

T.C.

ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

GÖZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

**YUMUŞAK KONTAKT LENSLER  
ÜZERİNDEN İNTRAOKÜLER BASINÇ  
ÖLÇÜMÜNE LENS MODÜLÜSÜNÜN  
ETKİSİ**

**UZMANLIK TEZİ**

Dr. Selçuk BOYRAZ

**SAMSUN - 2010**

T.C.

ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

GÖZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

**YUMUŞAK KONTAKT LENS  
ÜZERİNDEN İNTRAOKÜLER BASINÇ  
ÖLÇÜMÜNE LENS MODÜLÜSÜNÜN  
ETKİSİ**

**UZMANLIK TEZİ**

Dr. Selçuk BOYRAZ

**TEZ DANIŞMANI**

Doç. Dr. İnci Güngör

**SAMSUN – 2010**



## TEŞEKKÜR

Asistanlık eğitimim süresinde bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım değerli hocalarım Prof. Dr. İhsan ÖGE'ye, Prof. Dr. Dilek ERKAN'a, Prof. Dr. Yüksel SÜLLÜ'ye, Prof. Dr. Nurşen ARITÜRK'e, Prof. Dr. Hakkı BİRİNCİ'ye, Doç. Dr. İnci GÜNGÖR'e ve Doç. Dr. Ümit BEDEN'e teşekkürlerimi sunarım.

Bu tezin hazırlanmasındaki katkılarından dolayı, değerli hocam ve tez yöneticim Doç. Dr. İnci GÜNGÖR'e ayrıca çok teşekkür ederim.

Daima yanımda olarak bana güç veren aileme; birlikte çalıştığımız asistan arkadaşlarıma, hemşire ve sağlık personelimize sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

# İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	I
İÇİNDEKİLER	II
TABLO DİZİNİ	IV
ŞEKİL DİZİNİ	V
KISALTMALAR	VI
ÖZET	VII-VIII
ABSTRACT	IX-X
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Kontakt Lensler	2
2.1.1. Kontakt Lenslerin Fiziksel Özellikleri	2
2.1.1.1. Oksijen Geçirgenliği	3
2.1.1.2. Oksijen İletkenliği	3
2.1.1.3. Modülüs	3
2.1.1.4. Islanabilirlik	4
2.1.1.5. Su İçeriği	4
2.1.2. Kontakt Lenslerin Klinik Parametreleri	5
2.1.2.1. Temel Eğri	5
2.1.2.2. Çap	5
2.1.3.3. Güç (Power)	5
2.1.4.4. Optik Zon(bölge)	5
2.1.5.5. Islanma açısı	5
2.1.6.6. Kontakt Lens Santral Kalınlığı	5
2.1.3. Kontakt Lens Materyalleri	6

2.1.3.1. Sert Kontakt Lens Materyalleri	6
2.1.2.2. Yumuşak Kontakt Lens Materyalleri	7
2.2. Göz İçi Basıncı	9
2.2.1. Humor Aköz Yapım- Dışa Akım Mekanizması GİB ve Normal Düzeyi ve Tayini	9
2.2.2. Göz İçi Basıncını Etkileyen Faktörler	10
2.2.3. GİB Ölçüm Yöntemleri	12
2.2.3.1. Korneya Temas Etmeden Ölçenler	12
2.2.3.2. Korneaya Temas Ederek Ölçenler	13
3. GEREÇ VEYÖNTEMLER	18
4. BULGULAR	20
5. TARTIŞMA	27
6. SONUÇ	33
7. KAYNAKLAR	34

## **TABLO DİZİNİ**

<b>Tablo I</b> FDA kontakt lens sınıflandırılması	8
<b>Tablo II</b> Kullanılan kontakt lenslerin özellikleri	19
<b>Tablo III</b> Kornea ve her üç kontakt lens üzerinden alınan ortalama GİB değerleri	21
<b>Tablo IV</b> Kornea ve kontakt lensler üzerinden alınan ölçümlerin istatistiksel olarak karşılaştırılması	24

## ŞEKİL DİZİNİ

- Şekil 1** A. İmbert-Fick kanunu ( $W=Pt \times A$ ) B. Kornea için düzeltilmiş modifiye İmbert-Fick kanunu ( $W+S=PtA1+B$ ) 15
- Şekil 2** Medtronic Solan Tonopen-XL 18
- Şekil 3** Tonopenle ölçülen GİB değerlerinin kontakt lenslere göre değişimi 22
- Şekil 4** Kornea ve I numaralı lens ( N&D ) lensi üzerinden alınan GİB değerleri arasındaki değişiklik 25
- Şekil 5** II numaralı lens( PV ) ve kornea üzerinden alınan GİB değerleri arasındaki değişiklik 25
- Şekil 6** III numaralı lens ( FM ) Focus Monthly lensi ve kornea üzerinden alınan GİB değerleri arasındaki değişiklik 26



## **KISALTMALAR**

**GİB** : Göz içi basıncı

**GAT** : Goldmann Aplanasyon Tonometresi

**SKK** : Santral kornea kalınlığı

**N&D** : Night & Day yumuşak kontakt lensi

**FM**: Focus Monthly yumuşak kontakt lensi

**PV**: Purevision yumuşak kontakt lensi

**KL** :Kontakt Lens

**O<sub>2</sub>** : Oksijen

**SH**: Silikon Hidrojel

## ÖZET

**Amaç:** Yumuşak kontakt lensler üzerinden tonopen XL ile intraoküler basınç ölçümüne lens modülüsünün etkisini araştırmak.

**Gereç ve Yöntem:** Rutin oftalmolojik muayenesinde refraksiyon kusuru dışında oküler ve sistemik hastalığı bulunmayan, kontakt lens kullanımına kontrendikasyonu olmayan 15 hastanın 30 gözünden Tonopen XL ile ölçümler alındı. Önce direkt korneadan sonra sırayla 3 farklı materyalden yumuşak kontakt lens üzerinden ölçümler alındı. Sırasıyla düşük su içerikli (%24) yüksek modülüslü lotrafilcon A (modülüsü 1.4 MPa, Air Optix Night and Day, Cibavision) (Lens I) , orta su içerikli (%36) ve orta modülüslü balafilcon A (modülüs 1.1 mPa, Purevision, Baucsh&Lamb) (Lens II) ve yine orta su içerikli (%55) ve düşük modülüslü vifilcon A (0.79 MPa, Focus Visitint Monthly, Cibavision) (Lens III) kontakt lensleri uygulanarak üzerlerinden GİB ölçüldü. Tüm lenslerin dioptri gücü -3.00 idi. Her grup arasındaki karşılaştırmalar tek yönlü varyans analizi ile yapıldı.

**Sonuçlar:** Hastaların yaş ortalaması  $26.86 \pm 5.62$  olup 11'i erkek, 4'ü kadındı. Hastaların tümü myop idi. Grupların ikili karşılaştırılması sonucunda lotrafilcon A içeren kontakt lens üzerinden alınan ölçümler, kornea üzerinden alınan ölçümlerden  $4,61 \pm 0,54$  mmHg yüksekti ve bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı idi ( $P=0,000$ ). Balafilcon A lensi üzerinden alınan ölçümler, kornea üzerinden alınan ölçümlerden  $2,9 \pm 0,46$  mmHg yüksekti ve bu farklılık istatistiksel olarak anlamlıydı

(P=0,000). Vifilcon A kontakt lensi üzerinden alınan ölçümler, kornea üzerinden alınan ölçümlerden  $1,94\pm 0,51$  mmHg yüksekti ve bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı idi (P=0,003). Lotrafilcon A kontakt lensi üzerinden alınan ölçümler, Balafilcon A kontakt lensi üzerinden alınan ölçümlerden  $1,71\pm 0,44$  mmHg yüksekti ve bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı idi (P=0,002). Lotrafilcon A lensi üzerinden alınan ölçümler, Vifilcon A kontakt lensi üzerinden alınan ölçümlerden  $2,67\pm 0,50$  mmHg yüksekti ve bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı idi (P=0,000). Vifilcon A kontakt lensi üzerinden alınan ölçümler ile Balafilcon A kontakt lensi üzerinden alınan ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu (p=0,128).

**Tartışma:** Modülüsü yüksek ve su içeriği düşük yumuşak kontakt lenslerde diğerlerine göre daha yüksek GİB elde edilmiştir. Klinisyenler GİB ölçümünde lens materyallerinin etkisini göz önünde bulundurmalıdır.

**Anahtar kelimeler:** GİB(Göz içi basıncı), Tonopen XL, yumuşak kontakt lensler

## ABSTRACT

### ABSTRACT

**Objective:** To investigate the effect of lens modulus on intraocular pressure measurement

**Material and Method:** Tonopen XL measurements were performed to 30 eyes of 15 patients in whose routine ophthalmological examination there was no ocular and systemic disease except refraction error and who had no contraindication for contact lens use. Measurements were taken first from directly cornea and then from 3 different materials respectively via soft contact lenses. IOP was measured by using low water content (%24) lotrafilcon A with high modulus (modulus is 1.4 MPa, Air Optix Night and Day, CibaVision) (Lens I), moderate water content (%36) balafilcon A with moderate modulus (modulus is 1.1 mPa, Purevision, Bausch&Lomb) (Lens II) and moderate water content (%55) and low modulus vifilcon A (0.79 MPa, Focus Vision Monthly, CibaVision) (Lens III) contact lenses respectively. The dioptre of all lenses was -3.00. The comparisons between each group were performed by using variance analysis.

**Outcomes:** The mean age of patients was  $26.86 \pm 5.62$  and 11 were male and 4 were female. All of the patients were myopia. In consequence of the dual comparison of the groups, the measurements that were taken via lotrafilcon A contact lenses were  $4.61 \pm 0.54$  mmHg

higher than the measurements that were taken via cornea and this difference was statistically significant ( $P=0,000$ ). The measurements that were taken via Balafilcon A lens were  $2,9 \pm 0,46$  mmHg higher than the measurements that were taken via cornea and this difference was statistically significant ( $P=0,000$ ). The measurements that were taken via Vifilcon A contact lens were  $1,94 \pm 0,51$  mmHg higher than the measurements that were taken via cornea and this difference was statistically significant ( $P=0,000$ ). The measurements that were taken via Lotrafilcon A contact were  $1,71 \pm 0,44$  mmHg higher than the measurements that were taken via Balafilcon A lens and this difference was statistically significant ( $P=0,002$ ). The measurements that were taken via Lotrafilcon A lens were  $2,67 \pm 0,50$  higher than the measurements that were taken via Vifilcon A lens and this difference was statistically significant ( $P=0,000$ ). There was no statistically significant difference between the measurements that were taken via Vifilcon A contact lens and the measurements that were taken via Balafilcon A contact lens ( $p=0,128$ ).

**Discussion:** In the contact lenses that have high modulus and low water content, a higher IOP was obtained comparing to others. Clinicians should consider the effect of lens materials in IOP measurement.

**Keywords:** IOP (Intraocular pressure), Tonopen XL, soft contact lenses



## 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Kontakt lensler ( KL ) primer olarak kırma kusurlarını düzeltmek için kullanılan optik araçlardır. Birçok sebeple KL üzerinden göziçi basınç (GİB) ölçümü gerekli olabilmektedir. Örneğin terapötik amaçlı KL takılan gözlerde KL gözden çıkarılmadan GİB ölçülebilmesi epitel hasarlı kornealar için tercih edilen bir durumdur.

Glokom tanı ve takibinde göz içi basıncı önemli bulgulardan biridir. Genellikle kornea ile mekanik teması gerektiren aletler ile yapılmaktadır. Yumuşak KL'ler üzerinen çeşitli yöntemler ile GİB ölçümü ve bunun KL materyali ile ilgisini konu alan çalışmalar literatürde mevcuttur.

Çalışmamızın amacı, üç farklı materyalden üretilmiş KL'de modülüs parametresinin KL üzerinden GİB ölçümü sonuçlarını ne düzeyde etkilediğini araştırmaktır. Özellikle silikon hidrojel ve hidrojel gibi farklı iki materyal ve silikon hidrojel (SH) materyalin farklı iki çeşidi kullanılmıştır. Bu nedenle KL kullanan insanlarda hem direkt kornea üzerinden, hem de üç farklı KL üzerinden ölçümlerin alınması planlanmıştır. Bu çalışma sonucunda KL üzerinden Tonopen XL ile basınç ölçümünü kliniğimizde rutin göz muayenemizde kullanmayı hedefliyoruz. Yoğun poliklinik ortamında hastaların KL'leri çıkarılmadan KL üzerinden doğru basınç ölçümü alınması veya ölçülen GİB'nin doğru şekilde düzeltilmesi amaçlanmaktadır. Bundan dolayı çalışma insanlar üzerinde uygulanmalıdır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Kontakt Lensler

KL'ler kırma kusurlarını düzeltmek için kullanılan optik araçlardır. KL tipi araçların tanımı, Rönesans'a dek uzanır. İlk olarak 1508'de Leonardo da Vinci modern KL'lere ilham kaynağı olabilecek temel optik kavramını tanımlamıştır.<sup>12</sup> Sonrasında 1636'da Rene Descartes göz kusurlarının düzeltilmesi için, içine sıvı yerleştirilen cam tüpü kornea ile temas ettirme fikrini önermiş fakat o yıllarda bu fikir pratikte uygulama alanı bulamamıştır.<sup>13</sup> KL'lerin dökümente edilmiş ilk kullanımı 1880'lerdedir. 1888'de A.Eugene Fick kırma gücü olan geniş ve camdan yapılmış ilk skleral KL' i tanımlamıştır.<sup>62</sup> Aynı yıl E. Kalt keratokonusu düzeltmek için KL'ler tasarlamıştır.<sup>62</sup> Plastik kökenli polimetakrilat (PMMA)'dan üretilen geleneksel ilk korneal KL'ler 1940'larda kullanılmaya başlanmış ve kırma kusurlarının düzeltilmesinde gözlüğe seçenek olmuştur. Yumuşak KL'ler ise ilk kez 1950'lerde Amerika Birleşik Devletleri'nde ortaya çıkmış ve KL'lerin kullanımının yaygınlaşmasını sağlamıştır. İlk yumuşak KL'ler hidrojel materyalden üretilmişlerdir.<sup>30</sup>

Bugün için yumuşak KL'lerin major kullanım alanı myopiye düzeltmektir ama aynı zamanda hipermetropi, astigmatizma, presbiopi ve afaki düzeltilmesinde de yaygın kullanılmaktadırlar. Sert KL'ler ise keratokonus başta olmak üzere irregüler korneal yüzeyin optik düzeltilmesinde tercih edilmektedir. Yumuşak KL'ler ayrıca, terapötik amaçlı bandaj KL olarak çeşitli klinik durumların tedavisinde kullanılırlar.<sup>24</sup>



### 2.1.1 Kontakt Lenslerin Fiziksel Özellikleri

Burada değinilecek fiziksel özellikler genelde hem sert hem yumuşak KL'ler için kullanılmaktadır.

**2.1.1.1. Oksijen Geçirgenliği (Dk):** Bu parametre, materyalin oksijen ( $O_2$ ) geçirgenliğini ifade etmektedir ve direkt olarak materyalin moleküler yapısıyla ilgilidir.<sup>30</sup> Hidrojel KL'lerin geçirgenliği su içeriğinin oranına bağlıdır. Su içeriği arttıkça Dk değeri yükselir yani materyal daha çok oksijen geçirgen olur. Teorik olarak her materyal için belirli Dk değeri vardır, ama pratikte bu değerler çeşitli etkenlerle değişikliğe uğramaktadır.<sup>60</sup>

**2.1.1.2. Oksijen İletkenliği (Dk/t) (Dk/L) :** KL materyalinin  $O_2$  geçirgenliğinin kalınlığına oranıdır. Dk değerinin lensin merkezi kalınlığına bölünmesiyle bulunur. KL ne kadar kalın ise iletkenlik(Dk/t) o derece azalır. Örneğin Lotrafilcon A materyalinin Dk'sı 140, merkezi kalınlığı(t) 0,08 mm dir, buna göre Dk/t değeri 175'dir.<sup>30</sup>

**2.1.1.3. Modülüs:** Modülüs, bir materyalin baskı altında deforme olmaya karşı gösterdiği direncin ölçüsüdür. Birimi mPA(megapascal) 'dır. Lensin sertliğini modülüsü ve kalınlığı belirler. Modülüs ve lens kalınlığı arttıkça KL daha sert hale gelir. Ayrıca materyalin  $O_2$  geçirgenliği (Dk) ve modülüs arasında da dolaylı bir ilişki vardır.  $O_2$  geçirgenliği KL'deki silikon maddesi arttıkça artarken, artan silikona bağlı olarak KL'in sertliğini de artırmaktadır. Böylece yüksek Dk değerleri genellikle yüksek modülüs değerlerine karşılık gelmektedir. Örneğin 140 Dk değeri olan Lotrafilcon A' nın modülüsü 1.4 mPA 'dır.<sup>7</sup>

Modülüs kavramı geçmişte çok tartışılmış bir kavram değildir, çünkü orta su içerikli geleneksel hidrojel KL'lerde modülüs değerleri neredeyse aynıdır. Oysa Silikon Hidrojel (SH) KL'lerde durum böyle değildir ve modülüs değerleri büyük farklılıklar göstermektedir. Modülüsü yüksek KL daha geniş çap'a ve uyum için birden çok temel eğriye ihtiyaç gösterirler. KL periferindeki uyumsuzluk, kenar dalgalanmasına ve plilenmesine neden olabilir.<sup>7</sup>

Polimer kimyacıları KL'in iki fazlı yapısı içerisinde su tutan özelliklerle, KL' in sıklığını sağlayan özellikleri ayırabilmektedir.<sup>7</sup>

**2.1.1.d. Islanabilirlik :** KL'in kornea üzerinde uygun hareketi ve oksijen iletiminin sağlanması için gereklidir. Islanabilirliği iyi olan KL'ler su ile karşılaştıkları anda hidrofilik elementler yüzeye çekilir hidrofobik elementler itilir ve daha ıslanabilir hale gelir. Diğer yandan yüzeyin kuruması hidrofilik elementleri içe itip yüzeyi daha az ıslanabilir yapar. Bu hidrofobik yüzey elementlerinin, gözyaşı lipid komponentlerine yüksek afiniteleri vardır. Bu olay yüzey ıslanabilirliğini azaltır, buharlaşarak kurumayı hızlandırır ve KL'in klinik özelliklerini tehlikeye atar.<sup>30</sup>

**2.1.1.e. Su İçeriği :** Bu terim, yumuşak KL materyallerini ilgilendirmektedir. Su içeriği arttıkça oksijen geçirgenliği artar. Su içeriklerine göre hidrojel; düşük (%30-45), orta (%45-60) ve yüksek (%60-80) olmak üzere 3 grupta incelenebilirler. Örneğin lotrafilcon A materyalinin su içeriği %24 'dür.<sup>24</sup>

KL materyallerinin klinik olarak önemli fiziksel özellikleri içinde ışık geçirgenliği, deformasyon sonrası düzelme oranı, elastikiyet, kimyasal stabilitesi, birikime direnç ve yüzey su bağlama özellikleri de yer almaktadır.<sup>30</sup>

## 2.1.2. Kontakt Lenslerin Klinik Parametreleri

**2.1.2.1. Temel Eğri (Base Curve, BC):** Korneaya komşu olan, KL'in merkezi arka yüzeyinin eğimidir. Eğrinin yarıçapı mm olarak ölçülür veya bazen yarıçapın karşılığı olarak dioptriye dönüştürülerek ifade edilir. KL'in kornea ile uyumunu belirleyen en önemli parametrelerden biridir.<sup>30</sup>

**2.1.2.2. Çap (Diameter):** KL'in genişliğidir. Örneğin yumuşak KL'lerin çapı 13-15 mm, sert gaz geçirgen KL'lerin (RGP) ise 9-10 mm arasında değişir.<sup>30</sup>

**2.1.2.3. Güç (Power):** KL'in dioptri olarak kırma gücüdür.<sup>30</sup>

**2.1.2.4. Optik Zon(bölge):** Kırma gücüne sahip, KL'in orta bölgesidir.<sup>30</sup>

**2.1.2.5. Islanma Açısı :** Bir su damlasının KL'in ön yüzü ile yaptığı açıdır. Pratikte KL'in ıslanabilme özelliğini belirler. KL'in yeterli ve gerekli düzeyde ıslanabilmesi kullanım konforu ve tıbbi gereksinimler açısından önemlidir.<sup>30</sup>

**2.1.2.6. Kontakt Lens Santral Kalınlığı :** KL'in santral kalınlığı, kornea merkezine oksijen iletimi ile ilişkili olduğu için önemli bir parametredir. Dk/t değeri hesaplanırken kullanılan standart kalınlık - 3.00 dioptri lenslere göredir. Su içeriğine göre belirlenen ortalama minimum santral kalınlık değerleri vardır. Değişik su içerikli eksi güçteki yumuşak KL'in minimum santral kalınlığı; düşük su içerikliler için 0,03 mm, orta su içerikliler için 0,06 mm, yüksek su içerikliler için 0,12 mm kadardır.<sup>60</sup>

Dk teriminde D difüzyonu ve k çözünürlüğü ifade eder. Yumuşak materyallerin oksijen geçirgenliği neredeyse tümüyle çözünürlüğe bağlı iken, sert gaz geçirgen materyallerde de neredeyse tümüyle difüzyona bağlıdır. (Tablo II)<sup>60</sup>

### 2.1.3 Kontakt Lens Materyalleri

Farklı materyaller, KL üretiminde kullanılabilir. Materyalin özelliği, KL'in bazı fiziksel özellikleri ve parametrelerini etkilemektedir. KL'in ıslanabilirliği, oksijen geçirgenliği, üzerinde depozit oluşmaya direnci, esnekliği, konforu, hatta üretim parametrelerinin sınırları materyal ile ilişkilidir.<sup>30</sup>

KL materyalleri esnekliklerine göre öncelikle sert ve yumuşak kontakt KL'ler olmak üzere iki ana grupta incelenirler:

#### 2.1.3.1. Sert Kontakt Lens Materyalleri

Bir KL'in iki ucu eğilerek birbirine kırılmadan değdirilemiyorsa, o KL sert olarak tanımlanır. İlk sert KL dayanıklı fakat oksijen geçirgenliği olmayan polimetilmetakrilattan (PMMA) üretilmişti.<sup>30</sup> Daha sonra, zamanla oksijen geçirgenliği daha yüksek materyaller keşfedildi. Sert KL'lerin gaz geçirgenlik derecesi materyallerine göre değişmektedir. **CAB (Selüloz asetat butürat)**, ilk materyal olan PMMA'ya göre az da olsa geçirgendir. Islanma özellikleri iyi, protein birikimine dirençli ama kolay çizilebilir, kırılabilir ve gaz geçirgenliği çok azdır. 4-8 arasında düşük Dk değeri vardır. **Florokarbon KL** 'lerin oksijen geçirgenliği yüksektir. Ama ıslanabilirliği düşüktür. **Silikon KL'lerin** oksijen geçirgenliği çok yüksektir, ama hidrofobik ve ıslanma sorunu yaşanabilmesi sonucu KL'de birikinti ve temizlik problemleri oluşabilir. Silikon materyal sert KL grubunda yer almasına

rağmen günümüzde yumuşak KL'lerin yapısına da katılmakta aynı zamanda pediatrik yumuşak KL'lerin üretiminde saf olarak da kullanılmaktadır. Özel yüzey kaplamaları ile ıslanma problemleri büyük ölçüde giderilmebilmektedir. **Florosilikon akrilat** KL'lerde silikonun oksijen geçirgenliği ile floromonomerlerin ıslanabilirliği, sertliği ve optik özellikleri bir araya getirilmiştir.<sup>20,38</sup> Bu KL'lerin Dk'sı 15-100 arasındadır. Yine de ıslanabilirlik hala bir sorun oluşturmaktadır.<sup>24</sup> **T-bütül stiren**, oksijen geçirgenliği iyi fakat kolay kırılabilir bir materyaldir. **Floropolimerler**, Dk 'ları yüksek, ıslanabilirlikleri iyi, kolay bükülebilen KL'lerdir.<sup>38</sup>

### 2.1.3.2. Yumuşak Kontakt Lens Materyalleri

Bir KL elde bükülerek iki ucu birbirine değebiliyorsa yumuşak KL olarak tanımlanmaktadır. Günümüzde yumuşak KL'ler sertlere göre çok daha geniş kullanım alanlarına sahiptir. Bir hidrojel olan polymacon materyali, ilk bulunan yumuşak KL materyalidir.

Uzun yıllar değişik su içerikli çeşitleri kullanılmıştır. Ancak daha sonra silikon materyali ile birleştirilerek daha yüksek oksijen geçirgenlikli yumuşak KL'ler üretilmiştir. Aşağıda bu iki materyalin özelliklerine değinilmiştir.<sup>30</sup>

#### **Hidrojel Lensler:**

İlk üretilen yumuşak KL'ler genelde hidroksietilmetakrilat (HEMA) gibi yumuşak bir hidrojel polimerinden oluşmaktaydı ve yüksek su içeriğine sahipti. Geleneksel hidrojel polimerlerinin oksijen ve karbondioksit geçirgenlikleri direkt olarak materyalin su içeriğine bağlıdır. Yumuşak KL'lerin altında gözyaşı değişimi minimal olduğu için korneal solunum neredeyse tamamen polimer matriks içinde suda (gözyaşında) çözünen O<sub>2</sub> ve karbondioksit geçişine bağlıdır. Sıvı

içerikleri ile birlikte hidrojel polimerlerinin oksijen geçirgenliği artmasına rağmen dehidrate olma yatkınlıkları da artmaktadır. Bu nedenle gözyaşı bütünlüğünün korunması ve epitelin kurumasının önlenmesi amacı ile lenslerin daha kalın yapılması ihtiyacı KL'lerin O<sub>2</sub> iletkenliğini sınırlamaktadır.<sup>30</sup>

FDA hidrojel KL'leri su içeriklerine ve polimer yüzeylerindeki kimyasal reaktif grup taşımalarına göre 4 gruba ayırmıştır.(Tablo I)<sup>30</sup>

Son yıllarda üretilen yumuşak KL'ler çok yüksek Dk sağlayan silikon içermektedir. Genel olarak daha fazla silikon içeren polimerler, yüzey biyouyumluluğundan feragat etmek pahasına daha fazla gaz geçirgenliği sağlar. Bu KL'ler yumuşak ve esnektir ve uzamış kullanıma izin vermektedir.<sup>30</sup>

**Tablo I:** FDA Kontakt Lens Sınıflaması<sup>30</sup>

Grup 1. silikon ve florin yok	<%50 su içeriği(düşük) –noniyonik
Grup 2. silikon ve florin yok	>%50 su içeriği(yüksek) -non iyonik
Grup 3. silikon ve florin var	<%50 su içeriği(düşük) – iyonik
Grup 4. silikon ve florin var	>%50 su içeriği(yüksek) –iyonik

## **Silikon Hidrojel Kontakt Lensler( SH Lensler )**

Bu KL'ler silikonun oksijen geçirme özelliği ile hidrojin çatı oluşturma, su içeriği ve ıslanabilme özelliklerini birleştirmektedir. Dk'ları yüksek, su içeriği düşüktür. Bu KL'lerin yüksek oksijen geçirgenliği silikon içeriğinden kaynaklanmaktadır ve uyku boyunca korneanın oksijen ihtiyacını karşılamak için yeterli bulunmuştur.<sup>30</sup>

Hidrojin su tutucu özelliği ile sağlamlığı silikonun dezavantajlarını azaltmıştır. Ancak, düşük su içeriğinden dolayı, yüzeyleri hidrofobik özelliklerini maskeleyecek özel kaplamalara ihtiyaç duyar. Balafilcon A materyali ( $110 \times 10^{-9}$  Dk/L) ve Lotrafilcon A materyali ( $175 \times 10^{-9}$  Dk/L) ilk çıkarılan silikon-hidrojel KL'lerdendir.<sup>7</sup>

## **2.2.Gz İçi Basıncı (GİB)**

n ve arka kamarayı dolduran humor aközün göz küresinde meydana getirdiği basınçtır.<sup>65</sup> GİB düzeyi, humor aközün oluşum hızı ile gözü terk etmesindeki direnç miktarı arasındaki dengeyi gösterir. GİB, humor aközün yapım hızı ve episkleral venöz basınç ile doğru, dışa akım kolaylığı ve uveaskleral akım hızı ile ters orantılıdır.<sup>26</sup>

### **2.2.1. Hümör Aköz Yapımı, Dışa Akım Mekanizması, Göziçi Basıncı Normal Düzeyi ve Tayini:**

Humr aköz siliyer proseslerden devamlı olarak yapılıp arka kamaraya salgılanırken, aynı oranda dışa akım ile gözü terk etmektedir.

Arka kamara hacmi 0,06 ml, ön kamara hacmi ise 0,2 ml'dir. Humr aköz yapım hızı gün içerisinde değişmekte olup gece 1,2  $\mu$ l/dk, sabah 3  $\mu$ l/dk olabilmektedir.<sup>55</sup>

Pupilla aralığında ön kamaraya ulaşan **hümör aközün dışa akımı** %80-90 oranında trabeküler ağdan, %10-20 oranında da uveaskleral yoldan olmaktadır.<sup>64</sup>

Yapılan çalışmalarda ortalama **GİB'nin Normal Düzeyi**  $15.5 \pm 2.57$  mm Hg olarak saptanmıştır ve ortalamanın 2 standart deviasyon üstü olan 20.5 mmHg normalin üst sınırı olarak kabul edilmiştir.<sup>54</sup>

**Normal göz içi basıncı**, aköz sekresyon hızı, dışa akım kanallarında karşılaşılan mukavemet ve episkleral venöz basınç seviyesi ile belirlenir. GİB, humor aközün yapım hızı ve episkleral venöz basınç ile doğru, dışa akım kolaylığı ve uveaskleral akım hızı ile ters orantılıdır.<sup>26</sup>

### 2.2.2. GİB'ni Etkileyen Faktörler

GİB değerini etkileyen çok sayıda faktör bilinmektedir. Bunlardan biri **genetik yapıdır**.<sup>52</sup> Yüksek GİB muhtemelen poligenik, multifaktöryel herediter geçiş göstermektedir. GİB, aile öyküsü olanlarda daha yüksektir. Ayrıca GİB **yaş** ile birlikte artmaktadır. **Cinsiyet** de önemli bir faktördür. İleri yaşlarda GİB kadınlarda daha fazla artmaktadır.<sup>3,47</sup> GİB ile globun aksiyel uzunluğu ve **miyopinin** düzeyi arasında pozitif korelasyon olduğu saptanmıştır.<sup>11,31,34</sup> **İrk** da GİB dağılımını etkileyebilir. Siyah ırkta GİB'nin daha yüksek olduğu bildirilmiştir.<sup>11</sup>

Ayrıca GİB'nde **kısa süreli** değişimlere (saniyeler-aylar) neden olan faktörler de mevcuttur. Bunlardan ilki **diurnal varyasyondur**. Günlük dalgalanma amplitüdü yaklaşık 3-6 mmHg'dır. 10 mmHg'dan daha yüksek amplitüd genellikle patolojiktir ve glokomatöz gözlerde bu dalgalanmanın 30 mmHg'ya kadar çıktığı bildirilmiştir.<sup>21,57</sup>



Günlük dalga patterni klasik olarak sabahları pik yapar. Fakat bazı çalışmalarda özellikle öğleden sonra pik yaptığı ve günboyu kısa dönemli dalgalanmalar gösterdiği saptanmıştır. Bu nedenle glokom olgularında GİB yüksekliğini saptamak için GİB'nın günde bir kez ölçümü yeterli olmamaktadır.<sup>19,57</sup> Diğer bir faktör de **postürdür**. Bazı insanlarda yattıkları zaman aşırı bir GİB artışı oluşmaktadır ve bu durumun bazı glokom tiplerinin patogenezinde önemli olabileceği düşünülmektedir.<sup>21</sup> Uygulanan **egzersizin** türüne göre GİB azalabilir veya artabilir. Koşma ve bisiklete binme gibi uzun süreli egzersizlerin GİB'nı düşürdüğü rapor edilmiştir.<sup>22</sup> **Göz kırpmanın** GİB'nı 10 mmHg yükselttiği, hatta göz kapağının sıkıca kapatılmasının GİB'nı 90 mmHg'ya kadar çıkartabildiği gösterilmiştir. Göz kapağının istemli açılması ise GİB'nda yaklaşık 2 mmHg'lık artışa neden olmaktadır.<sup>37</sup>

Birçok **oküler hastalık** sekonder glokom oluşturarak GİB'nda artışa neden olurken, bazıları da azalmaya neden olabilir. Örneğin üveitte GİB'nda artış görülürken retina dekolmanında düşüş gözlenir.<sup>2</sup> Çalışmaların çoğunda **sistemik hipertansiyonla**, özellikle sistolik basınç ile GİB arasında pozitif korelasyon saptanmıştır.<sup>53,61</sup> GİB'nın diurnal varyasyonu üzerine **hormonal etkilerin** olduğu bilinmektedir.<sup>10,46,59</sup> Akromegalisi olan olgularda yapılan tonometrik ölçümlerde SKK'nın artmasına bağlı olarak artmış GİB düzeyleri saptanmıştır. Diyabetli hastalarda genel popülasyona göre daha yüksek GİB değerleri saptanmıştır.<sup>61</sup> **Soğuk havaya** maruz kalma episkleral venöz basınçta azalmaya neden olarak GİB'nı azaltmaktadır.<sup>39</sup> **Genel anestezi**de kullanılan ajanların bir kısmının da GİB'nı değiştirdiği saptanmıştır.<sup>55</sup>

### **2.2.3. Göz İçi Basıncı Ölçüm yöntemleri**

Tonometri, GİB'nin ölçülmesi için kullanılan terimdir. Tonometri için aletlerin geliştirilmesinden önce hekimler dijital olarak direnci değerlendiriyordu. Hala ölçüm materyalinin el altında olmadığı acil durumlarda, uyumsuz hastalarda bu yöntem kullanılmaktadır. Günümüzde GİB'ni ölçmede kullanılan çok sayıda cihazlar mevcuttur.<sup>16</sup> Bunlar değişik metodlarla korneaya temas ederek veya etmeksizin GİB'ni ölçmektedir. Aşağıda GİB'nin aletle ölçümü üzerinde ayrıntılı durulacaktır.

#### **2.2.3.1. Korneaya Temas Etmeden GİB Ölçenler**

**Havali Tonometre:** GAT prensibini kullanan bir non-kontakt tonometredir. Burada korneanın merkezi kısmı, prizma yerine bir hava akımı ile düzleştirilir. Cihazın kullanımı kolay olup bu esnada topikal anesteziğe gerek duyulmamaktadır. Bu sebeple genellikle, oftalmolog olmayanlar tarafından ve geniş glokom tarama programlarında rahatça kullanılabilir. Çoğunlukla normalden yüksek GİB ölçümleri verir. Hava akımı, hem gücü hem de sesi ile hastayı şaşırtabilir.<sup>19,26</sup>

#### **Pulsair 2000(Keeler)**

Kullanıcı hatasını azaltan otomatik hizalayıcı aktivasyon cihazı ile donanmış, elde taşınabilen, bir non-kontakt tonometredir. Bu cihaz hasta dik dururken veya sırt üstü yatmış pozisyondayken kullanılabilir ve çalışırken ses çıkarmaz. Klinik yönden GAT ile kıyaslanabilir kesinlikle neticeler temin etse de, kullanım süresine paralel olarak uzun vadede kesinlik sapışları ortaya çıkartmaya eğilim gösterdiği için düzenli aralıklarla yeniden kalibrasyonu gerekir.<sup>26</sup>

### 2.2.3.2. Korneaya Temas Ederek GİB Ölçenler

#### **Schiötz Tonometresi**

En eski yöntemdir. Önceden tespit edilmiş ağırlıktaki metal bir probun korneayı çökertmek için kullanıldığı, **indentasyon tonometresi** prensibine dayanmaktadır. İndentasyon miktarı skala üzerinden ölçülür ve özel tablolar kullanılarak milimetre civa şekline çevrilir. Günümüzde nadiren kullanılmaktadır.<sup>19,26</sup>

#### **Goldmann Aplanasyon Tonometresi**

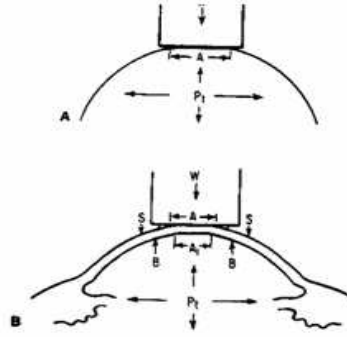
Goldman Aplanasyon Tonometresi (GAT), birim başına uygulanan gücü ölçmektedir. Bu sistem kuru, ince duvarlı bir küre için, küre içindeki basıncın (P) ,sathı düzleştirmek için gereken gücün (F) düzleşen yüzey alanına (A) bölümüne eşit olduğunu bildiren Imbert-Fick Prensibi üzerine kurulmuştur. ( $P=F/A$ ). GİB, göz küresinin radius ve kurvatürüne (tatbikatta korneaya) uygulanan basınç ve gözküresinin kalınlığı (yani kornea ve değişkenlik gösteren-sklera kalınlıkları) ile orantılıdır. Ancak insan gözü ideal ölçülerde bir küre olmayıp, kornea da düzleştirmeye karşı koyan bir yapıya sahiptir. Gözyaşı menisküsünün kapiller çekim gücü de tonometrenin korneaya doğru çekilmesini sağlar. GAT ile ölçümler yapıldığı zaman, düzleştirilen alan yaklaşık 3 mm çapında olduğu anda bu güçler karşılıklı olarak birbirlerini iptal ederler.<sup>19,26</sup>

GAT, 3.06 mm çapında iki prizmadan oluşan değişken güçlü bir tonometredir ve bu çaplı bir korneanın düzleştirilmesi için gereken kuvvet ölçülür. Bu çap değerinde, gözyaşı tabakasının tonometre kafasına uyguladığı kapiller çekim kuvveti ile korneanın düzleştirmeye olan direnci eşitlenir. Dahası GİB mmHg biriminde, gram olarak uygulanan düzleştirici kuvvetin tam 10 katına eşittir.<sup>19,26</sup>

Görüntü ayırıcı bir prizma sayesinde düzleştirilen alan yüksek doğrulukta değerlendirilebilir. Gözyaşı tabakasına uygulanmış flörese in ile düzleştirilecek olan alanın sınırları boyanır.Oluşan yarım daireler oküler pulse ile hareket eder ve yarım dairelerin iç kenarların birbirine orta noktada dokununcaya kadar ayarlama düğmesi çevrilir.<sup>19,26</sup>

İmbert-Fick kanununun geçerli olması için yüzeyin tamamen küresel, kuru, ince ve esnek olması gerekmektedir. Kornea ise bu özellikleri tam olarak sağlayan bir doku değildir. Gözyaşı film tabakasının kapiller çekimi (S) düzleştirme gücünü pozitif etkiler. Kornea yeterince esnek olmadığı için GİB'ndan bağımsız olarak korneayı düzleştirmek için ek bir güç (B) gerekmektedir. Bununla birlikte kornea yaklaşık 0,55 mm santral kalınlığa sahip olmasına rağmen dışarıdan düzleşen alan (A) ile kornea iç yüzeyinde düzleşen alan (A1) aynı değildir. Korneanın bu özelliklerinden dolayı İmbert-Fick kanununun modifiye edilmiş şekli kullanılmaktadır ( $W+S =Pt A1+B$ ).<sup>55</sup>(Şekil 1 A-B).

GAT ölçümleri güvenli,kolay uygulanan ve çoğu klinik durumda hassas olan ölçümlerdir. Kornea kalınlığı ve kurvatüründen etkilenmesine rağmen, bugünkü mevcut cihazlar içerisinde en geçerli ve güvenilir olan halen GAT'dir.<sup>32</sup>



**Şekil 1:** A. İmbert-Fick kanunu ( $W=Pt \times A$ ) B. Kornea için düzeltilmiş modifiye İmbert-Fick kanunu ( $W+S=PtA1+B$ ).<sup>55</sup>

**Mackay –Marg Tonometresi:** Ödemli, skarlı ve düzensiz kornealarda ölçüm yapabilen pnömotometredir. Mackay–Marg tipi tonometrelerde ölçülen güç, daldırıcının düz tabanı ile onu çevreleyen kolun aynı hizada tutulması için gereken güçtür.<sup>19,42</sup>

**Pnömotometre:** Mackay-Marg tipi bir tonometredir. Silastik bir zar ile kaplanmış gaz dolu hazneden meydana gelmiş bir basınç algılama sistemine sahiptir. Haznedeki gaz bir boşaltma deliğinden dışarı çıkar. Zar korneaya dokunduğunda boşaltma deliği küçülür ve haznedeki basınç artar. Taşınabilir değildir ve temel ünite odadan odaya transferi zorlaştıracak kadar büyüktür. Pnömotometre ile GAT arasındaki korelasyon iyidir fakat pnömotometrede ölçülen GİB daha yüksek çıkmaya meyillidir. Bununla birlikte tüm GAT tipi tonometrelerden farklı olarak pnömotometre korneanın küçük bir alanını düzleştirdiğinden skarlı ve düzensiz kornealı gözlerin GİB’larını ölçmede kullanılabilir.<sup>42</sup>

**Maklakoff:** İlk düzleştirici tonometredir. Basit ve ağırlığı bilinen bir çubuktur.<sup>42</sup>

**Perkins:** Goldmann prizmasının küçük bir ışık kaynağına adapte edilmiş biçimini kullanan elde taşınan bir cihazdır. Taşınması kolay ve küçük olan bu tonometreyi kullanırken yarıklı lambaya gerek duyulmaz, bundan dolayı yatalak, anestezi almış ve ayaktaki hastaların GİB'lerini ölçmek için oldukça kullanışlıdır. Bununla beraber güvenilir neticelerin elde edilmesi için kullanıcının bu alette önemli ölçüde tecrübe kazanması gerekir. GAT'ne benzer şekilde, gözyaşı tabakası flöresein ile boyanarak ve görüntü - ayırıcı bir birim kullanılarak ölçüm yapılır.<sup>19,40</sup>

### **Tonopen:**

Elde tutularak kullanılan, pille çalışan, küçültülmüş, taşınabilir bir tonometredir.<sup>9</sup> Foot plate'in korneayı düzleştirmesi sırasında germe sayacı elektriksel bir impuls oluşturmak için kullanılır. Bir mikroişlemci çip uygun kuvvet eğrilerini algılar, 4-10 okumasının ortalamasını hesaplar ve sonra değişkenlik yüzdeleriyle son bir dijital çıktı oluşturulur. Çoğu araştırmacı normal sınırlarda tutarlı GİB değerleri verdiğini düşünmektedir, fakat GİB'ni düşük sınırlarda yanlış olarak fazla, yüksek sınırlarda ise yanlış olarak düşük gösterebilmektedir. Buna rağmen GAT ile korelasyon içinde ölçümler yapabilmektedir.<sup>4,27</sup> MacKay-Marg tonometresi ile aynı prensibe göre çalışır, distorsiyona uğramış, düzensiz korneası olanlarda (örneğin keratoplasti sonrası) skarlı ve ödemli korneası olan gözlerde MacKay-Marg tonometresi gibi doğru ölçümler yapmayı sağlar.<sup>50</sup> Diğer bir avantajı bandaj KL üzerinden etkili ve güvenli GİB ölçümleri yapmayı sağlamasıdır.<sup>29,43</sup> Prematüre ve diğer muayenesi zor çocuklarda güvenilir ve pratik GİB ölçümleri yapmayı sağlar.<sup>6,8</sup> Ayrıca silikonlu,

gaz enjeksiyonu yapılmış gözlerde GAT ile yapılan ölçümlere benzer sonuçlar bulunmuştur.<sup>1,23</sup>

GAT ve pnömotometre ile karşılaştırıldığında santral kornea kalınlığından en az etkilenerek GİB ölçümü sağlar. Bu etkilenmenin pnömotometrede en yüksek olduğu gösterilmiştir.<sup>5</sup> Excimer laser, fotorefraktif keratektomi ve Lasik sonrasında korneal kalınlık ve diğer korneal değişikliklerden GAT ve nonkontakt tonometriye göre daha az etkilenerek GİB ölçüm sonuçları alınmasını sağlar.<sup>18,33,36,56,58,63</sup>

### **Dinamik Kontur Tonometresi**

Pascal Dinamik Kontür Tonometresi üçüncü kuşak, dijital, kontakt tonometredir. Silindirik bir tonometre ucundan meydana gelmektedir. Ölçüm esnasında kontürler tam olarak temas ederek korneanın her iki yüzeyinde basınç dengelenir ve tonometre ucunun içine yerleştirilmiş olan basınç sensörü ile GİB ölçülür.<sup>25,40</sup> Cihaz, elektronik ve mekanik aksamı bulunan ve biomikroskoba bağlanabilen bir ana üniteden oluşmaktadır.<sup>48</sup>

Cihaz biomikroskoba monte edilir. Cihaz korneanın tepesine doğru yaklaştırılır, yandan bakarak DKT'nin ucu korneaya tepesine dokundurulur. Uç santralize olduğu zaman temas alanı koyu, sirküler bir şekil alır ve cihazdan düzenli, sürekli, artıp azalan şekilde sinyal sesi gelir. Bu seslerden 5 ila 7 adet sayıldıktan sonra cihaz gözden çekilir. GİB, oküler pulse amplitüdü (OPA) ve yapılan ölçüme ait kalite değeri (KD) ekrandan okunur.<sup>48</sup>

Oküler pulse amplitüdü, DKT tarafından GİB ile birlikte ölçülen bir diğer parametredir. OPA pulsatil GİB'nin en yüksek (sistolik) ve en düşük (diastolik) değerler arasındaki farkıdır.<sup>25,48</sup>

### 3. GEREÇ VE YÖNTEMLER

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Kliniği Kontakt Lens Birimine başvuran 15 myop hastanın 30 gözü çalışmaya dahil edildi.

Tüm bireylere görme keskinliği, refraksiyon ölçümü, biyomikroskopik muayene, fundus muayenesi ve GİB ölçümünü içeren tam bir oftalmolojik muayene yapıldı. Tüm bireylerin GİB ölçümü Tonopen (Tono-Pen XL, Medtronic Solan, USA) ile yapıldı. (Şekil 2)



*Şekil 2:* Medtronic Solan Tonopen-XL

Myop kırma kusuru nedeniyle kontakt lens polikliniğine başvuran hastalardan 18-36 yaş arası sistemik bir hastalığı ve refraksiyon kusuru dışında herhangi bir oküler rahatsızlığı olmayan gönüllü kişiler çalışmaya dahil edildi.

Herhangi bir oküler ve sistemik hastalığı bulunan, olur alma belgesini imzalamayan, 18 yaş altı ve 60 yaş üstü kişiler, oküler rahatsızlık hisseden ve çalışmaya katılmaktan vazgeçenler çalışmaya alınmadı.



Önce direkt kornea üzerinden ve daha sonra sırayla 3 farklı materyalden yumuşak KL üzerinden Tonopen XL ile GİB ölçüldü. Alınan üç ölçüm ve bunların ortalaması kaydedildi. Daha sonra KL üzerinden ölçümlere geçildi. Tüm lensler -3.00 Dioptri idi. İlk olarak düşük su içerikli (%24), yüksek modülüsü, oksijen geçirgenliği 140, oksijen iletimi (Dk/t) 175 olan ve lotrafilcon A içeren (modülüsü 1.4 MPa, Air Optix Night and Day, Cibavision) lens takıldı. On dakika sonra bu lens üzerinden 3 ölçüm alındı ve alınan ölçümlerin ortalaması hesaplanarak kaydedildi. Sonra bu lens çıkarıldı.

**Tablo 2:** Kullanılan Kontakt Lenslerin Özellikleri

Lensin Ticari Adı	Materyal	Su içeriği	Modulus	Dk	Dk/t	Çap	Dioptri	Merkezi Kalınlık
<b>Air Optix Night&amp;Day (I)</b>	LotrafilconA	% 24	1.4 mPa	14	175	13.8 0 mm	-3.00 D	0.08 mm
<b>Purevision (II)</b>	Balafilcon A	%36	1.1 mPa	99	112	14.0 0 mm	-3.00 D	0.09 mm
<b>Focus Visitint Monthly (III)</b>	Vifilcon A	%55	0.79 mPa	20	16	14.0 0	-3.00 D	0.14 mm

Ardından orta su içerikli (%36) ve orta düzeyde modülüs, oksijen geçirgenliği (Dk) 99 , oksijen iletimi (Dk/t) 112 olan ve balafilcon A materyali içeren (modülüs 1.1 mPa , Purevision , Baucsh&Lamb) ikinci KL takıldı. Aynı şekilde on dakika sonra üzerinden üç ölçüm alındı ve alınan ölçümlerin ortalaması hesaplandı. Sonra bu KL de çıkarıldı.

Son olarak orta su içerikli (%55), düşük modülüs, oksijen geçirgenliği ( Dk ) 20, oksijen iletimi (Dk/t) 16 olan ve vifilcon A (Hidrojel materyal) içeren (0.79 MPa, Focus Visitint Monthly, Cibavision) KL uygulanarak on dakika sonra üç ölçüm alındı ve alınan ölçümleri ortalaması kaydedildi.

Yazım kolaylığı için bu KL'ler, çalışmanın devamında sırasıyla I (lotrafilcon A-ND), II (Balafilcon A-PV) ve III (Vifilcon A-FM) olarak numaralandırıldı.

Araştırmadan elde edilen veriler kodlandıktan sonra SPSS (version 15.0; SPSS, Chicago, IL, USA) paket programında bilgisayara aktarıldı ve analiz edildi. Her grup arasındaki karşılaştırmalar Tek Yönlü Varyans Analizi ile yapıldı ve Tukey Çoklu Karşılaştırma Analizi ile ikişerli gruplar arasında karşılaştırma yapıldı. Bu gruplar arasında ilişki bulunup bulunmadığı Regresyon Korelasyon Analizi ile karşılaştırıldı. Tüm değerlendirmeler SPSS 15 paket programı kullanılarak yapıldı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi tüm testler için  $p<0,05$  olarak kabul edildi.

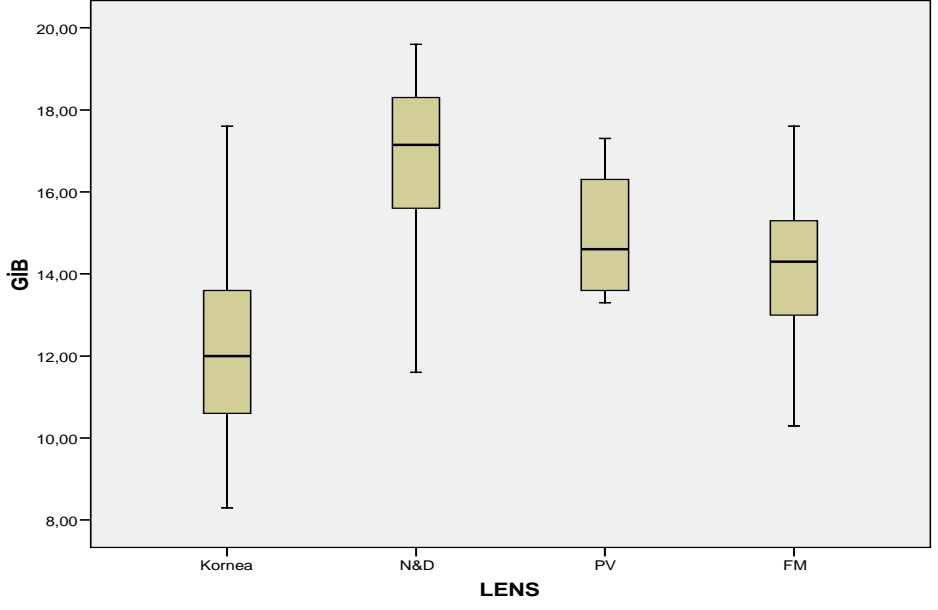
#### 4. BULGULAR

15 myop hastanın 30 gözü çalışmaya dahil edildi. Hastaların %73 'ü (11) erkek,%26'sı (4) kadındı. Ortalama yaş  $26.86 \pm 5.62$  olarak bulundu. Hastaların tümü myop idi.

Direkt kornea üzerinden alınan ölçümlerin ortalaması  $12,16 \pm 0,39$  mmHg idi, III numaralı KL üzerinden alınan ölçümlerin ortalaması  $14,10 \pm 0,39$  mmHg , II numaralı KL üzerinden alınan ölçümlerin ortalaması  $15,06 \pm 0,23$  mmHg ve I numaralı KL üzerinden alınan ölçümlerin ortalaması  $16,77 \pm 0,38$  mmHg idi. Bu sonuçlara göre kornea üzerinden alınan ölçümler en düşük, I numaralı KL üzerinden alınan ölçümler en yüksek bulundu ve bu sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı idi. ( $P<0,05$ ) (Tablo III) (Şekil 3)

**Tablo III:** Kornea ve her üç KL üzerinden alınan ortalama GİB değerleri

Lens Materyalleri	GİB Ölçüm Sonuçları(mmHg)
Kornea	$12,1600 \pm 0,39568$
Vifilcon A	$14,1000 \pm 0,39568$
Balafilcon A	$15,0600 \pm 0,23614$
Lotrafilcon A	$16,7767 \pm 0,38067$

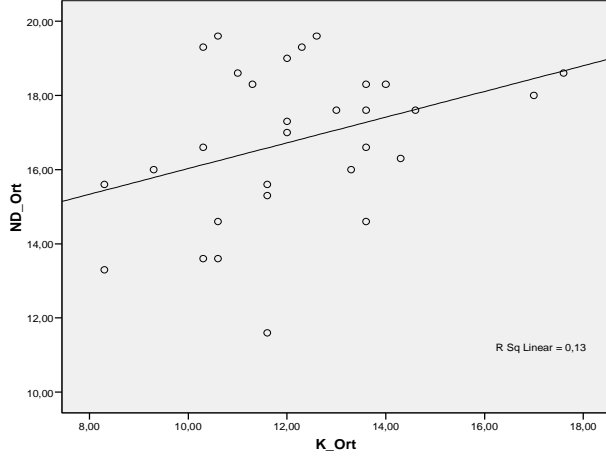


**Şekil 3:** Tonopenle ölçülen GİB değerlerinin KL'lere göre değişimi

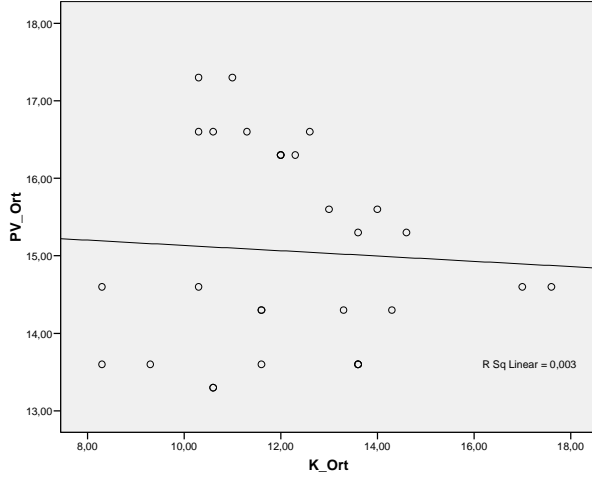
Ardından KL'ler ve kornea üzerinden alınan ölçümler arasında ikili olarak istatistiksel analiz yapıldı I numaralı KL üzerinden alınan ölçümler, kornea üzerinden alınan ölçümlerden  $4,61 \pm 0,54$  mmHg yüksekti ve bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı idi ( $P=0,000$ ) (Şekil 4). II numaralı KL üzerinden alınan ölçümler, kornea üzerinden alınan ölçümlerden  $2,90 \pm 0,46$  mmHg yüksekti ve bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı idi ( $P=0,000$ ) (Şekil 5). III numaralı KL üzerinden alınan ölçümler, kornea üzerinden alınan ölçümlerden  $1,94 \pm 0,51$  mmHg yüksekti ve bu farklılık da istatistiksel olarak anlamlı idi. ( $P=0,003$ ) (Şekil 6). I numaralı KL üzerinden alınan ölçümler, III numaralı KL üzerinden alınan ölçümlerden  $2,67 \pm 0,50$  mmHg yüksekti ve bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı idi. ( $P=0,000$ ) I numaralı kontakt lens üzerinden alınan ölçümler, II numaralı KL üzerinden alınan ölçümlerden  $1,71 \pm 0,44$  mmHg yüksekti ve bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı idi. ( $P=0,002$ ) III numaralı KL üzerinden alınan ölçümler ile II numaralı KL üzerinden alınan ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu. ( $P=0,128$ )(Tablo IV)

**Tablo IV:** Kornea ve KL'ler üzerinden alınan ölçümlerin istatistiksel olarak karşılaştırılması

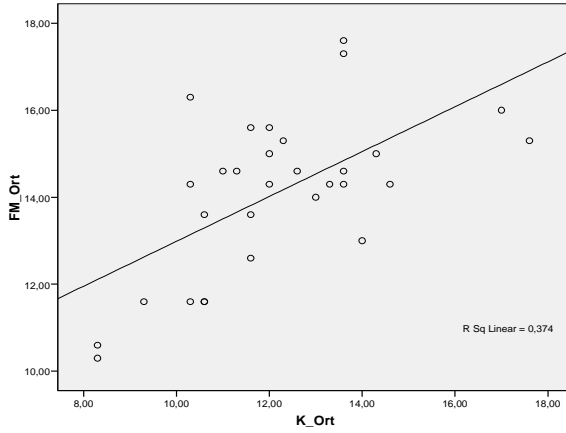
Lens 1	Lens 2	Ortalama Fark	St. Sapma	P Değeri
Kornea	N&D	-4.6167	0,5437	0,000
	PV	-2.9000	0,46079	0,000
	FM	-1.9400	0,51752	0,003
N&D	Kornea	4,6167	0,54907	0,000
	PV	1,7167	0,44797	0,002
	FM	2,6767	0,50614	0,000
PV	Kornea	2,9000	0,46079	0,000
	N&D	1,7167	0,44797	0,002
	FM	0,9600	0,40869	0,128
FM	Kornea	1,9400	0,51752	0,003
	N&D	-2,6767	0,50614	0,000
	PV	-0,9600	0,40869	0,128



**Şekil 4:** Kornea ve I numaralı KL üzerinden alınan GİB değerleri arasındaki değişiklik



**Şekil 5:** II numaralı KL ve kornea üzerinden alınan GİB değerleri arasındaki değişiklik



**Şekil 6:** III numaralı KL ve kornea üzerinden alınan GİB değerleri arasındaki değişiklik

Grupların ikili karşılaştırılması sonucunda en yüksek değerlerin I numaralı KL üzerinden alınan ölçümlerde olduğu ve bunun hem direkt kornea üzerinden hem de diğer KL'lerden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı olduğu saptandı. Diğer iki KL'in de kornea ölçümlerinden anlamlı olarak yüksek olduğu görüldü. I numaralı KL ve direkt kornea ölçümlerinin karşılaştırılmasında fark  $4,61 \pm 0,54$  mmHg idi ( $P=0,001$ ). II ve III numaralı KL'ler üzerinden alınan ölçümlerin karşılaştırılmasında anlamlı bir fark bulunmadı. Ancak I numaralı KL'den hem II, hem de III numaralı KL'e göre daha yüksek GİB değerleri elde edildiği görüldü. Bu değerler de diğer iki KL'e göre istatistiksel olarak anlamlı idi. I numaralı kontakt lens, hem kornea hem de diğer iki KL' e göre anlamlı düzeyde yüksek GİB değerleri vermekteydi.



## 5. TARTIŞMA

Çeşitli endikasyonlarla KL kullanan hastaların çoğunda değişik nedenlerle GİB ölçümü gerekli olmaktadır. Örneğin nörotrofik keratitlerde terapötik amaçlı KL kullanımı uygulamasında olduğu gibi bazı hastalarda KL'i çıkarmadan basınç ölçümü yapmak pratiklik sağlamanın ötesinde tıbben de gerekli olmaktadır. Veya çok yoğun hasta bakılan kliniklerde lens üzerinden GİB ölçümü zaman kazandıracaktır. Ancak alınan değerlerin halen altın standart olmaya devam eden GAT'ne ne oranda yakın olduğunu, hangi KL'de ve hangi cihazla ölçümde ne kadar sapma olabileceğini tahmin etmek uygulamalarımızın doğruluğu için mutlak gereklidir.

KL üzerinden doğru GİB ölçümü iki ana faktöre bağlı olabilir: Bunlardan biri ölçüm yöntemi ve cihazı, ikincisi de KL'in özellikleridir. Tonopen, elde taşınabilen, her yaş grubundan kişiye uygulanabilen, pratik, etkili, güvenli GİB ölçmeyi sağlar. KL üzerinden de KL'in çıkarılmasına gerek duyulmadan ölçümler yapılabilir. Tonopen'in direkt kornea üzerinden alınan ölçümlerde GAT ile karşılaştırıldığı çalışmalar mevcuttur. Çalışmaların çoğu birkaç mmHg'lık düzeltmelerle Tonopen'in GAT'ne alternatif olabileceğini bildirmektedir.<sup>4</sup> Bundan dolayı çalışmamızda Tonopen kullanılmıştır. Amacımız modülüs parametresinin KL üzerinden GİB ölçümüne etkisini araştırmaktır. Materyal ve onunla bağlantılı olarak da modülüs dışında bir faktörün, GİB sonuçlarını etkilememesi için kullandığımız KL'lerin dioptri, santral kalınlık ve çaplarını piyasada bulunan KL'ler ölçüsünde eşit seçtik (Tablo II).

KL modülüsü bir materyalin deformasyona karşı direnç göstermesidir.

Modülüs = Basınç (Stres)

Gerilim (Strain)

Modülüsün çeşitleri vardır. Bunlardan ilki bulk modulus (genişleme modülüsü) dur. Bu modülüs basınç değişiklikleri sonucu hacimde oluşan değişikliklerle ilgilidir. İkincisi rigidite modülüsüdür. Bu ise bir materyale tanjansiyel doğrultuda horizontal bir güç uygulanması ile veya bir materyalde torsiyonel test sonucu burulma olması ile ilişkilidir.<sup>17</sup>

Khan ve arkadaşları, yaptıkları çalışmada KL'in gözden çıkarıldıktan hemen sonra GİB'ında 4 mm Hg'a kadar istatistiksel olarak anlamlı değişiklikler meydana geldiğini bildirmişlerdir. Bu nedenle GİB ölçümünün KL çıkarıldıktan bir kaç dakika sonra yapılmasını önermişlerdir.<sup>28</sup> Bizim çalışmamızda da KL yerleştirildikten 10 dakika sonra ölçümler alınmıştır. Ölçümler 3'er kez alınarak en sonunda tümünün ortalaması hesaplanmıştır.

Rubenstein ve arkadaşlarının yaptıkları karşılaştırmalı bir çalışmada, pnömotometri ile KL'siz ve su içeriği %38.6 santral kalınlığı 0.17 mm Polymacon (Plano T; Bausch&Lomb) KL'ler üzerinden alınan ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır. Ancak GAT ile pnömotometre ölçümleri karşılaştırıldığında pnömotometre ölçümlerinin anlamlı yüksek olduğu görülmüştür. Sonuç olarak pnömotometre ile KL çıkarılmadan doğru ölçüm yapılabileceği ancak her kliniğin kendi aplanasyon ve pnömotometre'leri arasındaki ölçüm farkını bilmeleri gerektiğini bildirmişlerdir.<sup>51</sup>

Mark ve arkadaşlarının kadavra gözleri üzerinde yaptıkları çalışmada gözlerin İOP'ları manometre aracılığı ile ayarlanmış, kornea ve KL üzerinden iki ayrı tonometre ile (pnömotonometre ve tonopen) ölçümler alınmış. Çalışmanın sonucuna göre pnömotonometre ile yapılan GİB ölçümlerinde daha doğru ölçümler alındığı ve Tonopen ile alınan GİB ölçümlerinin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük olduğu görülmüştür. Direkt kornea ve KL üzerinden alınan ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmediği vurgulanmıştır.<sup>35</sup>

Bhan ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada da GAT, pnömotonometre ve tonopenle GİB ölçümüne santral kornea kalınlığının etkisi araştırılmıştır. 181 normal korneası olan hastanın alındığı çalışmada ultrasonik pakimetre ile santral kornea kalınlığı ölçülmüş, santral kornea kalınlığındaki 10 µm'lık artış sonucunda tonopen ile alınan ölçümlerde 0,23 mmHg artış, pnömotonometre ölçümlerinde ise 0,28 mmHg artış olduğu gözlenmiştir. Çalışmanın sonucunda normal gözlerde tonopenin GAT'ne göre santral kornea kalınlığından en az etkilendiği ve çok yakın ölçümler alındığı, pnömotonometrenin de GAT'ne göre daha fazla etkilendiği ve daha yüksek ölçümler alındığı görülmüştür.<sup>5</sup>

Scibilia ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada da su içeriği ve santral kalınlığı farklı 3 yumuşak KL ( Acuvue, 04 ve permalens ) üzerinden tonopen ve pnömotonometre ile ölçümler alınmıştır. GAT, tonopen ve pnömotonometre ile kornea üzerinden alınan ölçümlerle her üç KL üzerinden alınan ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Sonuç olarak KL su içeriği ve santral

kalınlığının farklı olmasının GİB ölçümlerini etkilemediği vurgulanmıştır.<sup>54</sup>

Patel ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada KL dioptrisinin intraoküler basınç ölçümüne etkisi araştırılmıştır. Ölçümler non-kontakt tonometri ile yapılmış, Friedenwalt yöntemi ile ( lens power (D) / santral kalınlık= rijidite) KL rijiditesi de hesaplanmış, +6'dan daha yüksek dioptrisi, 0.30 mm'den daha kalın ve rijiditesi fazla olan KL'lerde intraoküler basınç ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı artış olduğu gösterilmiştir.<sup>44</sup>

Patel ve arkadaşlarının bir başka çalışmasına göre de KL materyalinin ve dioptri gücünün non-kontakt tonometre ile GİB ölçümüne etkisi araştırılmıştır. KL olarak düşük su içerikli (%24) yüksek modülüs (1.2Mpa) silikon hidrojel KL (Focus Night & Day, Cibavision) ve yüksek su içerikli (%69) düşük modülüs (0.91Mpa) günlük kullan-at hidrojel KL (Focus Dailies, Cibavision) kullanılmış. KL dioptri güçleri -7.50 ile +6.00 D arasında olup, Daha önceki yapılan çalışmalarla uyumlu olarak daha fazla pozitif olan lenslerde daha yüksek GİB ölçümleri olduğu görülmüştür. Hastaların sağ gözlerinden alınan GİB ölçümlerinde düşük modülüs olanlarda +4.8 mmHg , yüksek modülüs olanlarda +10.8 mmHg kadar artış gözlenmiş. Düşük modülüs olanlardaki az miktardaki artış KL kalınlığına bağlı olan bir artış olduğu ve KL kalınlığının ölçüm sonuçlarını etkileyen en önemli faktör olduğu belirtilmiştir. KL'ler arasındaki modülüs farkının 6 mmHg'lık farka sebep olduğu düşünülmüştür. Buna göre basınç ölçümünü etkileyen diğer önemli faktörün ise rigidite modülüsü olduğu belirtilmiştir.<sup>45</sup>

Gözyaşı volümü, kapak basıncı, nabız oranı ve korneal düzenlilik gibi faktörler de GİB ölçüm sonuçlarını etkileyebilir. Bunlar gibi kontrol edilemeyen ve mekanizması açıklanamayan faktörlerin GİB ölçüm sonuçlarını nasıl etkilediği bilinmemektedir.

Korneal kalınlık, KL'in yüzey kurvatürü ve KL merkezi kalınlığı da ölçüm sonuçlarını etkileyebilir. Özellikle korneal kalınlık GAT ile ölçüm sonuçlarını direkt olarak etkiler. Örneğin korneal kalınlıkta 0.1 mm'lik bir artışın GİB ölçümünde yaklaşık +5 mm Hg kadar, kornea ödemeine bağlı olarak 0.1 mm'lik bir kalınlık artışının da yaklaşık 3.1 mmHg kadar bir artışa neden olacağı tahmin edilmektedir.<sup>14,45</sup>

KL üzerinden GİB ölçüm sonuçlarına KL'e bağlı parametrelerden; KL'in dioptrisi, santral kalınlığı, su içeriği ve rijiditesinin de etkili olabileceği daha önceki çalışmalardan anlaşılmaktadır.<sup>44</sup>

Bizim çalışmamızda kullanılan tüm KL'lerin dioptri gücü -3.00 D idi. Bu şekilde dioptri sabit tutularak GİB ölçümüne etkisi ekarte edilmiştir.

Santral korneal kalınlığın etkisini, GİB ölçümü için kullanılan cihaz seçimi ile en aza indirmeyi amaçladık. Tonopen XL, pek çok çalışmada santral kornea kalınlığından en az etkilenen cihaz olarak sonuç vermektedir.<sup>5</sup>

KL'in santral kalınlığı arttıkça GİB'nin korneadaki gibi etkilenmesi yani, normalden daha yüksek ölçülmesi beklenir. Ancak Scibilia' nın çalışmasında, KL'in santral kalınlığının, GİB ölçüm sonuçlarını, istatistiksel olarak anlamlı düzeyde etkilemediği bulunmuştur.<sup>54</sup> Ayrıca Patel ve arkadaşlarının çalışmasında, 0,3

mm'den daha kalın KL'lerde GİB'nda istatistiksel olarak anlamlı yüksek ölçümler bildirilmektedir.<sup>45</sup>

Bizim kullandığımız KL'lerde santral kalınlık sırasıyla 0.08, 0.09 ve 0.14 mm idi. Bu nedenle bizim çalışmamızda ölçüm sonuçlarımızı çok etkileyen bir parametre olmadığı kanaatindeyiz.

KL su içeriği ve GİB ölçümü arasındaki ilişki de Scibilia ve arkadaşlarının çalışmasında araştırılmış ve sonuca etkisi saptanmamıştır.<sup>54</sup>

Bizim kullandığımız KL'lerde lotrafilcon A içeren KL'in kalınlığı 0.08 mm, balafilcon A içeren KL'in (II) 0.09 mm ve vifilcon A içeren KL'in(III) ise 0.14 mm idi. Su içerikleri de sırayla %24, % 36 ve %55 idi. Bu KL'ler üzerinden ölçümlerin korneaya göre farkı sırayla +4.6 mmHg, +2.9 mmHg ve +1.9 mmHg idi. Bu sonuçlara göre su içeriği az ve daha ince KL'lerde daha yüksek GİB ölçümleri alınmıştır. Hepsi -3.00 dioptri olan KL'ler arasındaki bu sıralama bize; dioptri, santral kalınlık ve su içeriğinden çok, modülüsün KL üzerinden alınan GİB ölçüm sonuçlarına etkisi olduğunu düşündürmektedir.

Modülüsün ölçümleri etkileyebilen önemli bir faktör olduğu daha önceki çalışmalarda da belirtilmişti. Patel'in çalışmasında da modülüsü yüksek ve su içeriği düşük yumuşak KL'lerin üzerinden alınan ölçümlerin daha yüksek olduğu görülmüştür.<sup>45</sup> Bizim sonuçlarımızda da bu çalışma ile uyumlu olarak modülüsü yüksek ve su içeriği düşük yumuşak KL'ler üzerinden alınan ölçümler, hem modülüsü daha düşük ve su içeriği yüksek lenslere hem de direkt kornea üzerinden alınan ölçümlere göre istatistiksel olarak anlamlı yüksek bulunmuştur.

## 6. SONUÇ

Yumuşak KL'ler üzerinden GİB ölçümünde KL materyalinin modülüsü ölçüm sonuçlarını etkilemektedir.

Modülüsün yüksek olması daha yüksek ölçümler alınmasına sebep olmaktadır.

Yoğun klinik şartlarında yumuşak KL üzerinden yapılacak ölçümlerde direkt kornea ölçümlerine göre KL materyaline bağlı olmak üzere 5 mmHg'ya kadar ulaşabilen farklar olabileceği ve şüpheli vakalarda KL çıkartılarak ölçümün tekrarlanması gerekebileceği unutulmamalıdır.

Klinisyenin kullanılan KL materyalinin özelliklerini akılda tutarak ölçüm sonuçlarını değerlendirmesi gerekir. Ayrıca her kliniğin kullandığı cihazla ilgili kendi normal değerlerini saptaması uygun olacaktır.

## 7. KAYNAKLAR

1. Alfaro, D.V., Tran, V.T. 1991. A clinical comparison of the Tono-Pen with the Goldmann applanation tonometer in eyes filled with silicone oil. *Retina*. 11, 219-220
2. Araie, M., Sugiura, M., Minota, K., Akazawa, K., 1987. Effects of the encircling procedure on the aqueous flow rate in retinal detachment eyes: a fluorometric study. *Br J Ophthalmol*. 71, 510-515.
3. Armaly, M.F., 1965. On the distribution of applanation pressure. I. Statistical features and the effect of age, sex, and family history of glaucoma. *Arch Ophthalmol*. 73, 11-18.
4. Bafa, M., Lambrinakis, I., Dayan, M., Birch, M., 2001. Clinical comparison of the measurement of the IOP with the ocular blood flow tonometer, the Tono-Pen XL and the Goldmann applanation tonometer. *Acta Ophthalmol Scand*. 79, 15-18
5. Bhan, A., Browning, A.C., Shah, S., Hamilton, R., Dave, D., Dua, H.S., 2002. Effects of Corneal Thickness on Intraocular Pressure Measurements with the Pneumatometer, Goldmann Applanation Tonometer, and Tono-Pen. *Investigative Ophthalmology and Visual Science*. 43, 1389- 1392
6. Bordon, AF, Katsumi, O, Hirose, T., 1995. Tonometry in pediatric patients: a comparative study among Tono-Pen, Perkins, and Schiottz tonometers. *J. Pediatr Ophthalmol Strabismus*; 32,373-716.
7. Can, İ., 2007. Silikon Hidrojel Kontakt Lensler. 27.Ulusal Oftalmoloji Kursu Kornea ve Kontakt Lens. 169-174



8. Caride, F.J., Dolzani, D.M., 1998. IOP in children during examination with the Tono-Pen. *Ocular Surgery News*, 16, 20.
9. Charisis, S.K., Ginis, H.S., Kounis, G.A., Tsilimbaris, M.K., 2008. Tono-Pen XL tonometry during application of a suction ring in Rabbits. *BMC Ophthalmolgy*. 8, 1-7
10. Cheng, H., Perkins, E.S., 1967. Thyroid disease and glaucoma. *Br J Ophthalmol*. 51,547-553.
11. David, R., Zangwill, L., Stone, D., Yassur, Y., 1987. Epidemiology of intraocular pressure in a population screened for glaucoma. *Br J Ophthalmol*. 71,766-771.
12. DaVinci, L., 1953. Codex of the eye. Manuscript D (circa 1508). For translation and illustration, see Hofstetter HW, Graham R. Leonardo and contact lenses. *Am J Optom*. 30, 41-44.
13. Descartes, R., 1956. Methods of correcting vision. In: Descartes R, ed. *Discours de la methode*, 1636, Discours 7, La dioptrique, p 147 (in French). For translation and illustrations, see Enoch JM. Descartes' contact lens. *Am J Optom*. 33,7-85.
14. Doughty, M.J., Zaman, M.L., 2000. Human corneal thickness and its impact on intraocular pressure measures: a review and meta-analysis approach. *Surv Ophthalmol*. 44, 367-408.
15. Feltgen, N., Leifert, D., Funk, J., 2001. Correlation between central corneal thickness, applanation tonometry, and direct intracameral IOP readings. *Br J Ophthalmol*. 85, 85-87.
16. Flammer, J. (Çeviri ed: Aydın, P), 2003. *Glokom*. Pharma Graph basım t. L.Şti. 114-117

17. French, K., 2007. Why is modulus important?. Silicone Hydrogels. Oct
18. Garzozzi, H.J., Chung, H.S., Lang, Y., Kagemann, L., Haris, A., 2001. Intraocular pressure and photorefractive keratectomy - a comparison of three different tonometers. *Cornea*. 20. 33-36
19. Göz içi basıncı ve Hümör aköz dinamikleri (Çeviri Kömür, B.), 2009. American Academy of Ophthalmology. Ankara:Güneş Tıp Kitabevleri. 10, 17-33
20. Güngör, İ., Erkan, D., 2004 Kontakt Lensler: Materyallerin Fiziksel Özellikleri ve Çeşitleri. *O.M.Ü. Tıp Dergisi* ; 21, 195–200
21. Hara, T., Tsuru, T., 2006. Increase of peak intraocular pressure during sleep in reproduced diurnal changes by posture. *Arch Ophthalmol* . 124, 165-168.
22. Haris, A., Malinovsky, V., Martin, B., 1994. Correlates of acute exercise-induced ocular hypotension. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 35, 3852-3857.
23. Hines, M.W., Jost, B.F., Fogleman, K.L., 1988. Oculab Tonopen, Goldmann Applanation Tonometry, and Pneumatic Tonometry for Intraocular Pressure Assessment in Gas-Filled Eyes. *American Journal of Ophthalmology*. 106, 174-179
24. İleri, D., 2007. Geleneksel Günlük ve Sık Değişim Yumuşak Kontakt Lensler. 27.Ulusal Oftalmoloji Kursu Kornea ve Kontakt Lens. 143-153
25. Kanngiesser, HE, Kniestedt, C, Robert, YCA., 2005. Dynamic contour tonometry: presentation of a new tonometer. *J Glaucoma*. 14, 344-50.

26. Kanski, J.J., 2007. Clinical Ophthalmology. A systemic approach, 6th.ed, London, Butterworth-Heinemann. 13, 8-11, 372-375
27. Kao, S.F., Lichter, P.R., Bergstrom, T.J., Rowe, S., Musch, D.C., 1987. Clinical comparison of the Oculab Tono-Pen to the Goldmann applanation tonometer. Ophthalmology. 94, 1541-1544
28. Khan, J.A., Graham, C.U., 1991. Effect of contact lens removal or displacement on intraocular pressure. Arch Ophthalmol. 109, 825-828.
29. Khan, J.A., La Greca, B.A., 1989. Tono-Pen estimation of intraocular pressure through bandage contact lenses. Am J Ophthalmol. 108, 422-425
30. Kontakt Lensler (Çeviri Yiğit, U.), 2009. American Academy of Ophthalmology. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri. 3, 173-212
31. Lee, A.J., Saw, S.M., Gazzard, G., Cheng, A., Tan, D.T., 2004. Intraocular pressure associations with refractive error and axial length in children. Br J Ophthalmol. 88, 5-7.
32. Leon, W.H., 2006. Measuring intraocular pressure-adjustments for corneal thickness and new technologies. Current Opinion in Ophthalmology. 17, 115-119.
33. Levy, Y., Zadok, D., Glovinsky, Y., Krakowski, D., Nemet, P., 1999. Tono-Pen versus Goldmann tonometry after excimer laser photorefractive keratectomy. J Cataract Refract Surg. 25, 486-491.
34. Mark, H.H., Mark, T.L., 2003. Corneal astigmatism in applanation tonometry. Eye. 17, 618-618.

35. Mark, L.K, Asbell, P.A, Torres, M.A. , Failla S.I., 1992. Accuracy of intraocular pressure measurements with two different tonometers through bandage contact lenses. *Cornea*. 4, 277-281.
36. McDonald, M.B., Kaufman, H.E., Frantz, J.M., 1989. Excimer laser ablation in a human eye. *Arch Ophthalmol* . 107, 641-642.
37. Moses, R.A., Carniglia, P.E., Grodzki, W.J.Jr, Moses,J., 1984. Proptosis and increase of intraocular pressure in voluntary lid fissure widening. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 25, 989-992.
38. Or, H., 2007. Gaz Geçirgen Sert Kontakt Lenslerin Avantajları ve Komplikasyonları; 27.Ulusal Oftalmoloji Kursu Kornea ve Kontakt Lens. 133-139
39. Ortiz, G.J., Cook, D.J., Yablonski, M.E., 1988. Effect of cold air on aqueous humor dynamics in humans. *Invest Ophthalmol Vis Sci* .29, 138-140
40. Özçetin, H., 2003. Göz İçi Basıncı ve Glokomlar. *Klinik Göz Hastalıkları*. 141-146
41. Öztürk, F., Küsbeci, T., Yavaş, G., Ermiş, S., Kaplan, Ü., İnan, Ü., 2006. 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. *Glo-Kat*. 1, 171-175
42. Palmberg, P.F., Wiggs, J.L., 2004. Mechanisms of glaucoma. In: Yanoff M, Duker JS. (Eds.). *Ophthalmology*. 2nd ed. St Louis: Mosby. 1423-30.
43. Panek, W.C., Boothe, W.A., Lee, D.A., Zemplyni, E., Pettit T.H., 1990. Intraocular Pressure Measurement With the Tono-

- Pen Through Soft Contact Lenses. *Am J Ophthalmol.* 109: 62-65
44. Patel, S., Illahi, W., 2004. Non-contact tonometry over soft contact lenses :effect of contact lens power on the measurement of intra-ocular pressue. *Contact Lenses&Anterior Eye.* 27, 33-37
45. Patel, S., Stevenson, G., 2009. Influence of lens material and intraocular pressure on the outcome of non-contact tonometry over soft contact lense. *Contact Lenses & Anterior Eye.* 32, 68-72
46. Paterson, G.D., Miller, S.J.,1963. Hormonal influence in simple glaucoma. A preliminary report. *Br J Ophthalmol.* 47, 129-137.
47. Pensiero, S., Da Pozzo, S., Perissutti, P., 1992. Normal intraocular pressure in children. *J Pediatr Ophthalmol Strasbismus.* 29, 79-84.
48. Punjabi, O.S., Kniestedt, C., Stamper, R.L., Lin, S.C., 2006. Dynamic contour tonometry: principle and use. *Clinical and Experimental Ophthalmology.* 34, 837-840.
49. Radtke, N.D., Cohan, B.E., 1974. Intraocular pressure measurement in the newborn. *Am J Ophthalmol.* 78, 501-504.
50. Rootman, D.S., Insler, M.S., Thompson, H.W., Parelman, J., Poland, D., Unterman, S.R., 1988. Accuracy and precision of the Tono- Pen in measuring intraocular pressure after keratoplasty and epikeratophakia and in scarred corneas. *Arch Ophthalmol* 106, 1697-1700

51. Rubenstein, J.B., Deutsch T.A., 1985. Pneumatometry through bandage contact lenses. Arch Ophthalmol. 103, 1660-1661.
52. Sagara, T., Gaton, D.D., Lindsey, J.D., 1999. Reduction of collagen type I in the ciliary muscle of inflamed monkey eyes. Invest Ophthalmol Vis Sci. 40, 2568-2576.
53. Schulzer, M., Drance, S.M., 1987. Intraocular pressure, systemic blood pressure, and age: a correlation study. Br J Ophthalmol. 71, 245-249.
54. Scibilia, G.D., Ehlers, W.H., Donshik, P.C., 1996. The effects of therapeutic contact lenses on intraocular pressure measurement; CLAO J. 22, 262-265
55. Shields, M.B., Ritch, R., Krupin, T., 1996. Intraocular pressure and tonometry. Glaucoma. Ritch R, Shields MB, Krupin T (Eds). The Glaucomas, St.Louis: Mosby, Times Mirror Company,;vol 2, 1507-1520.
56. Stahl, J., Vold, S., 2000. Effect of corneal thickness on the accuracy of intraocular pressure measurement in rabbits after excimer laser photoablation. J Cataract Refract Surg. 26:736-743
57. Syam, P.P., Mavrikakis, I., Liu, C., 2005. Importance of early morning intraocular pressure recording for measurement of diurnal variation of intraocular pressure. Br J Ophthalmol. 89, 926-927.
58. Şentut, S.,Yılmaz, S.,Türe, M., Maden, A.,Garzozı, H., 2007. LASIK Cerrahisinde Oluşan Göz İçi Basınç Değişikliğinin Üç

- Farklı Tonometre ile Değerlendirilmesi. *Turkiye Klinikleri J Ophthalmol.* 16, 15-19
59. Weitzman, E.D., Henkind, P., Leitman, P., Hellman, L., 1975. Correlative 24-hour relationships between intraocular pressure and plasma cortisol in normal subjects and patients with glaucoma. *Br J Ophthalmol.* 59, 566-572.
60. White, P., Scott, C., 1999. Contact Lenses. In: Yanoff M, Duker JS, (ed.) *Ophthalmology.* London, Mosby. 2, 111–118
61. Williams, B.I., Peart, W.S., Letley, E., 1980. Abnormal intraocular pressure control in systemic hypertension and diabetic mellitus. *Br J Ophthalmol.* 64, 845-851.
62. Wings, D.S., Gellatly, K.W., 1987. "History of Contact Lenses", *Can. Pharm. J.* 120, 21-26
63. Wolfs, C.W., 1997. Distribution of central corneal thickness and its association with intraocular pressure: the Rotterdam study. *Am J Ophthalmol.* 123, 767-72, 344–50.
64. Yalvaç, I., 2001. *Glokom.* Aydın P, Akova YA (Editörler). *Temel göz hastalıkları.* Ankara: Güneş Kitabevi. 261-73.