılık, %87,5 özgüllüğe sahip olduğunu bildirmişlerdir (44).

Dar açıyı saptamada gonyoskopiye göre duyarlılığı ve özgüllüğü bazı çalışmalarda yüksek oranda verilse de Nolan ve arkadaşlarının 304 göz üzerinde yaptığı çalışmada duyarlılık %98 olarak bulunmasına rağmen özgüllük oranı %58'de kalmıştır. Yani gonyoskopide dar olarak tespit edilen açıların tamamını tespit etmişken, OKT'de dar olarak saptanan açıların ancak yarısının biraz fazlasında darlık gonyoskopiyle teyit edilebilmiştir. Yazar bu durumu OKT sırasında kullanılan ışığın gonyoskopide kullanılan ışığa göre çok daha zayıf olmasına, gonyoskopi sırasında yapılan distorsiyonun açıda genişlemeye yol açabilmesine, dar açı tanımlamasındaki kriterlerin farklı olmasına bağlamıştır (45).

OKT ile açı değerlendirilmesinde önemli bir sorun her vakada skleral spurun tam olarak saptanamamasıdır. Sakata ve arkadaşları skleral spurun Visante OKT

görüntülerinin %72'sinde tama olarak saptanabildiğini, bu oranın kapalı açılı görüntülerinde, üst ve alt kadran görüntülerinde daha düşük olduğunu ifade etmişlerdir. Aynı araştırmacılar benzer bir çalışmalarında skleral spurun kötü görüntülenmesi nedeniyle açılıların %16'sını sınıflandıramadıklarını ifade etmişlerdir (44,46)

2.2.5.2.2 Refraktif Cerrahi: 10 mm çapındaki korneal alanın pakimetri haritasını vererek hastaya refraktif cerrahi yapılabileceğine karar vermede, refraktif cerrahi sonrası takipte, flep ve rezidüel stroma kalınlığının ölçümünde, flep komplikasyonlarının takibinde, keratotomi kesilerinin yerlerinin derinliğini ve etkinliğini saptamada, korneal implant cerrahisi öncesi implantın takılacağı bölgede yeterli korneal kalınlık olup olmadığına karar vermede yardımcıdır.

2.2.5.2.3 Fakik GİL İmplantasyonu: ÖKD ve kristal lens yüksekliğini ölçerek cerrahi plana yardımcı olur

2.2.5.2.4 Keratoplasti sonrası: Donör kornea ile alıcı kornea arasındaki uygunluk ayrıntılı olarak incelenebilir. Özellikle korneanın opaklaştığı, iris, lens ve açılı yapılarının biyomikroskopla görülemediği olgularda faydalıdır.

2.2.5.2.5 Kornea patolojileri: Pterijyum, keratokonus, psödo fakik büllöz keratopati, sklerokornea, kornea tümörü gibi patolojilerin yüksek çözünürlükte değerlendirilmesini sağlar.

2.2.5.2.6 İris patolojileri: İris atrofisi, iris kisti, iridektomi gibi lezyonlar ile travma sonrası iris patolojileri, açılı resesyonu izlenebilir.

2.2.5.2.7 Katarakt cerrahisi: Lens opasite seviyesinin belirlenmesinde, ameliyat sonrası GİL'nin konumunun değerlendirilmesinde, akomodatif GİL fonksiyonunun değerlendirilmesinde faydalıdır (39, 40, 44).

3.GEREÇ-YÖNTEM

Ankara Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi 3. Göz Polikliniğine Eylül 2008-Mart 2009 arasında başvuran, rastgele seçilmiş toplam 110 hastanın 220 gözü çalışmaya alındı. Oküler cerrahi geçirmiş hastalar, travma öyküsü bulunan hastalar, üveit geçirmiş hastalar, Pentacam ölçümüne uyum sağlayamayacak kadar küçük yaştaki çocuklar ve kooperasyonu zayıf olan erişkin hastalar çalışma grubuna dahil edilmedi.

Hastaların yaşı, kırma kusurları, düzeltilmemiş ve en iyi düzeltilmiş görme keskinlikleri, ön segment ve arka segment muayene bulguları, göz içi basınçları hasta kartlarına kaydedildi. Çalışma kriterlerine uyan hastalara yapılan çalışmadan bahsedildi. Hastalardan normal pupilla büyüklüğü şartlarında Pentacam Scheimpflug Kamera (Oculus) ölçümleri alındı. Ölçümler aynı hekim tarafından ve aynı odada, karanlık şartlarda yapıldı. Hastalardan kamera içindeki fiksasyon hedefine bakmaları istendi. Pentacam'ın "OK" ile sonuçlandığı ölçümler dikkate alındı. Ölçümlerde software version 1.16 kullanıldı.

Santral Kornea Kalınlığı (SKK), Ön Kamara Hacmi (ÖKH), Ön Kamara Derinliği (ÖKD) değerleri kaydedildi. Ön kamara derinliği kornea tepesindeki epitel ile kristalin lensin ön yüzeyi arasındaki mesafe olarak alındı.

Açı ölçümleri 0°, 30°, 60°, 90°, 120°, 150°, 180°, 210°, 240°, 270°, 300°, 330° den olmak üzere her göz için 12 noktadan yapılarak hasta kartlarına işlendi. 0°, 30°, 60°, 90° ölçümlerinin aritmetik ortalaması sağ gözde üst nazal (ÜN) kadranın sol gözde üst temporal (ÜT) kadranın açı değeri, 90°, 120°, 150°, 180° ölçümlerinin aritmetik ortalaması sağ gözde ÜT kadranın sol gözde ÜN kadranın açı değeri, 180°, 210°, 240°, 270° ölçümlerinin aritmetik ortalaması sağ gözde alt temporal (AT) kadranın sol gözde alt nazal(AN) kadranın açı değeri, 270°, 300°, 330°, 0° ölçümlerinin aritmetik ortalaması sağ gözde AN kadranın açı değeri sol gözde AT kadranın açı değeri olarak kabul edildi.

Hastalar 20 yaş ve altı, 21-40 yaş, 41 yaş ve üzeri olmak üzere 3 gruba ayrıldı. 20 yaş ve altı hastalar 1. grup, 21-40 yaş arası hastalar 2. grup, 41 yaş ve üzeri hastalar 3. grup olarak kodlandı. 1.grup 40 hastanın 80 gözünden alınan ölçümlerden, 2. grup 33 hastanın 66 gözünden alınan ölçümlerden, 3. grup 37 hastanın 74 gözünden alınan ölçümlerden oluşmaktaydı.

SPSS 11,5 yazılımı (SPSS Inc, Chicago, Illinois, USA) ile istatistiksel analizler yapıldı. Yaş gruplarına göre farklılık Tek Yönlü Varyans analizi ile incelendi. Farklılık önemli bulunduğunda ikili karşılaştırmalar Duncan Testi ile gerçekleştirildi. Kadranlar arasındaki farklılık Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi ile incelendi. Farklılık önemli bulunduğunda ikili karşılaştırmalar Bonferroni yöntemi ile yapıldı. Sayısal değişkenler arasındaki ilişki Pearson korelasyon katsayısı (r) ile incelendi. $P < 0,05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

4. BULGULAR

Çalışmamıza 110 hastanın 220 gözü dahil edildi. Hastalarımızın 61'i (%55,5) erkek, 49'u (%44,5) kadındı. 40 hasta (%36,4) 20 yaş ve altı yani 1. grupta, 33 hasta (%30,0) 21-40 yaş yani 2. grupta, 37 hasta (%33,6) 41 yaş ve üzeri yani 3. grupta yer aldı. En genç hastamız 9 en yaşlı hastamız 81 yaşındaydı.

Sağ gözde ÜT kadrındaki açı değeri tüm yaş gruplarında ortalama $35,87^{\circ} \pm 5,93^{\circ}$ ($13,9^{\circ}$ - $51,7^{\circ}$) olarak saptandı. Sağ ÜT kadrın açısı 1. grupta $37,19^{\circ} \pm 4,77^{\circ}$ ($25,7^{\circ}$ - $51,7^{\circ}$), 2. grupta $37,13^{\circ} \pm 4,19^{\circ}$ ($27,4^{\circ}$ - $46,2^{\circ}$), 3. grupta $33,33^{\circ} \pm 7,48^{\circ}$ ($13,9^{\circ}$ - $46,2^{\circ}$) olarak saptandı. Bu değerlere göre sağ göz ÜT kadrının açı değeri 1. ve 2. grupta birbirinden farklı değilken 3. grubun açısı diğer gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı bir oranda dardı. ($p < 0,05$)

Ortalama	1.Grup	2.Grup	3.Grup
$35,87^{\circ} \pm 5,93^{\circ}$	$37,19^{\circ} \pm 4,72^{\circ}$	$37,13^{\circ} \pm 4,19^{\circ}$	$33,33^{\circ} \pm 7,48^{\circ}$

Sağ Üst Temporal Kadran Açı Genişlikleri

Sağ gözde ÜN kadrındaki açı değeri tüm yaş gruplarında ortalama $36,43^{\circ} \pm 5,86^{\circ}$ ($13,1^{\circ}$ - $46,8^{\circ}$) olarak saptandı. Sağ gözde ÜN kadrın açısı 1. grupta $38,23^{\circ} \pm 3,75^{\circ}$ ($31,9^{\circ}$ - $46,1^{\circ}$), 2. grupta $38,24^{\circ} \pm 4,32^{\circ}$ ($28,8^{\circ}$ - $45,1^{\circ}$), 3. grupta $32,87^{\circ} \pm 7,25^{\circ}$ ($13,1^{\circ}$ - $46,8^{\circ}$) olarak saptandı. Bu değerlere göre sağ göz ÜN kadrının açı değeri 1. ve 2. grupta birbirinden farklı değilken 3. grubun açısı diğer gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı bir oranda dardı. ($p < 0,05$)

Ortalama	1.Grup	2.Grup	3.Grup
$36,43^{\circ} \pm 5,86^{\circ}$	$38,23^{\circ} \pm 3,75^{\circ}$	$38,24^{\circ} \pm 4,32^{\circ}$	$32,87^{\circ} \pm 7,25^{\circ}$

Sağ Üst Nazal Kadran Açı Genişlikleri

Sağ gözde AT kadrındaki açı değeri tüm yaş gruplarında ortalama $36,95^{\circ} \pm 6,27^{\circ}$ ($16,1^{\circ}$ - $50,8^{\circ}$) olarak saptandı. Sağ gözde AT kadrın açısı 1. grupta $38,26^{\circ} \pm 4,43^{\circ}$ ($29,1^{\circ}$ - $50,8^{\circ}$), 2. grupta $39,98^{\circ} \pm 5,02^{\circ}$ ($29,7^{\circ}$ - $50,7^{\circ}$), 3. grupta $32,85^{\circ} \pm 6,92^{\circ}$ ($16,1^{\circ}$ - $45,1^{\circ}$) olarak saptandı. Bu değerlere göre sağ göz AT kadrının açı değeri 1. ve 2. grupta birbirinden farklı değilken 3. grubun açısı diğer gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı bir oranda dardı. ($p < 0,05$)

Ortalama	1.Grup	2.Grup	3.Grup
$36,95^{\circ} \pm 6,27^{\circ}$	$38,26^{\circ} \pm 4,43^{\circ}$	$39,98^{\circ} \pm 5,02^{\circ}$	$32,85^{\circ} \pm 6,92^{\circ}$

Sağ Alt Temporal Kadran Açı Genişlikleri

Sağ gözde AN kadrındaki açı değeri tüm yaş gruplarında ortalama $36,68^{\circ} \pm 6,56^{\circ}$ ($15,5^{\circ}$ - $53,7^{\circ}$) olarak saptandı. Sağ gözde AN kadrın açısı 1. grupta $38,30^{\circ} \pm 5,35^{\circ}$ ($24,4^{\circ}$ - $49,9^{\circ}$), 2. grupta $39,54^{\circ} \pm 4,98^{\circ}$ ($30,8^{\circ}$ - $53,7^{\circ}$), 3. grupta $32,37^{\circ} \pm 6,91^{\circ}$ ($15,5^{\circ}$ - $44,1^{\circ}$) olarak saptandı. Bu değerlere göre sağ göz AN kadrının açı değeri 1. ve 2. grupta birbirinden farklı değilken 3. grubun açısı diğer gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı bir oranda dardı. ($p < 0,05$)

Ortalama	1.Grup	2.Grup	3.Grup
$36,68^{\circ} \pm 6,56^{\circ}$	$38,30^{\circ} \pm 5,35^{\circ}$	$39,54^{\circ} \pm 4,98^{\circ}$	$32,37^{\circ} \pm 6,91^{\circ}$

Sağ Alt Nazal Kadran Açı Genişlikleri

Sol gözde ÜT kadrındaki açı değeri tüm yaş gruplarında ortalama $35,96^{\circ} \pm 5,60^{\circ}$ ($16,2^{\circ}$ - $57,0^{\circ}$) olarak saptandı. Sol gözde ÜT kadrın açısı 1. grupta $36,72^{\circ} \pm 4,18^{\circ}$ ($26,1^{\circ}$ - $50,2^{\circ}$), 2. grupta $37,67^{\circ} \pm 5,17^{\circ}$ ($27,6^{\circ}$ - $45,7^{\circ}$), 3. grupta $33,62^{\circ} \pm 6,59^{\circ}$ ($16,2^{\circ}$ - $57,0^{\circ}$) olarak saptandı. Bu değerlere göre sol göz ÜT kadrının açı değeri 1. ve 2. grupta birbirinden farklı değilken 3. grubun açısı diğer gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı bir oranda dardı. ($p < 0,05$)

Ortalama	1.Grup	2.Grup	3.Grup
35,96°±5,60°	36,72°±4,18°	37,67°±5,17°	33,62°±6,59°

Sol Üst Temporal Kadran Aç ı Genişlikleri

Sol gözde ÜN kadrındaki aç ı değeri tüm yaş gruplarında ortalama 35,90°±5,78° (14,5°-54,5°) olarak saptandı. Sol gözde ÜN kadran aç ısı 1. grupta 37,33°±3,95° (27,8°-45,4°), 2. grupta 37,20°±4,60° (25,6°-44,6°), 3. grupta 33,19°±7,34° (14,5°-54,5°) olarak saptandı. Bu değ erlere göre sol göz ÜN kadrının aç ı değeri 1. ve 2. grupta birbirinden farklı değ ilken 3. grubun aç ısı diğ er gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı bir oranda dardı. (p<0,05)

Ortalama	1.Grup	2.Grup	3.Grup
35,90°±5,78°	37,33°±3,95°	37,20°±4,60°	33,19°±7,34°

Sol Üst Nazal Kadran Aç ı Genişlikleri

Sol gözde AT kadrındaki aç ı değeri tüm yaş gruplarında ortalama 36,96°±6,57° (18,0°-59,0°) olarak saptandı. Sol gözde AT kadran aç ısı 1. grupta 38,21°±4,95° (25,0°-48,0°), 2. grupta 39,67°±5,62° (28,0°-49,0°), 3. grupta 33,20°±7,30° (18,0°-59,0°) olarak saptandı. Bu değ erlere göre sol göz ÜT kadrının aç ı değeri 1. ve 2. grupta birbirinden farklı değ ilken 3. grubun aç ısı diğ er gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı bir oranda dardı. (p<0,05)

Ortalama	1.Grup	2.Grup	3.Grup
36,96°±6,57°	38,21°±4,95°	39,67°±5,62°	33,20°±7,30°

Sol Alt Temporal Kadran Aç ı Genişlikleri

Sol gözde AN kadrındaki açı değeri tüm yaş gruplarında ortalama $36,88^{\circ} \pm 6,51^{\circ}$ ($16,4^{\circ}$ - $56,1^{\circ}$) olarak saptandı. Sol gözde AN kadrın açısı 1. grupta $39,22^{\circ} \pm 4,54^{\circ}$ ($28,7^{\circ}$ - $48,0^{\circ}$), 2. grupta $39,07^{\circ} \pm 5,10^{\circ}$ ($27,1^{\circ}$ - $49,1^{\circ}$), 3. grupta $33,39^{\circ} \pm 7,21^{\circ}$ ($16,4^{\circ}$ - $56,1^{\circ}$) olarak saptandı. Bu değerlere göre sol göz AN kadrının açı değeri 1. ve 2. grupta birbirinden farklı değilken 3. grubun açısı diğer gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı bir oranda dardı. ($p < 0,05$)

Ortalama	1.Grup	2.Grup	3.Grup
$36,88^{\circ} \pm 6,51^{\circ}$	$39,22^{\circ} \pm 4,54^{\circ}$	$39,07^{\circ} \pm 5,10^{\circ}$	$33,39^{\circ} \pm 7,21^{\circ}$

Sol Alt Nazal Kadran Açılı Genişlikleri

Sonuç olarak 1.grubun tüm kadrnlardaki ÖKA genişliği ile 2. grubun ÖKA genişliği arasında fark saptanmamıştır. Üçüncü grupta ise ÖKA tüm kadrnlarda diğer iki gruba göre daha dardır.

Kadrnlr arası farklılıklar her grubun kendi içinde değerlendirildi.

Birinci gruptaki hastaların sağ gözlerinde; Kadrnlr arasında anlamlı bir açı derecesi farklılığı saptanmadı ($F=1,043$ $p=0,359$).

Kadran	ÜT	ÜN	AT	AN
ÜT		Fark yok	Fark yok	Fark yok
ÜN	Fark yok		Fark yok	Fark yok
AT	Fark yok	Fark yok		Fark yok
AN	Fark yok	Fark yok	Fark yok	

Birinci Grubun Sağ Gözündeki Kadran İlişkisi

Birinci gruptaki hastaların sol gözlerinde; Kadranlar arasındaki açı genişliği farkı ise anlamlıydı (F=5,183 p=0,004). Ancak bu farklılık sadece ÜT kadran ile AN kadran arasında anlamlı olup ÜT kadran AN kadrana göre daha dardı (p=0,011) .

Kadran	ÜT	ÜN	AT	AN
ÜT		Fark yok	Fark yok	ÜT<AN
ÜN	Fark yok		Fark yok	Fark yok
AT	Fark yok	Fark yok		Fark yok
AN	Fark yok	Fark yok	Fark yok	

Birinci Grubun Sol Gözündeki Kadran İlişkisi

İkinci gruptaki hastaların sağ gözlerinde; Kadranlar arasındaki açı derecesi farklılığı anlamlı bulundu (F=9,560 p<0,001). ÜT kadran ile ÜN kadrans arasında fark saptanmadı (p=0,192). Ancak ÜT kadran alt kadranslardan anlamlı oranda daha dardı (p<0,001 p=0,003). ÜN kadran ile diğer kadrans arasında ise anlamlı fark saptanmadı (p=0,192 p=0,143 p=0,360). AT kadransın derecesi sadece ÜT kadransın derecesinden farklıydı (p<0,001). Benzer şekilde AN kadransla sadece ÜT kadransın farkı anlamlı bulundu (p=0,003). Hem AN kadran hem de AT kadran ÜT kadransdan daha genişti.

Kadran	ÜT	ÜN	AT	AN
ÜT		Fark yok	ÜT<AT	ÜT<AN
ÜN	Fark yok		Fark yok	Fark yok
AT	AT>ÜT	Fark yok		Fark yok
AN	AN>ÜT	Fark yok	Fark yok	

İkinci Grubun Sağ Gözündeki Kadran İlişkisi

İkinci gruptaki hastaların sol gözlerinde; Kadranlar arası açı derecesi farklılığı anlamlı bulundu (F=6,223 p=0,003). Sol gözde ÜT kadran ile diğer kadranslar arasında da anlamlı fark saptanmadı. (p=1,0 p=0,398 p=0,620). ÜN kadran ile alt kadranslar arasındaki fark anlamlı olup, ÜN kadran alt kadranslardan daha dardı (p=0,032 p=0,018). AT ile AN kadran arasında anlamlı fark saptanmadı. AT kadransın derecesi sadece ÜN kadransın derecesinden anlamlı olarak farklıydı(p=0,018). Benzer şekilde AN kadransla sadece ÜN kadransın farkı anlamlı saptandı (p=0,032). Hem AN kadran hem de AT kadran ÜN kadransdan daha geniştir.

Kadran	ÜT	ÜN	AT	AN
ÜT		Fark yok	Fark yok	Fark yok
ÜN	Fark yok		ÜN<AT	ÜN<AN
AT	Fark yok	AT>ÜN		Fark yok
AN	Fark yok	AN>ÜN	Fark yok	

İkinci Grubun Sol Gözündeki Kadran İlişkisi

Üçüncü grubun hem sağ hem de sol gözlerinde; Kadranlar arasında anlamlı bir açı genişliği farkı saptanmamıştır.(Sağ için F=0,826 p=0,466 Sol için F=1,789 p=0,172)

Kadran	ÜT	ÜN	AT	AN
ÜT		Fark yok	Fark yok	Fark yok
ÜN	Fark yok		Fark yok	Fark yok
AT	Fark yok	Fark yok		Fark yok
AN	Fark yok	Fark yok	Fark yok	

Üçüncü Grubun Sağ Gözündeki Kadran İlişkisi

Kadran	ÜT	ÜN	AT	AN
ÜT		Fark yok	Fark yok	Fark yok
ÜN	Fark yok		Fark yok	Fark yok
AT	Fark yok	Fark yok		Fark yok
AN	Fark yok	Fark yok	Fark yok	

Üçüncü Grubun Sol Gözündeki Kadran İlişkisi

ÖKD kornea ön yüzey tepe noktası ile lensin ön yüzey tepe noktası arasındaki mesafe olarak tanımlandı. Tüm yaş gruplarında ortalama sağ göz ÖKD $3,07\pm 0,55$ mm (1,50-3,96 mm) olarak saptandı. 1. grupta ortalama ÖKD $3,36\pm 0,29$ mm (2,68-3,83 mm) 2. grupta ortalama ÖKD $3,34\pm 0,42$ mm (2,06-3,96 mm) 3. grupta ortalama ÖKD $2,52\pm 0,46$ mm (1,50-3,63 mm) olarak saptandı. Bu değerlere göre 1. ve 2. grubun ÖKD arasında anlamlı fark yokken ($p=0,797$) 3. grubun ÖKD anlamlı oranda diğer gruplardan sığ olarak saptandı. ($p<0,05$)

Ortalama	1.Grup	2.Grup	3.Grup
$3,07\pm 0,55$	$3,36\pm 0,29$	$3,34\pm 0,42$	$2,52\pm 0,46$

Sağ Göz Ön Kamara Derinlikleri (mm)

Tüm yaş gruplarında ortalama sol göz ÖKD $3,08\pm 0,60$ mm (1,46-5,62 mm) olarak saptandı. 1. grupta ortalama ÖKD $3,33\pm 0,31$ mm (2,44-3,78 mm) 2. grupta ortalama ÖKD $3,34\pm 0,40$ mm (2,01-4,00 mm) 3. grupta ortalama ÖKD $2,57\pm 0,67$ mm (1,47-5,62 mm) olarak saptandı. Bu değerlere göre 1.ve 2.grubun ÖKD arasında anlamlı fark yokken ($p=0,899$) 3. grubun ÖKD anlamlı oranda diğer gruplardan sığ olarak saptandı. ($p<0,05$)

Ortalama	1.Grup	2.Grup	3.Grup
$3,08\pm 0,60$	$3,33\pm 0,31$	$3,34\pm 0,40$	$2,57\pm 0,67$

Sol Göz Ön Kamara Derinlikleri(mm)

Tüm yaş gruplarında ortalama sağ göz ÖKH $200,06 \pm 59,08 \mu^3$ (56-322 μ^3) olarak saptandı. 1. grupta ortalama ÖKH $229,28 \pm 37,66 \mu^3$ (126-287 μ^3) 2. grupta ortalama ÖKH $231,30 \pm 39,85 \mu^3$ (155-322 μ^3). 3. grupta ortalama ÖKH $140,62 \pm 46,32 \mu^3$ (56-276 μ^3) olarak saptandı. Bu değerlere göre 1.ve 2.grubun ÖKH arasında anlamlı fark yokken ($p=0,835$) 3. gurubun ÖKH anlamlı oranda diğer gruplardan az olarak saptandı.($p<0,05$)

Ortalama	1.Grup	2.Grup	3.Grup
$200,06 \pm 59,08$	$229,28 \pm 37,66$	$231,30 \pm 39,85$	$140,62 \pm 46,32$

Sağ Göz Ön Kamara Hacmi (μ^3)

Tüm yaş gruplarında ortalama sol göz ÖKH $196,31 \pm 57,56 \mu^3$ (56-317 μ^3) olarak saptandı. 1. grupta ortalama ÖKH $224,85 \pm 33,83 \mu^3$ (128-282 μ^3) 2. grupta ortalama ÖKH $225,88 \pm 42,38 \mu^3$ (152-317 μ^3). 3. grupta ortalama ÖKH $139,08 \pm 46,09 \mu^3$ (56-278 μ^3) olarak saptandı. Bu değerlere göre 1.ve 2.grubun ÖKH arasında anlamlı fark yokken ($p=0,915$) 3. gurubun ÖKH anlamlı oranda diğer gruplardan az olarak saptandı.($p<0,05$)

Ortalama	1.Grup	2.Grup	3.Grup
$196,31 \pm 57,56$	$224,85 \pm 33,83$	$225,88 \pm 42,38$	$139,08 \pm 46,09$

Sol Göz Ön Kamara Hacmi (μ^3)

Tüm yaş gruplarında ortalama sağ göz santral kornea kalınlığı (SKK) $537,71 \pm 39,83 \mu$ (433-617 μ) olarak saptandı. 1. grupta ortalama SKK $555,23 \pm 29,05 \mu$ (485-607 μ) 2. grupta ortalama SKK $521,58 \pm 41,71 \mu$ (433-587 μ) 3. grupta ortalama SKK $533,16 \pm 41,74 \mu$ (470-617 μ) olarak saptandı. Bu değerlere göre 2.ve 3.grubun SKK arasında anlamlı fark yokken ($p=0,191$) 1. gurubun SKK anlamlı oranda diğer gruplardan kalın olarak saptandı.($p<0,05$)

Ortalama	1.Grup	2.Grup	3.Grup
537,71±39,83	555,23±29,05	521,58±41,71	533,16±41,74

Sağ Göz Santral Kornea Kalınlığı (μ)

Tüm yaş gruplarında ortalama sol göz SKK 529,94±39,54 μ (440-615μ) olarak saptandı. 1. grupta ortalama SKK 547,70±34,67 μ (464-604 μ) 2. grupta ortalama SKK 516,94±40,14 μ (440-586 μ) 3. grupta ortalama SKK 522,32±37,87 μ (458-615 μ) olarak saptandı. Bu değerlere göre 2.ve 3.grubun SKK arasında anlamlı fark yokken (p=0,541) 1. gurubun SKK anlamlı oranda diğer gruplardan kalın olarak saptandı.(p<0,05)

Ortalama	1.Grup	2.Grup	3.Grup
529,94±39,54	547,70±34,67	516,94±40,14	522,32±37,87

Sol Göz Santral Kornea Kalınlığı (μ)

Ön kamara verilerinin birbirileri ile olan ilişkileri:

Birinci grupta sağ gözde; SKK'nın hiçbir değerle ilişkisi saptanmadı. ÖKH'nin ÖKD ile pozitif yönlü kuvvetli ilişkisi mevcuttu (p<0,001). Aynı şekilde ÖKD'nde ÖKH ile pozitif yönlü kuvvetli ilişkisi mevcuttu (p<0,001). ÜT kadran aç genişliğinin hem ÜN hem de AT kadran açılarıyla pozitif yönlü kuvvetli ilişkisi mevcuttu (p<0,001). ÜN kadran aç genişliğinin ÜT kadran aç genişliği ile pozitif yönlü kuvvetli ilişkisi (p<0,001), AT kadran aç genişliği ile pozitif yönlü zayıf ilişkisi mevcuttu (p=0,001). AT kadran aç genişliğinin diğer kadranların genişliği ile pozitif yönlü zayıf bir ilişkisi mevcuttu (p=0,001). AN kadran aç genişliğinin sadece AT kadran aç genişliği ile pozitif yönlü zayıf ilişkisi mevcuttu (p<0,001).

	SKK	ÖKD	ÖKH	ÜTK	ÜNK	ATK	ANK
SKK		İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok
ÖKD	İlişki yok		+kuvvetli	İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok
ÖKH	İlişki yok	+kuvvetli		İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok
ÜTK	İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok		+kuvvetli	+kuvvetli	İlişki yok
ÜNK	İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok	+kuvvetli		<i>+ zayıf</i>	İlişki yok
ATK	<i>+ zayıf</i>	<i>+ zayıf</i>	<i>+ zayıf</i>	<i>+ zayıf</i>	<i>+ zayıf</i>		<i>+ zayıf</i>
ANK	İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok	<i>+ zayıf</i>	

Birinci Grubun Sağ Göz Verilerinin İlişkisi

Birinci grupta sol gözde; SKK'nın hiçbir değerle ilişkisi saptanmadı. ÖKH'nin ÖKD ile pozitif yönlü kuvvetli ilişkisi mevcuttu ($p<0,001$). Aynı şekilde ÖKD'nde ÖKH ile pozitif yönlü kuvvetli ilişkisi mevcuttu ($p<0,001$). ÜT kadran açığı genişliğinin ÜN ve AT kadran açılarıyla pozitif yönlü zayıf ilişkisi ($p<0,001$). ÜN kadran açığı genişliğinin SKK ile pozitif yönlü zayıf ($p=0,002$), ÜT kadran açığı genişliği ile pozitif yönlü zayıf ilişkisi saptandı ($p<0,001$). AT kadran açığı genişliğinin ÜT ve AN kadran açığı genişliği ile pozitif yönlü zayıf ilişkisi mevcuttu ($p<0,001$). AN kadran açığı genişliğinin ÜN ve AT kadran açığı genişliği ile pozitif yönlü zayıf ilişkisi mevcuttu ($p=0,002$ $p<0,001$).

	SKK	ÖKD	ÖKH	ÜTK	ÜNK	ATK	ANK
SKK		İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok
ÖKD	İlişki yok		+kuvvetli	İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok
ÖKH	İlişki yok	+kuvvetli		İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok
ÜTK	İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok		<i>+ zayıf</i>	<i>+ zayıf</i>	İlişki yok
ÜNK	İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok		İlişki yok	İlişki yok
ATK	İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok	<i>+ zayıf</i>	İlişki yok		<i>+ zayıf</i>
ANK	İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok	<i>+ zayıf</i>	<i>+ zayıf</i>	

Birinci Grubun Sol Göz Verilerinin İlişkisi

İkinci grupta sağ gözde; SKK'nın hiçbir değerle ilişkisi saptanmadı. ÖKH'nin ÖKD ile pozitif yönlü kuvvetli ilişkisi mevcuttu ($p<0,001$). ÖKD'nde ÖKH ile pozitif yönlü kuvvetli ilişkisi mevcuttu ($p<0,001$). Tüm kadransların açı genişliklerinin diğer kadrans açı genişlikleriyle pozitif yönlü kuvvetli ilişkisi mevcuttu ($p<0,001$). Hiçbir açı genişliği SKK ve ÖKH ve ÖKD ile ilişkili değildi.

	SKK	ÖKD	ÖKH	ÜTK	ÜNK	ATK	ANK
SKK		İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok
ÖKD	İlişki yok		+kuvvetli	İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok
ÖKH	İlişki yok	+kuvvetli		İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok
ÜTK	İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok		+kuvvetli	+kuvvetli	+kuvvetli
ÜNK	İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok	+kuvvetli		+kuvvetli	+kuvvetli
ATK	İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok	+kuvvetli	+kuvvetli		+kuvvetli
ANK	İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok	+kuvvetli	+kuvvetli	+kuvvetli	

İkinci Grubun Sağ Göz Verilerinin İlişkisi

İkinci grupta sol gözde; SKK'nın ÜN açı genişliği ($p=0,024$) ve ÜT açı genişliği ($p=0,044$) ile negatif yönlü zayıf ilişkisi saptandı. ÖKH'nin ÖKD ile pozitif yönlü kuvvetli ilişkisi ($p<0,001$). ÖKD'nde ÖKH ile pozitif yönlü kuvvetli ilişkisi mevcuttu ($p<0,001$). ÖKD ile ÜT kadrans ($p=0,035$), AN kadrans ($p=0,030$) ve AT kadrans ($p=0,010$) açı genişlikleri arasında pozitif yönlü zayıf ilişkisi vardı. Tüm kadransların açı genişliklerinin diğer kadrans açı genişlikleriyle pozitif yönlü kuvvetli ilişkisi mevcuttu ($p<0,001$). Hiçbir açı genişliği SKK ve ÖKH ve ÖKD ile ilişkili değildi.

	SKK	ÖKD	ÖKH	ÜTK	ÜNK	ATK	ANK
SKK		İlişki yok	İlişki yok	<i>-zayıf</i>	<i>-zayıf</i>	İlişki yok	İlişki yok
ÖKD	İlişki yok		+kuvvetli	<i>+zayıf</i>	İlişki yok	<i>+zayıf</i>	<i>+zayıf</i>
ÖKH	İlişki yok	+kuvvetli		İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok
ÜTK	İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok		+kuvvetli	+kuvvetli	+kuvvetli
ÜNK	İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok	+kuvvetli		+kuvvetli	+kuvvetli
ATK	İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok	+kuvvetli	+kuvvetli		+kuvvetli
ANK	İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok	+kuvvetli	+kuvvetli	+kuvvetli	

İkinci Grubun Sol Göz Verilerinin İlişkisi

Üçüncü grupta sağ gözde; SKK'nın hiçbir değerle ilişkisi saptanmadı ($p>0,005$). ÖKH ÖKD ve açı dereceleriyle pozitif yönlü kuvvetli ilişkiye sahipti ($p<0,001$). ÖKD ile ÖKH arasında kuvvetli ($p<0,001$) açı dereceleriyle arasında zayıf ilişki mevcuttu. Tüm kadrantların açı genişliklerinin diğer kadrant açı genişlikleriyle ve ÖKH ile pozitif yönlü kuvvetli, ÖKD ile pozitif yönlü zayıf ilişkisi mevcuttu. ($p<0,001$)

	SKK	ÖKD	ÖKH	ÜTK	ÜNK	ATK	ANK
SKK		İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok
ÖKD	İlişki yok		+kuvvetli	<i>+zayıf</i>	<i>+zayıf</i>	<i>+zayıf</i>	<i>+zayıf</i>
ÖKH	İlişki yok	+kuvvetli		+kuvvetli	+kuvvetli	+kuvvetli	+kuvvetli
ÜTK	İlişki yok	<i>+zayıf</i>	+kuvvetli		+kuvvetli	+kuvvetli	+kuvvetli
ÜNK	İlişki yok	<i>+zayıf</i>	+kuvvetli	+kuvvetli		+kuvvetli	+kuvvetli
ATK	İlişki yok	<i>+zayıf</i>	+kuvvetli	+kuvvetli	+kuvvetli		+kuvvetli
ANK	İlişki yok	<i>+zayıf</i>	+kuvvetli	+kuvvetli	+kuvvetli	+kuvvetli	

Üçüncü Grubun Sağ Göz Verilerinin İlişkisi

Üçüncü grupta sol gözde; SKK'nın hiçbir değerle ilişkisi saptanmadı ($p>0,005$). ÖKH ÖKD ve açı dereceleriyle pozitif yönlü kuvvetli ilişkiye sahipti ($p<0,001$). ÖKD ile ÖKH arasında kuvvetli, açı dereceleriyle arasında zayıf ilişki mevcuttu. Tüm kadransların açı genişliklerinin diğer kadrans açı genişlikleriyle ve ÖKH ile pozitif yönlü kuvvetli, ÖKD ile pozitif yönlü zayıf ilişkisi mevcuttu. ($p<0,001$)

	SKK	ÖKD	ÖKH	ÜTK	ÜNK	ATK	ANK
SKK		İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok	İlişki yok
ÖKD	İlişki yok		+kuvvetli	<i>+zayıf</i>	<i>+zayıf</i>	<i>+zayıf</i>	<i>+zayıf</i>
ÖKH	İlişki yok	+kuvvetli		+kuvvetli	+kuvvetli	+kuvvetli	+kuvvetli
ÜTK	İlişki yok	<i>+zayıf</i>	+kuvvetli		+kuvvetli	+kuvvetli	+kuvvetli
ÜNK	İlişki yok	<i>+zayıf</i>	+kuvvetli	+kuvvetli		+kuvvetli	+kuvvetli
ATK	İlişki yok	<i>+zayıf</i>	+kuvvetli	+kuvvetli	+kuvvetli		+kuvvetli
ANK	İlişki yok	<i>+zayıf</i>	+kuvvetli	+kuvvetli	+kuvvetli	+kuvvetli	

Üçüncü Grubun Sol Göz Verilerinin İlişkisi

5.TARTIŞMA

ÖKA'nın değerlendirilmesinde standart yöntem olarak kabul edilen gonyoskopi gözlemciler arası değişkenliğin fazla olması, değerlendirmenin subjektif kriterlere dayanıyor olması başta olmak üzere bazı olumsuzluklara sahiptir. Bu olumsuzluklar yeni ÖKA değerlendirme yöntemlerinin arayışını tetiklemiştir. Bu arayışın ürünü olan UBM, Pentacam, ön segment OKT gibi cihazlar açının yapısını göstermekte, açığa ait daha objektif bulgular sunmakta ve riskli açıları tam olarak gösterebilmektedir. Diğer yandan kornea kalınlığı, korneal kırıcılık, yüzey düzensizlikleri, ÖKD, ÖKH, pupil çapı gibi birçok ön segment parametrelerini aynı anda ölçerek, birbirleriyle karşılaştırma ve ilişki kurma olanağı sağlamaktadır. (11).

Biz bu cihazlardan birisi olan Pentacam ile hastalarımızın açı genişliklerini yaş gruplarına ve kadranlara göre inceleyip diğer ön kamara parametreleriyle olan ilişkisini değerlendirdik. Konumuzla doğrudan ilgili yayınlanmış az sayıdaki çalışmanın yanı sıra konumuzla ilişkili bazı çalışmaların da sonucu ışığında kendi sonuçlarımızı tartışmayı amaçladık.

Çalışma gruplarımızda başta açı genişliği olmak üzere diğer ön kamara parametrelerin yaş gruplarına ve kadranlara göre birbirleriyle karşılaştırmalı olarak incelendi. ÖKA, ÖKD ve ÖKH ölçümleri 1. ve 2. grupta benzer çıkarken 3. grupta daha düşük çıkmaktadır. Bu değişimde lensin aksiyel uzunluğunun ve hacminin hayat boyu artması asıl faktördür. Ancak tek faktör değildir. Çünkü lens hacmindeki artış oranı genç yaşlarda daha fazla olmakta, zamanla artış hızı düşmektedir. Doğumda lens 65 mg iken 1. Yaş sonunda 125 mg'a ulaşır. On yaşına kadar yılda 2.8 mg artar ve 150 mg'a ulaşır. Bu yaştan sonra yılda 1.4 mg artar. Kalınlık doğumda 4 mm'dir. Onüç yaşında 3.3 mm'ye düşer. Sonra tekrar artarak 5 mm'e ulaşır. Ekvatoryal çap doğumda 5 mm iken, 20 yaşında 9-10 mm'ye ulaşır (51). Oysa biz çalışmamızda 1. ve 2. grubun arasında fark saptayamazken 3. grubun ÖKA'sının daha dar, ÖKD ve ÖKH'nin daha düşük değerlerde olduğunu saptadık. Bu verilere dayanarak ön kamara parametrelerindeki değişimin bir nedeninde lensin ekvator

çapının artmasına bağlı zonüller gerginliğin azalması, böylece lens-iris diaframının öne hareketi olduğunu düşünmekteyiz.

SKK her iki gözde de 2. ve 3. grupta benzerken 1. grupta anlamlı oranda kalındı. Tüm yaş gruplarında ortalama sağ göz SKK $537,71 \pm 39,83 \mu$, 1. grupta ortalama SKK $555,23 \pm 29,05 \mu$, 2. grupta ortalama SKK $521,58 \pm 41,71 \mu$, 3. grupta ortalama SKK $533,16 \pm 41,74 \mu$ olarak saptandı. Sol gözde tüm yaş gruplarında ortalama SKK $529,94 \pm 39,54 \mu$, 1. grupta ortalama SKK $547,70 \pm 34,67 \mu$, 2. grupta ortalama SKK $516,94 \pm 40,14 \mu$, 3. grupta ortalama SKK $522,32 \pm 37,87 \mu$ olarak saptandı. Bu değerlere göre her iki gözde de 2.ve 3.grubun SKK arasında anlamlı fark yokken 1. gurubun SKK anlamlı kalındı. Öztürk ve ark. 106 sağlıklı Türk hasta üzerinde ultrason pakimetri ile yaptıkları SKK çalışmasında ortalama SKK'ı $530,9 \pm 33 \mu$ olarak bulmuşlardır (60). Bu sonuç bizim sonuçlarımıza benzerdir. Ancak hastalar yaş gruplarına göre sınıflandırılmadığından bu açıdan bir kıyas yapılamamaktadır. Ayrıca ultrason pakimetrinin Pentacam'a göre $6,5 \mu$ daha kalın ölçüm yaptığıda unutulmamalıdır (7).

Birinci grupta her iki gözde de kadranlar arasında bir istisna dışında fark olmadığını saptadık. İkinci grupta ise kadranlar arasında fark oluşmaya başlamakta alt kadranlar üst kadranlara oranla daha geniş hale gelmektedirler. Bu farklılık yaşın ilerlemesiyle tekrar ortadan kalkmakta ve istisnasız tüm kadranlar her iki gözde de benzer ölçümler vermektedirler.

Tüm gruplarda ÖKH ile ÖKD arasında kuvvetli ilişki saptandı ve birkaç istisna dışında SKK'nin hiçbir değerle ilişkisi saptanmadı. Birinci grupta birkaç istisna dışında kadranlardaki açı değerlerinin diğer parametreler ve kendi aralarında ilişkisi saptanmadı. Yaşın ilerlemesiyle ilişki kuvvetlenmekte, 2. grupta kadranlar kendi aralarında ilişkili hale gelmekte, 3. grupta diğer parametrelerle de ilişki göstermektedirler.

Tanja ve ark. 76 hastanın 76 gözünü kapsayan, Pentacam ile ön segment ölçümleri yaptıkları çalışmalarında hastaları yaşlarına göre 3 gruba bölmüşlerdir.

Birinci grup (27 göz) 18-39 yaş, 2. grup (25 göz) 40-59 yaş, 3. grup (24 göz) 60-77 yaş arasındaki hastalardan oluşmaktaydı. Çalışmacılar ÖKD, ÖKH, ortalama ve en küçük ÖKA'nı ölçmüşler, ÖKD'ni ölçerken korneada endoteli referans olarak almışlardır. ÖKD'i tüm hastalarda ortalama $2,93\pm 0,36$ mm 1. grupta $3,12\pm 0,31$ mm 2. grupta $2,89\pm 0,32$ mm 3. grupta $2,76\pm 0,37$ mm olarak bulmuşlardır. ÖKH'ni tüm hastalarda ortalama $160,3\pm 36,81$ μ^3 1. grupta $182,14\pm 33,15$ μ^3 2. grupta $157,60\pm 31,63$ μ^3 3. grupta $138,5\pm 32,69$ μ^3 olarak bulmuşlardır. ÖKH ve ÖKD'nin yaşla birlikte azaldığını belirtmişlerdir. Bu çalışmada ÖKD'ni ölçümler arasında büyük varyasyon göstermesi nedeniyle açı kapanma riskinin ancak zayıf bir göstergesi olabileceğini, ÖKA'nın daha güvenilir bir ilişkiye sahip olduğunu ifade etmişlerdir (25). Bizim çalışmamızda ki 2. grup ile bu çalışmanın 1. grubu, 2. grubumuz ile 3. grupları benzer yaştaki hastalardan oluşmaktadır. Bu gruplar kendi aralarında kıyaslandığında bizim ÖKD değerlerimizin daha fazla olduğu görülmektedir. Ancak bu farkın ölçümlerimizde çalışmadaki gibi endoteli değilde epiteli referans almamızdan kaynaklandığını düşünmekteyiz. Ama benzer şekilde bizim çalışmamızda göstermiştir ki yaşla birlikte ÖKD ve ÖKH azalmaktadır.

Aynı çalışmada tüm yaş gruplarının ortalama ÖKA'sı $34,81\pm 5,05^\circ$, en dar ÖKA'sı $29,99\pm 5,53^\circ$, 1. grupta ortalama ÖKA'sı $36,28\pm 4,74^\circ$, en dar ÖKA'sı $31,85\pm 4,54^\circ$, 2. grupta ortalama ÖKA'sı $33,84\pm 5,07^\circ$, en dar ÖKA'sı $28,70\pm 5,70^\circ$, 3. grupta ortalama ÖKA'sı $34,17\pm 5,19^\circ$, en dar ÖKA'sı $29,25\pm 6,02^\circ$ olarak bulunmuştur. Buna göre ortalama ve en dar açı değerlerinin 40-59 yaş grubunda olduğunu bildirmişlerdir (25). Bizim çalışmamızdaki yaş grupları farklılığı ve ön kamara açısının ortalama ve en dar bölgede hesaplamayıp kadranlara göre hesaplamamız nedeniyle birebir kıyaslama yapmak zordur. Ancak Tanja ve ark.'nın sonuçlarının aksine bizim çalışmamızda yaş arttıkça ÖKA'sının tüm kadranlarda daraldığını saptamıştır.

Tanja ve ark. bu bulgulara dayanarak ÖKD ve ÖKH arasında kuvvetli ilişki ($R=0,92$), ÖKD ve ortalama ÖKA arasında ılımlı ilişki ($R=0,65$), ÖKD ve en dar ÖKA arasında zayıf ilişki ($R=0,58$) saptamışlardır. ÖKH ve ÖKA arasında ise herhangi bir ilişki saptamamışlardır (25). Bizim çalışmamızda da tüm yaş

gruplarında ÖKD'i ile ÖKH arasında pozitif yönlü kuvvetli ilişki, ÖKD ile ÖKA arasında pozitif yönlü ılımlı ilişki saptanmıştır. Ancak ÖKH ile tüm kadrantlardaki ÖKA arasında 1. ve 2. grubumuzda da benzer şekilde ilişki yokken 3. grubumuzda ÖKH ile ÖKA arasında pozitif yönlü kuvvetli ilişki saptanmıştır.

Shankar ve arkadaşlarının 67 gözü kapsayan çalışmasında yaş grupları gözetilmemiş, ortalama ÖKH $191,92 \pm 36,0 \mu^3$, ÖKD $3,07 \pm 0,32$ mm, ÖKA $37,86 \pm 6,75^\circ$ olarak saptanmıştır. Tekrarlanan ölçümlerde en az değişkenliğin ÖKD'de ($\pm 0,007$ mm, %2,3) en fazla değişkenliğinde ÖKA'da ($\pm 5,45^\circ$, %14,4) olduğunu bulmuşlardır. Bu farklılığı ölçüm esnasındaki pupil çapındaki değişkenliğe bağlamışlardır. Çünkü ÖKD pupil çapından bağımsızken hem ÖKH hem de ÖKA pupil çapına bağlıdır. Bu değişkenliğe neden olabilecek diğer faktörler olarak da akomodasyon ve aköz üretim ve drenajındaki farklılığı göstermişlerdir. ÖKD'nin biometri, Fakik GİL implantasyonu başta olmak üzere diğer değerlere göre daha sık kullanılması nedeniyle ölçümlerin güvenli bir şekilde değerlendirilebileceğini ifade etmişlerdir (24). Biz benzer hata kaynaklarından etkilenmemek için tüm ölçümlerimizi aynı koşullarda ve karanlıkta yaptık.

Özlenen ve ark'nın 44 kataraktlı gözü kapsayan çalışmasında ÖKH $164,7 \pm 49,8 \mu^3$, ÖKD $3,0 \pm 0,8$ mm, ortalama ÖKA $35,7^\circ \pm 10,2^\circ$, temporal kadranda $33,0^\circ \pm 8,3^\circ$, nazal kadranda $35,3^\circ \pm 8,7^\circ$, üst kadranda $32,3^\circ \pm 8,7^\circ$, alt kadranda $36,3^\circ \pm 9,5^\circ$ olarak saptanmıştır. Fakoemülsifikasyon sonrasında ÖKH, ÖKD ve her dört kadranda da ÖKA'da anlamlı oranda artış saptanmıştır. Bu artış dar ön kamaralı, dar açılı hastalarda daha fazla oranda olmak üzere ortalama ÖKH'de 1,22 kat, ÖKD'de 1,34 kat, ÖKA'da 1,23 kattır (6). Pereira ve arkadaşları yaptıkları benzer bir çalışmada UBM kullanmış FAKO-IOL sonrası açı genişlemelerindeki oranı temporal kadranda 1,26 nazal kadranda 1,53 üst kadranda 1,36 alt kadranda 1,52 kat olarak belirtmişlerdir. Yani açı yaklaşık olarak 10° genişlemektedir (47).

Jeong Ho Yi ve arkadaşları gonyoskopi ile açık açı olarak tanımladıkları 81 gözün ÖKH'ni temporal ve nazal kadrantlarda ÖKA'nı Pentacam ve ön segment OKT'si ile ölçmüşlerdir. Buna göre sağ gözde Pentacam ile ÖKD $3,33 \pm 0,27$ mm

temporal kadranda ÖKA $45,41^{\circ} \pm 5,30^{\circ}$, nazal kadranda ÖKA $43,58^{\circ} \pm 5,04^{\circ}$ olarak, OKT ile ÖKD $3,32 \pm 0,26$ mm temporal kadranda ÖKA $46,18^{\circ} \pm 5,50^{\circ}$ nazal kadranda ÖKA $45,13^{\circ} \pm 5,89^{\circ}$ olarak saptanmıştır. Sol gözde ise Pentacam ile ÖKD $3,34 \pm 0,28$ mm, temporal kadranda ÖKA $47,32^{\circ} \pm 5,66^{\circ}$, nazal kadranda ÖKA $44,80^{\circ} \pm 5,38^{\circ}$ olarak, OKT ile ÖKD $3,31 \pm 0,28$ mm temporal kadranda ÖKA $46,67^{\circ} \pm 5,98^{\circ}$, nazal kadranda ÖKA $44,90^{\circ} \pm 5,94^{\circ}$ olarak saptanmıştır. Sonuç olarak her iki cihazdan elde edilen verilerin birbirine çok yakın olduğu ifade edilmiştir (4). Çalışmada hastaların ortalama yaşı 22 (18-33)'dir. Biz benzer yaştaki hastalardan oluşan 2. grubumuzda ÖKD'yi sağda $3,34 \pm 0,42$ solda $3,34 \pm 0,40$ olarak saptadık. Bu sonuçlar Jeong ve arkadaşların sonuçlarına benzemektedir. Çalışma Koreli hastalarda yapılmasına rağmen hastalarımızla benzer sonuçlar vermiştir. Oysa Asya toplumlarında ÖKD'nin daha dar olduğu ifade edilmişti. Biz bu tezat durumun çalışmacıların hasta seçim kriterlerinden kaynaklandığını düşünmekteyiz. Çünkü söz konusu çalışmaya sadece gonyoskopik olarak açık açısı olan hastalar alınmıştır. Hastalarımızda kadranslarda bulduğumuz ortalama açı değeri $32,38^{\circ}$ ile $39,98^{\circ}$ arasında değişmektedir. Bu değerler Jeong'un çalışmasındaki değerlerden daha düşüktür. Ama biz farkın yine hasta seçiminden kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Andrew ve arkadaşları Scheimpflug prensibine dayanan EAS-1000 (Nidek Co. Ltd. Aichi, Japan) ile yaş ortalaması $20,6 \pm 2,2$ olan 25 hastanın 25 gözünde yaptıkları çalışmada ÖKA ve ÖKD ölçümünde cihazın tekrarlanabilirliğini test etmeyi ve kadranslar arasında açı farklılığı olup olmadığını araştırmayı amaçlamışlardır. Aynı gözlemci ardı sıra 2 ölçüm yapmış, daha sonraki bir zamanda 2. bir gözlemci ölçümü tekrarlamış. İlk gözlemcinin ilk muayenesinde ortalama açı genişliği üst kadranda $35,55^{\circ} \pm 6,02^{\circ}$, alt kadranda $34,29^{\circ} \pm 4,92^{\circ}$, nazal kadranda $35,44^{\circ} \pm 2,80^{\circ}$, temporal kadranda $35,23^{\circ} \pm 4,68^{\circ}$ bulunmuştur. Aynı gözlemcinin diğer muayenesi ve diğer gözlemcinin muayenelerinde de anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Alt kadransın diğer kadranslara oranla daha dar, üst kadransın daha geniş ölçümlerine rağmen farkın anlamlı olmadığı sonucuna varmışlardır. Yine erkekler ile kadınlar arasında anlamlı fark saptanmamıştır. ÖKD'yi ilk muayenede $3,03 \pm 0,14$ mm ölçülmüş diğer ölçümlerde de anlamlı bir fark saptanmamıştır. Gerek açı gerekse derinlik ölçümlerinde anlamlı farklılığın olmaması nedeniyle araştırmacılar cihazın

tekrarlanabilirliğinin yüksek olduğu sonucuna varmışlardır. Aynı hastalara US biometri ile ÖKD'i ölçümleri yapılmış ve EAS-1000 ölçümlerinin US ölçümlerine göre anlamlı oranda düşük olduğu görülmüştür. Bu farklılığın muhtemel üç nedeninin olduğu ifade edilmiştir. İlk neden olarak EAS-1000 ile alınan 2 boyutlu fotografik görüntülerde, arasındaki mesafenin ölçüleceği arka kornea ile lens ön yüzünün uygulayıcı tarafından işaretlenmesinin doğuracağı hatalardır. İkinci neden bu resimlerdeki işaret noktalarının korneal refraksiyona göre değişebilmesi, üçüncü neden ise EAS-1000'de kontrol edilemeyen akomodasyon olarak gösterilmiştir. Dolayısıyla US biyometrinin EAS-1000'e göre ÖKD'ni daha doğru ve tekrar edilebilir şekilde ölçtüğünü ifade etmişleridir (30). Çalışmaya giren hastaların yaş dağılımına bakıldığında çalışmamızdaki ilk iki grupta kıyaslanabilecek yaşta hastaları içermektedir. Ancak çalışmamızda kullanılan Pentacam her ne kadar EAS-1000 ile benzer prensibi kullansa da yazılım açısından oldukça daha gelişmiştir. EAS-1000 her 45°'de bir ölçüm toplamda 8 ölçüm alırken, Pentacam 25-50 arasında ölçüm alabilir. Çalışmamızda biz bir kadran için 4 ölçümün ortalamasını alırken çalışmacılar her bir kadran için tek ölçüm (0°,90°,180°,270°) almışlardır. Pentacam ölçümleri kendisi otomatik olarak vermekte manuel işaretlemeye gerek bırakmamaktadır. Çalışmamızda 1. gruptaki hastaların sağ gözlerinde kadranlar arasında anlamlı bir açı derecesi farklılığı saptanmadı. Sol gözlerinde sadece ÜT kadran ile AN kadran arasında anlamlı farklılık vardı. İkinci gruptaki hastaların sağ gözlerinde sadece ÜT kadran ile alt kadranlardan fark saptandı. İkinci gruptaki hastaların sol gözlerinde sadece ÜN kadran ile alt kadranlardan fark saptandı.

Christopher ve ark. ÖKA'nın karanlık ve aydınlıktaki değişimini ve gonyoskopi ile karşılaştırılması amacıyla 18'i dar açılı toplam 55 Çinli hasta üzerinde yaptıkları çalışmada, hastaların nazal açıdaki AOD500 ve TISA500 değerleri ile pupil çapını hem aydınlık hem de karanlık ortamda ölçmüşlerdir. Karanlık oda gonyoskopisinde Shaffer sistemine göre Grade 2'den yukarı olanları açık açı, Grade 2 ve altını dar açı olarak sınıflamışlardır. Açık açılı hastalarda aydınlıkta AOD500 $694\pm330 \mu$, TISA500 $0,24\pm0,10 \text{ mm}^2$, karanlıkta AOD500 $492\pm265 \mu$, TISA500 $0,16\pm0,08 \text{ mm}^2$, olarak saptanmıştır. Kapalı açılı hastalarda aydınlıkta AOD500 $265\pm78 \mu$, TISA500 $0,10\pm0,03 \text{ mm}^2$, karanlıkta AOD500 $119\pm82 \mu$, TISA500 $0,05\pm0,04 \text{ mm}^2$ olarak

saptanmıştır. Her iki grupta da aydınlıktaki AOD500 ile TISA500 değeri karanlıktaki değerlerden anlamlı oranda yüksek saptanmıştır. Bu farklılık pupil çapı azaldıkça artmaktaydı (10). Çalışmamızda Pentacam ile yapılan ölçümler çalışmacıların karanlık ölçümlerini yaptığı oda şartlarında yapılmıştır. Aydınlıkta yapsaydık mevcut ölçümlerden daha geniş ölçümler alabilirdik.

He ve ark'nın yine Çinliler üzerinde yaptığı çalışmada gonyoskopi ile en dar kadranın üst kadran olduğu, nazal ve temporal kadranın birbirine eşit olduğu, en geniş kadranın ise alt kadran olduğu ifade edilmiştir (48).

Kunimatsu ve arkadaşları 80 hasta üzerinde yaptıkları UBM çalışmasında en yüksek kapalılık oranının %79 ile üst kadranda olduğu, bunu %64 ile alt kadranın takip ettiği, nazal kadran %33, temporal kadranın %26 oranında dar olduğunu saptamışlardır (49).

Edward ve ark'ın çalışmasında 'Time domain OKT' ile 'Fourier domain OKT' karşılaştırmasını yapmak amacıyla 54 gözde her iki cihazla açı ölçümleri yapmışlardır. Time domain OKT ile nazal açı $34,7^{\circ} \pm 9,5^{\circ}$, temporal açı $35,3^{\circ} \pm 8,5^{\circ}$, nazal AOD500 $435 \pm 95 \mu$, temporal AOD500 $443 \pm 103 \mu$ olarak saptanmıştır. Fourier domain OKT ile nazal açı $35,2^{\circ} \pm 8,9^{\circ}$, temporal açı $35,5^{\circ} \pm 9,0^{\circ}$, nazal AOD500 $444 \pm 98 \mu$, temporal AOD500 $452 \pm 99 \mu$ olarak saptanmıştır. Sonuçta her iki cihaz sonuçlarının birbirleriyle kıyaslanabilir olduğunu ifade etmişlerdir (38) Yaş grupları dikkate alındığında açı genişliği ölçümleri bizim ölçümlerimizle benzerlik göstermektedir.

Sakata ve arkadaşları kapalı açı taramasında OKT ve gonyoskopiye karşılaştırmak amacıyla yaptıkları çalışmada, yaşları 50 üzerinde ve %92'si Çinli olan 504 hasta üzerinde çalışmışlardır. Hastalara karanlık alan gonyoskopisi yapıp, kadranlar ayrı ayrı Scheie sınıflamasıyla sınıflandırılmışlar. Scheie III ve IV kapalı açı olarak kabul edilmiş. Visante OKT ile kadranların görüntüsü alınmış. İris ile sklerokorneal her türlü temas kapalı açı kabul edilmiş. Hastaların ortalama ÖKD'i $3,12 \text{ mm} \pm 0,36 \text{ mm}$ bulunmuş. Hastaların %16'sında kötü görüntü kalitesi nedeniyle skleral spur bulunamamış ve ÖKA sınıflandırılmamış. Sağ gözdeki kapalı açı

kadran sayısı ile sol gözdeki kapalı açılı kadran sayısı farklı bulunmamıştır. Hem gonyoskopi hem de OKT ile kapalı açının en sık üst kadranda olduğu saptanmıştır. Bunu alt kadran takip etmekteydi. OKT ölçümlerinde üst ve alt kadransların kapalılık oranı gonyoskopiye göre daha yüksek oranda saptanmışken, gonyoskopide temporal kadransın dar saptanma oranı OKT'e göre daha yüksek olarak bulunmuştur. OKT ile hastaların %59'unda, gonyoskopi ile %33'ünde en az bir kadransın kapalı olduğu saptanmıştır. Temporal ve nazal kadranslardaki kapalı açılı saptamada iki teknik arasındaki benzerlik üst ve alt kadransdaki benzerliğe göre daha iyidir. Sadece 3 kadransda gonyoskopide darlık saptandığı halde bu kapalılık OKT ile doğrulanamamıştır. Yazarlar kendi ölçümlerine dayanarak üst ve alt kadransın en dar kadranslar olduğu kanaatine varmışlardır. Ancak rutin OKT taramalarında bu kadransların görüntülenememesi, görüntülenmesi için kapak manipülasyonunun gerekli olması nedeniyle kapalı açılı birçok hastanın atlanabileceğini vurgulamışlardır (50).

Sakata OKT ile gonyoskopi arasındaki bu uyumsuzluğun birçok nedene bağlı olabileceğinden bahsetmiştir. Bunları nazal ve temporal üst ve alt kadransına göre gonyoskopide daha zor görülmesi, istenmeden yapılan indentasyonun açılı yapısında değişikliklere yol açabilmesi, OKT'de ise üst ve alt kadransın daha zor görünmesi, ölçüm için üst ve alt kapağına manipülasyon yapma gereği olarak ifade etmişlerdir. Nolan ve arkadaşlarının çalışmasına atıfta bulunarak farklılığın OKT'nin kızılötesi ışın kullanmasına böylece ışık refleksini uyarmamasına da bağlı olabileceğini söylemişlerdir. Bu farklılıkta etkili olabilecek bir diğer faktörde kapalı açılı tarifinde kullanılan tanımlamalardaki farklılık olarak ifade etmişlerdir. Çünkü gonyoskopide kapalı açılı diyebilmek için posterior trabekulumun görülmemesi gerekirken, OKT'de her irido-sklerokorneal temas kapalı açılı olarak değerlendirilmektedir. Oysa bu temas posterior trabekulumu kapatmıyor olabilir (50).

Gonyoskopide kapalı olarak tanımlanıp OKT'de açık çıkan kadranslarda "over the hill" iris konfigürasyonu olduğu saptanmıştır. Bu konfigürasyon irisin midperiferde öne doğru yaptığı konkaviteye bağlıdır. Aslında açılı açık olduğu halde gonyoskopide bu konkavite adeta bir "tepe" gibi açılı yapılarının görünmesini engeller. Oysa OKT'de temas saptanamamaktadır. (50) Bu çalışmadaki hastalar 50

yaş üzerindeki hastalardan oluşmaktadır. Dolayısıyla çalışmamızdaki 3. grupta kıyaslanabilir. Biz bu hasta grubunda Pentacam ile açı kadranları arasında farklılık saptayamadık. Ancak çalışmada yazarlar üst kadran için saat 12'den tek ölçüm, temporal ve nazal kadran için saat 3-9'den tek ölçüm, alt kadran için saat 6'dan tek ölçüm almışlardır. Oysa bizim çalışmamızda açı ölçümleri 0°, 30°, 60°, 90°, 120°, 150°, 180°, 210°, 240°, 270°, 300°, 330°den olmak üzere her göz için 12 kadrandan yapılmıştır. 0°, 30°, 60°, 90° ölçümlerinin aritmetik ortalaması sağ gözde üst nazal (ÜN) kadranın sol gözde üst temporal (ÜT) kadranın açı değeri, 90°, 120°, 150°, 180° ölçümlerinin aritmetik ortalaması sağ gözde ÜT kadranın sol gözde ÜN kadranın açı değeri, 180°, 210°, 240°, 270° ölçümlerinin aritmetik ortalaması sağ gözde alt temporal (AT) kadranın sol gözde alt nazal (AN) kadranın açı değeri, 270°, 300°, 330°, 0° ölçümlerinin aritmetik ortalaması sağ gözde AN kadranın açı değeri sol gözde AT kadranın açı değeri olarak kabul edildi. Çok noktadan açı ölçümlerinin alınarak ortalamasının alınması kanımızca daha gerçekçi bir değerlendirmeye olanak tanımıştır.

6.SONUÇ

Glokom körlük potansiyeline sahip, sık görülen bir hastalıktır. Tanı konmasında, sınıflandırılmasında ve bazı durumlarda tedavi edilmesinde ÖKA'nın muayenesi çok önemlidir. ÖKA muayenesi gonyoskopi ile başlamış günümüzde çok çeşitli yöntemlerle yapılabilir hale gelmiştir. UBM, Pentacam, OKT, Orbscan bunlardan başlıcalarıdır. Gonyoskopi günümüzde hala standart yöntem olarak kabul edilmektedir. Ancak subjektif kriterlere dayanıp kantitatif veriler sağlayamaması, aynı hekimin farklı muayeneleri ve farklı hekimlerin muayeneleri arasındaki uyumun zayıf olması, hasta için konforlu ve kolay tolere edilebilen bir yöntem olmaması, tedavi gerektiren açıları tanımlayacak, görüş birliğine varılmış gonyoskopik kriterler olmaması, ışık şiddetine, korneaya yapılan indentasyon miktarına göre açının görülebilirliği ve derinliğinin değişmesi gibi önemli dezavantajları vardır.

ÖKA'nın muayenesi kapanabilir açıların erken tespiti böylece profilaktik tedaviyle glokomun önlenmesi açısından özellikle açı kapanması glokomunun sık görüldüğü toplumlarda daha da önemlidir. ÖKD ve ÖKH de ÖKA'sı kadar olmasada kapalı açı glokomu riski taşıyan gözlerin değerlendirilmesinde önemlidir. Ancak ÖKD'nin asıl önemi Fakik GİL başta olmak üzere ön segment cerrahi planlamalarında ve yeni kuşak formüllerle GİL gücünün hesaplanmasında kullanılıyor olmasındandır.

Pentacam, Scheimpflug prensibine dayanan, kameraları ve yazılımı sayesinde ön kamaranın üç boyutlu görüntüsünü verebilen, yeni sayılabilecek bir cihazdır. Değerlendirme modülleriyle kornea, ön kamara, pupil ve lens hakkında kantitatif değerler sunarak objektif değerlendirmeye imkân tanımaktadır. Nonkontakt bir yöntem olduğundan lokal anesteziye gerek yoktur. Hasta için konforlu ve riski olmayan bir yöntemdir.

Pentacam ÖKA'nı, ÖKD'ni ÖKH'ni, özellikle perifer olmak üzere tüm kornea kalınlığını yüksek doğrulukta, gözlemciler ve muayeneler arası yüksek tekrarlanabilirlikte ölçmektedir. ÖKA'nın 25 noktadan ölçümünü almakta buda daha

doğru bir değerlendirmeye olanak tanımaktadır. Kapanabilir açıların tespitinde güvenle kullanılabilir bir yöntemdir. Ancak aı yapılarını detaylı bir Şekilde gösterememektedir.

Bu tez çalışmasında 110 hastanın 220 gözü üzerinden Pentacam lmleri alındı. Hastalar 20 yaş ve altı, 21-40 yaş, 41 yaş ve üstü olmak üzere 3 gruba ayrıldı. Aı kadranları arasındaki ve ön kamara parametrelerinin birbiriyle olan ilişkisi araştırıldı.

Vardığımız bazı sonuçlar şunlardır:

- 1- Birinci ve 2. gruplar arasında KA, KD ve KH lmleri arasında fark yokken 3. grupta değerler daha düşüktür. Yani 40 yaş sonrasında ön kamara daralmaktadır.
- 2- Birinci grupta aı kadranları arasında fark yoktur. İkinci grupta alt kadranlar st kadranlardan daha geniştir. Ancak st ve alt kadranlar kendi aralarında farklılık göstermemektedir. Bu literatürde gonyoskopik değerlendirmelerde sıklıkla ifade edilen st kadranın daha geniş olduğu bilgisiyle örtüşmemektedir. nc grupta yine aı kadranları arasında fark saptanmamıştır.
- 3- SKK 1. grupta diğer gruplara göre daha kalındır. İkinci ve 3. gruplar arasında fark yoktur.
- 4- Tüm gruplarda KD ile KH arasında pozitif yönlü kuvvetli ilişki mevcuttur.
- 5- Tüm gruplarda SKK hiçbir ön kamara parametresiyle ilişkili değildir.
- 6- Kadranlara göre aı genişliği ile diğer parametrelerin ilişkisi 1. grupta zayıfken yaş arttıkça kuvvetlenmektedir.

Pentacam yüksek doğrulukta, tekrarlanabilir, diğer yöntemlerle uyumlu n kamara ölçümleri yapmaktadır. Birçok n segment cerrahisi planlanmasında, keratokonus, kapalı açılı glokom gibi sık görülen hastalıkların taramasında güvenilir bir Şekilde kullanılabilir.

7.ÖZET

AMAÇ; Pentacam Scheimpflug kamera ile yapılan açı ölçümlerinin yaş gruplarına göre değişimini, kadranslar arasında farklılık olup olmadığını ve açı genişliğinin santral kornea kalınlığı, ön kamara derinliği ve ön kamara hacmi ile ilişkisini araştırmak.

GEREÇ-YÖNTEM: Rastgele seçilmiş toplam 110 hastanın 220 gözü prospektif olarak incelendi. Pentacam ile SKK, ÖKH, ÖKD ve 12 kadrandan ÖKA ölçümleri yapıldı. Hastalar 20 yaş ve altı (1.grup-80 göz), 21-40 yaş (2.grup-66göz), 41yaş ve üzeri (3.grup-74 göz) olmak üzere 3 gruba ayrıldı.

BULGULAR: Sağ gözde tüm yaş gruplarında ortalama açı değeri ÜT kadranda $35,87^{\circ} \pm 5,93^{\circ}$, ÜN kadranda $36,43^{\circ} \pm 5,86^{\circ}$, AT kadranda $36,95^{\circ} \pm 6,27^{\circ}$, AN kadranda $36,68^{\circ} \pm 6,56^{\circ}$ saptandı. Sol gözde tüm yaş gruplarında ortalama açı değeri ÜT kadranda $35,96^{\circ} \pm 5,60^{\circ}$, ÜN kadranda $35,90^{\circ} \pm 5,78^{\circ}$, AT kadranda $36,96^{\circ} \pm 6,57^{\circ}$, AN kadranda $36,88^{\circ} \pm 6,51^{\circ}$ saptandı. Sağ göz tüm yaş gruplarında ortalama ÖKD $3,07 \pm 0,55$ mm, ÖKH $200,06 \pm 59,08 \mu^3$, sol gözde ÖKD $3,08 \pm 0,60$ mm, ÖKH $196,31 \pm 57,56 \mu^3$ saptandı. Ortalama sağ göz SKK $537,71 \pm 39,83 \mu$, sol göz SKK $529,94 \pm 39,54 \mu$ saptandı

SONUÇ: Üçüncü grubuna ÖKA, ÖKD ve ÖKH ölçümleri daha düşüktür. Yani 40 yaş sonrasında ön kamara daralmaktadır. Birinci ve 3. grupta açı kadransları arasında fark yoktur. İkinci grupta alt kadranslar üst kadranslardan daha geniştir. SKK 1. grupta diğer gruplara göre daha kalındır. İkinci ve 3. gruplar arasında fark yoktur. ÖKD ile ÖKH arasında pozitif yönlü kuvvetli ilişki mevcutken SKK hiçbir ön kamara parametresiyle ilişkili değildir. Açı kadranslarıyla diğer parametrelerin ilişkisi 1. grupta zayıfken yaş arttıkça kuvvetlenmektedir.

Pentacam yüksek doğrulukta, tekrarlanabilir, diğer yöntemlerle uyumlu ön kamara ölçümleri yapmaktadır. Birçok ön segment cerrahisi planlanmasında,

Keratokonus, kapalı açılı glokom gibi sık görülen hastalıkların taramasında güvenilir bir şekilde kullanılabilir.



8. KAYNAKLAR

1. Anthony DC. Formation of the aqueous humor. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*. 2000; 27: 100–106.
2. Shields' Textbook of Glaucoma 5th edition Cellular and Molecular Biology of Aqueous Humor Dynamics Mosby St. Louis 2005; Part one:89-139
3. Turaçlı ME, Önel M, Yalvaç IS. Glokom, Aköz Humor Dinamiği. 2003; 4-11.
4. Jeong HY, Hun L, Samin H, Gong JS, Sung YK. Korean Journal Of Ophthalmology. 2008; 22: 242-245.
5. Kashiwagi K, Tokunaga T, Iwase A. Agreement between peripheral anterior chamber depth evaluation using the van Herrick technique and angle width evaluation using the Shaffer system in Japanese Jpn J Ophtalmol. 2005; 49: 134-136.
6. Özlenen ÖU, Özkan M, KanpolatA. Anterior chamber parameteres measured by the Pentacam CES after uneventful phacoemulsification in normotensive eyes. *Acta Ophthalmol*. 2009; 87(5): 544-8.
7. Ponce CMP, Rocha MK, Smith S, Krueger R. Central and peripheral corneal thickness measured with optical coherence tomography, Scheimpflug imaging, and ultrasound pachymetry in normal, keratokonus-suspect, and post-laser in situ keratomileusis eyes. *J Cataract Refract Surg* 2009;35: 1055-1062.
8. Shields' Textbook of Glaucoma 5th edition, Gonioscopy and Other Techniques for Assesing the Anterior chamber Mosby St. Louis 2005; Part2: 455-41.

9. Kanski JJ. Klinik Oftalmoloji, Heineman, 6. Bölüm, Glokom. 2001;183-194.
10. Christopher KSL, Carol YLC, Haitao L, Syril D, Cedric KFY, Amy LW, Jeffre LR, Ritch RW and Dennis SCL. Dynamic Analysis of Dark-Light Changes of the Anterior Chamber Angle with Anterior Segment OCT. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 2007; 48(9): 4116-4122.
11. Friedman DS, He M. Anterior Chamber Angle Assessment Techniques *Survey of Ophthalmology*. 2008; 53: 250-273.
12. Yanoff M, Duker JS. *Ophthalmology, Türkçe Baskı, 2nd Edition, Chapter 213 Clinical Examination of Glaucoma*. 2004: 1431-1440.
13. Rich R, Schields MB, Krupin T. *The Glaucomas, 2nd Edition Vol II, Glaucoma Therapy Mosby St. Louis 1996; Part 4:1489-1507*
14. Turaçlı ME, ÖnoI M, Yalvaç IS. *Glokom, Gonyoskopi*. 2003; 11-21.
15. Congdon NG, Friedman DS. Angle-closure glaucoma: impact, etiology, diagnosis, and treatment. *Curr Opin Ophthalmol*. 2003; 14(2):70-3.
16. Branco JL, Yan L, Huang D. Clinical and research applications of anterior segment optical coherence tomography - a review. *Clinical and Experimental Ophthalmology* 2009; 37: 81-89.
17. Thomas R, George T, Braganza A. The flashlight test and van Herick's test are poor predictors for occludable angles. *Aust NZ J Ophthalmol* 1996; 24: 251-6.

18. Aung T, Lim MC, Chan YH. Configuration of the drainage angle, intraocular pressure, and optic disc cupping in subjects with chronic angle closure glaucoma. *Ophthalmology* 2005; 112: 28-32.
19. Koranyi G, Lydahl E, Norrby S, Taube M. Anterior chamber depth measurement. *J Cataract Refract Surg* 2002; 28: 243-247.
20. Memarzadeh F, Tang M, Li Y, Chopra V, Francis BA, Huang D. Optical Chorenography Assessment of Angle Anatomy Changes After Cataract Surgery. *American Journal Of Ophthalmology* 2007; 144(3): 464-5.
21. Rich R, Shields MB, Krupin T. *The Glaucomas Glaucoma Therapy* 2nd Edition 1996; Part:
22. Turaçlı ME, Önel M, Yalvaç IS. *Glokom, Ultrason Biyomikroskopi* 2003; 11-19.
23. Wegener A, Heike LJ. Photography of the anterior eye segment according to Scheimpflug's principle: options and limitations - a review. *Clinical and Experimental Ophthalmology* 2009; 37: 144-154.
24. Shankar H, Taranath D, Santhirathelagan CT, Pesudovs K. Anterior segment biometry with the Pentacam: Comprehensive assessment repeatability of automated measurements. *J Cataract Refract Surg* 2008; 34: 103-113.
25. Rabsilber TM, Khoramnia R, Auffarth GU. Anterior chamber measurement using Pentacam rotating Scheimpflug camera. *J Cataract Refract Surg* 2006; 32: 456-459.
26. Lam AK, Chan R, Woo GC. Intra-observer and inter-observer repeatability of anterior eye segment analysis system (EAS-1000) in anterior chamber configuration. *Ophthalmic Physiol Opt* 2002; 22: 552-9.

27. Rabsilber TM, Khoramnia R, Auffarth GU. Anterior chamber measurements using Pentacam rotating Scheimpflug camera. *J Cataract Refract Surg* 2006; 32: 456-459.
28. Lam AK, Chen D. Pentacam pachometry: comparison with non-contact specular microscopy on the central cornea and inter-session repeatability on the periheral cornea. *Clin Exp Optom* 2007; 90(2): 108-114.
29. Foster PJ, Devereux JG, Alsbrink PH, Lee PS, Uranchimeg D, Machin D, Jhonson GJ. Detection of Gonioscopically occludable angles and primary angle closure glaucoma by estimation of limbal chamber depth in Asians. *Br. J. Ophthalmol* 2000; 84: 186-192.
30. Lam AK, Chan R, Woo GC, Pang PC, Chiu R. Intra-observer and inter-observer repeatability of Anterior Eye Segment analysis system (EAS-1000) in anterior chamber configuration. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2002; 22(6): 552-9.
31. Utine CA, Altın F, Çakır H, Perente I. Comparison of anterior chamber depth measurements taken with the Pentacam Orbscan IIz and IOLMaster in myopic and emmetropic eyes. *Acta Ophthalmologica* 2009; 87(4): 386-91.
32. Dick B. Interpretation of Scheimpflug Based Anterior Segment Imaging and Mapping. *Eurotimes* 2005; 10: 51-56.
33. Pentacam Instruction Manual
34. Suzuki S, Oshika T, Oki K, Sakabe I, Iwase A, Amano S, Araie M. Corneal Thickness measurements: scanning-slit corneal topography and noncontact specular microscopy versus ultrasonic pachymetry. *J Cataract Refract Surg* 2003; 29: 1313-1318.

35. Lackner B, Schmidinger G, Pieh S. Repeatability and reproducibility of central corneal thickness measurement with Pentacam, Orbscan, and ultrasound. *Optom Vis Sci* 2005; 82: 892-899.
36. Elbaz U, Barkana Y, Gerber Y, Avni I, Zadok D. Comparison of different techniques of anterior chamber depth and keratometric measurements. *American Journal Of Ophthalmology* 2007; 143(1): 48-53.
37. Allouch C, Touzeau O, Borderie V. Orbscan: a new device for iridocorneal angle measurement. *J Fr Ophthalmol* 2002; 25: 799-806.
38. Wylegała E, Teper S, Nowińska AK, Milka M, Dobrowolski D. Anterior segment imaging: Fourier-domain optical coherence tomography versus time-domain optical coherence tomography. *J Cataract Refract Surg* 2009; 35: 1410-1414.
39. Özçetin H. *Optikal Koherens Tomography*. 2007; 1-51.
40. Li H, Leung CKS, Cheung CYL. Repeatability and reproducibility of anterior chamber angle measurement with anterior segment optical coherence tomography. *Br J Ophthalmol* 2007; 91: 1490-1492.
41. Dorairaj S, Liebmann JM, Ritch R. Quantitative evaluation of anterior segment parameters in the era of imaging. *Trans AM Ophthalmol Soc* 2007; 105: 99-110.
42. Leung CK, Li H, Weinreb RN, Liu J, Cheung CY, Lai RY, Pang CP, Lam DS. Anterior Chamber Angle Measurement with Anterior segment optical coherence tomography: A comparison between slit lamp OCT and Visante OCT. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2008; 49(8): 3469-74.

43. Ishikawa H, Liebmann JM, Ritch R. Quantitative assessment of anterior segment using Ultrasound biomicroscopy. *Curr Opin Ophthalmol* 2000; 11: 133-139.
44. Radhakrishnan S, Goldsmith J, Huang D. Comparison of optical coherence tomography and ultrasound biomicroscopy for detection of narrow anterior chamber angles. *Arch Ophthalmol* 2005; 123: 1053-1059.
45. Nolan WP, See JL, Chew PT. Detection of primary angle closure using anterior segment optical coherence tomography in Asian eyes. *Ophthalmology* 2006; 114: 33-9.
46. Sakata LM. Assessment of scleral spur in anterior segment ocular coherence tomography images. *Arch Ophthalmol* 2008; 126: 181-5.
47. Pereira FS, Cronemberger S. Ultrasound biomicroscopic study of anterior segment changes after phacoemulsification and foldable lens implantation. *Ophthalmology* 2003; 110: 1799-1806.
48. He M, Foster PJ, Ge J. Gonioscopy in adult Chinese. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006; 47: 4772-9.
49. Kunimatsu S, Tomidokoro A, Mishima K. Prevalence of appositional angle closure determined by ultrasonic biomicroscopy in eyes with shallow anterior chambers. *Ophthalmology* 2005; 112: 407-412.
50. Sakata LM, Lavanya R, Friedman DS, Aung HT, Gao H, Kumar RS, Foster PJ, Aung T. Comparison of gonioscopy and anterior segment ocular coherence tomography in detecting angle closure in different quadrants of anterior chamber angle. *Ophthalmology* 2008; 115: 769-774.

51. Yanoff M, Duker JS, Ophthalmology 2nd Edition, Türkçe Baskı. 2007: 241-24.
52. Barkana Y, Gerber Y, Elbaz U. Central corneal thickness measurement with the Pentacam Scheimpflug system, optical low-coherence reflectometry pachymeter, and ultrasound pachymetry. J Cataract Refract Surg 2005; 31: 1729-1735.
53. O'Donnell C, Maldonado-Codina C. Agreement and repeatability of central thickness measurement in normal corneas using ultrasound pachymetry and the Oculus Pentacam. Cornea 2005; 24: 920-924.
54. Wegener A, Heike LJ. Photography of the anterior eye segment according to Scheimpflug's principle: options and limitations-a review. Clinical and Experimental Ophthalmology 2009; 37: 144-154.
55. Goldsmith JA, Li Y, Chalita MR, Westphal V, Patil CA, Rollins AM, Izatt JA, Huang D. Anterior Chamber Width Measurement by High Speed Optical Coherence Tomography. Ophthalmology 2005; 112(2): 238-244.
56. Davie C, Andrew KCL. Intrasession and intersession repeatability of the Pentacam system on posterior corneal assessment in the normal human eye. J Cataract Refract Surg 2007; 33: 448-454.
57. 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.
58. TOD Ankara Şubesi 26. Ulusal Oftalmoloji Kursu Kitabı- Glokom. Aköz hümörün biyokimyası. 2006; 8-14.

59. Swartz T, Marten L, Mang M. Measuring the cornea: the latest developments in corneal topography. *Current Opinion in Ophthalmology* 2007; 18: 325-333.
60. Öztürk F, Küsbeci T, Yavaş G, Ermiş SS, Kaplan Ü, İnan ÜÜ. Pascal Dinamik Kontur Tonometre ile Ölçülen Göz İçi Basınç Değerlerinin Goldmann Applanasyon Tonometresi, Non Kontakt Tonometre ve Tonopen ile Karşılaştırılması ve Santral Kornea Kalınlığının Etkisi. *Glokom-Katarakt* 2006; 1(3): 171-175

