

# Korneanın Biyomekanik Özelliklerinin Yaş ile Değişiminin ve Göz İçi Basıncı Üzerine Olan Etkisinin Değerlendirilmesi

## Evaluation of Corneal Biomechanical Properties Changes with Aging and its Effect On Intraocular Pressure

Ayşe Gül KOÇAK ALTINTAŞ<sup>1</sup>, Özlem BEYAZYILDIZ<sup>2</sup>, Emrullah BEYAZYILDIZ<sup>3</sup>, Gültekin KÖKLÜ<sup>4</sup>

### ÖZ

**Amaç:** Korneanın biyomekanik özelliklerinin normal olgularda yaşa bağlı değişiminin göz içi basıncı (GİB) üzerine olan etkisini değerlendirmek.

**Gereç ve Yöntem:** Çalışmaya, hastanemizde aynı şartlarda muayene edilen 50 sağlıklı olgunun 100 gözü dahil edildi. Elli yaşın altında olan olgular Grup 1, elli yaş ve üzeri olan olgular Grup 2 olarak ikiye ayrıldı. Olgulara ait korneanın biyomekanik değerleri, Oküler Cevap Analizörü (OCA) ile saptandı. OCA ile elde edilen korneal histerezis (KH), korneal rezistan faktör (KRF), Goldmann bağlantılı göz içi basıncı (GİBg), kornea kompanse göz içi basıncı (GİBkk) değerleri korneanın biyomekanik özellikleri olarak incelendi.

**Bulgular:** Ortalama KH değeri, Grup 1'de 10.1±2.1 (3.5-13.1) mmHg iken Grup 2'deki ise 9.1±1.2 (7.6-13.0) mmHg olup Grup 1'de istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu gözlemlendi (p=0.01). Ortalama KRF değerleri de Grup 1'de 10.5±2.2 (4.8-13.9) mmHg ve Grup 2'de ise 9.2 ±1.3 (6.8-12.2) mmHg olup elli yaş altındaki olgularda istatistiksel anlamlı olarak düşüktü (p=0.004). Ortalama GİBg değerleri; Grup 1'de 16.6±4.1 (9-25.9) mmHg, Grup 2'de 15.2±3.1 (8.8-20.4) mmHg olup gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu (p=0.15). Grup 1 ve Grup 2'de Goldmann Aplanasyon Tonometresi (GAT) ile ölçülen GİB değerleri ile OCA ile ölçülen GİBg ve GİBkk değerleri karşılaştırıldığında ortalama GAT ile elde edilen GİB değerlerinin ORA ile ölçülen GİB değerlerine oranla daha düşük olduğu saptandı (sırasıyla; p:0.001 ve p<0.001).

**Tartışma:** Korneanın biyomekanik özelliklerinin yaşlanmayla birlikte değişiklikler gösterdiği ve GİB ölçüm sonucunu etkilediği, GAT ile yapılan GİB değerinin OCA ile yapılan GİB değerine göre daha düşük olarak bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Göz içi basınç, tonometri, korneal histerezis, korneal rezistans faktör, oküler cevap analizörü.

### ABSTRACT

**Purpose:** To compare corneal biomechanical properties changes in normal subjects with aging and evaluate its effect on intraocular pressure (IOP).

**Material and Methods:** Group 1 was composed of 46 eyes of 23 subjects who were under 50 years old and group 2 was composed of 54 eyes of 27 subjects who were equal or above 50 years old. Corneal biomechanical properties were measured with Ocular Response Analyzer (ORA). Corneal hysteresis (CH), corneal resistance factor (CRF), corneal compensated intraocular pressure (IOPcc) and Goldmann-correlated intraocular pressure (IOPg) were obtained from ORA were evaluated as corneal biomechanical properties.

**Results:** Mean CH levels were 10.1±2.1 (3.5-13.1) and 9.1±1.2 (7.6-13.0) mmHg in Group 1 and Group 2, respectively. The mean CH levels were significantly lower in Group 2 (p=0.01). The mean CRF levels were 10.5±2.2 (4.8-13.9) and 9.2±1.3 (6.8-12.2) mmHg in Group 1 and Group 2, respectively. The mean CRF levels were significantly higher in Group 1 (subjects below 50 years old) (p=0.004). Mean IOPg levels were 16.6 ±4.1 (9-25.9) mmHg in Group 1 and 15.2 ±3.1 (8.8-20.4) mmHg in Group 2 and mean IOPcc levels were 17.3±4.2 (12-25.5) mmHg in Group 1 and 17±3.1 (11.5-22.6) mmHg in Group 2. The mean IOPcc and IOPg levels were not significantly different between groups (p>0.05).

**Conclusion:** According to our results corneal biomechanical properties were changed with aging process and IOP measurements were also affected by corneal biomechanical properties related to aging process and IOP values obtained from GAT were lower than IOP values of ORA results.

**Key Words:** Intraocular pressure, cornea hysteresis, cornea resistance factor, ocular response analyzer.

- 1- M.D. Associate Professor, Ulucanlar Training and Reseach Eye Hospital, Ankara/TURKEY  
KOCAK ALTINTAS A.G., aysegulkaltintas@hotmail.com
- 2- M.D. Asistant, Ulucanlar Training and Reseach Eye Hospital, Ankara/TURKEY  
BEYAZYILDIZ O., zlmtrkr@hotmail.com
- 3- M.D., Gazi Mustafa Kemal State Hospital, Eye Clinic, Ankara/TURKEY  
BEYAZYILDIZ E., dremrullah@hotmail.com
- 4- M.D., Ulucanlar Training and Reseach Eye Hospital, Ankara/TURKEY  
KOKLU G., gkoklu@hotmail.com

Geliş Tarihi - Received: 17.07.2013

Kabul Tarihi - Accepted: 26.03.2014

Glo-Kat 2014;9:189-194

**Yazışma Adresi / Correspondence Adress:** M.D., Associate Professor,  
Ayşe Gül KOCAK ALTINTAS  
Ulucanlar Training and Reseach Eye Hospital, Ankara/TURKEY

Phone: +90 312 266 66 66

E-Mail: aysegulkaltintas@hotmail.com

## GİRİŞ

Göz içi basıncı (GİB) ölçümünde altın standart olarak kabul edilen Goldmann Aplanasyon Tonometrisi (GAT) ile yapılan ölçümlerde korneanın kalınlığı ve diğer biyomekanik özellikleri ölçüm sonucunu etkilemektedir.<sup>1-4</sup> Viskoleastik bir yapıya sahip olan korneanın biyomekanik özelliklerinin kantitatif değerlerinin in vivo olarak oküler cevap analizörü (OCA) (Reichert Ophthalmic Instruments-Depov, MY, USA) ile belirlenebilmektedir. OCA ile kornea histerezisi (KH) ve kornea rezistans faktör (KRF) ölçülebilmekte ve ayrıca bu değerler göz önünde bulundurularak elde edilen kornea kompanse GİB (GİBkk) ve Goldmann bağlantılı GİB (GİBg) değerleri de saptanabilmektedir. Korneanın biyomekanik özellikleri; korneanın kalınlığı, geçirilmiş kornea ameliyatları, kornea inflamasyonu, keratokonus ve korneanın diğer dejenerasyonları gibi faktörlerden ve kollajen yapıyı etkileyen sistemik hastalıklardan etkilenebilmektedir.<sup>3-6</sup>

Çalışmamızda, sağlıklı bireylerde korneanın biyomekanik değerlerinin belirlenmesini, bu değerlerin yaşla olan ilişkisinin incelenmesini ve GİB ölçümüne olan etkilerini değerlendirmeyi amaçladık.

## GEREÇ VE YÖNTEM

Aynı şartlarda muayene edilen 50 olgunun 100 gözü çalışmaya dahil edildi. Tüm olgulara görme keskinliği muayenesi, GAT ile GİB ölçümü, SKK ölçümü, biyomikroskopik ön ve arka segment muayenesi yapıldı. Muayene sonunda glokom veya oküler hipertansiyon tanısı alan, daha önce göz ameliyatı, göz travması geçirmiş olan veya herhangi bir göz hastalığı olan, iki dioptri ve üstü korneaya bağlı astigmatizma, üç dioptri üstünde miyopi veya hipermetropi saptanan, kornea distrofisi veya dejenerasyonu olan, kollajen dokuyu ve gözü etkileyen sistemik hastalık öyküsü bulunan, kronik allerji veya kuru göz gibi nedenlerle topikal göz damlası uygulayan, kontakt lens kullanan olgular çalışmaya dahil edilmedi.

Korneanın biyomekanik özelliklerinin belirlenmesi aynı ortam ve zaman diliminde aynı şekilde OCA ile gerçekleştirildi. Tüm olgulara korneanın biyomekanik özelliklerinin doğru olarak ölçüldüğü en az üç waveform ölçüm grafiği elde edilecek şekilde ölçüm yapıldı. OCA ölçümünde kornea yüzeyine jet hava akımı gönderilirken korneanın bu etkiye bağlı yüzeyel şekil değişikliği elektro-optik sistemle kaydedilmektedir. Hava akımının etkisiyle konveks kornea önce konkavite oluşturacak şekilde içe doğru çöker ve ardından orijinal konveks şekline geri döner. Oluşan bu şekil değişikliği esnasında kornea iki kez düzleşme aşamasından geçmektedir. Birinci düzleşmeye neden olan basınç P1 ve ikinci düzleşmeye neden olan basınç P2 olarak belirlenmektedir.

Histolojik olarak viskoelastik bir yapısı olan kornea, bu özelliğine bağlı olarak deformasyona karşı direnç göstermektedir. Bu nedenle OCA ölçümü sırasında üzerine uygulanan ilk düzleştirici aplanasyon basıncı daima ikinci düzleştirici aplanasyon basıncından fazladır. Basınçlar arasındaki bu fark KH olarak belirlenmektedir. İki aplanasyon basıncının (P1 ve P2) ortalaması GİBg değişimini göstermekte, korneanın deformasyona karşı toplam direnci de KRF olarak saptanmaktadır. KRF etkisi ortadan kaldırılarak ölçülen GİB değeri GİBkk değeridir.<sup>3-8</sup>

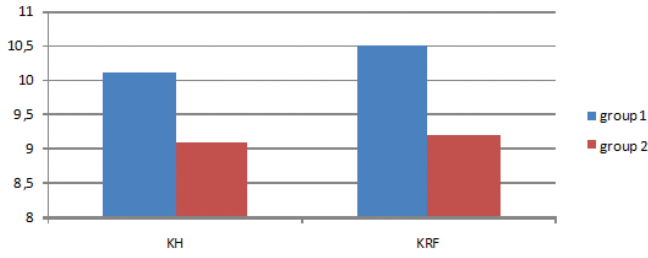
Tüm olguların OCA ile ölçümleri yapıldıktan sonra, topikal anestezi altında ultrasonik pakimetri ile santral kornea kalınlıkları değerlendirildi. Çalışma Helsinki Deklarasyonu 2008 prensiplerine uygun olarak yapıldı. Tüm olgulardan verilerin kullanımı için "Bilgilendirilmiş olur" alındı. Elli yaşın altında olan olgular Grup 1, elli yaş ve üzeri olan olgular Grup 2 olmak üzere iki gruba ayrıldı.

Gruplardan elde edilen verilerin istatistiksel analizinde SPSS 15.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) programı ile Shapiro-Wilk, Mann-Whitney U, Wilcoxon, Independent-Samples T, Paired-Samples T, Two-Independent-Samples, Two-Related-Samples, Spearman ve Friedman testleri kullanıldı ve p değerinin 0.05 altında olması istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

## BULGULAR

Çalışma kapsamına alınan 50 olgunun 20'si erkek, 30'u kadın bireylerden oluşmaktaydı. Yaş aralığı 22-68 yıl arasında değişmekte olup tüm olguların yaş ortalaması 51.2±11.6 yıldır. Tüm olguların ortalama KH değeri 9.1±1.2 mmHg, ortalama KRF değeri 9.8±1.8 mmHg, ortalama GİBkk değeri 17.2±3.6 mmHg, ortalama GİBg değeri 15.8±3.6 mmHg ve ortalama SKK değeri ise 537.3±38.5 (523-591) µm olarak saptandı. Olguların OCA'dan elde edilen aynı anda ölçülen ortalama GİBkk değerinin ortalama GİBg değerinden istatistiksel olarak anlamlı oranda yüksek olduğu saptandı (p<0.001).

Grup 1'de 23 olgunun 46 gözü, Grup 2'de 27 olgunun 54 gözü incelendi. Yaş ortalaması; Grup 1'de 40.8±8.2 (22-49) yıl, Grup 2'de ise 60.0±4.8 (51-68) yıldır. Ortalama GAT ile elde edilen GİB değeri; Grup 1'de 14.8±3.1 mmHg, Grup 2'de ise 13.3±3.3 mmHg olup iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı (p=0.055). Ortalama KH değeri; Grup 1'de 10.1±2.1 (3.5-13.1) mmHg, Grup 2'de ise 9.1±1.2 (7.6-13.0) mmHg olarak saptandı ve 50 yaş altındaki olgularda ortalama KH değerinin 50 yaş ve üzeri olgulara göre istatistiksel olarak anlamlı oranda yüksek olduğu gözlemlendi (p=0.01).



**Grafik:** Gruplara ait ortalama KH ve KRF değerlerinin karşılaştırılması.

Ortalama KRF değerleri; Grup 1'de  $10.5 \pm 2.2$  (4.8-13.9) mmHg, Grup 2'de ise  $9.2 \pm 1.3$  (6.8-12.2) mmHg olup elli yaş altındaki olgularda, elli yaş ve üstündeki olgulara göre istatistiksel olarak anlamlı oranda yüksekti ( $p=0.004$ ), (Grafik). Ortalama GİBg değerleri; Grup 1'de  $16.6 \pm 4.1$  (9-25.9) mmHg; Grup 2'de  $15.2 \pm 3.1$  (8.8-20.4) mmHg olup iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ( $p=0.15$ ). Ortalama GİBkk değerleri; Grup 1'de  $17.3 \pm 4.2$  (12-25.5) mmHg, Grup 2'de  $17 \pm 3.1$  (11.5-22.6) mmHg'ydı ve iki grup arasında ortalama GİBkk değerleri açısından da istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ( $p=0.75$ ), (Tablo).

Aynı grup içinde OCA'ndan elde edilen verilerden ortalama GİBg ve GİBkk değerleri karşılaştırıldığında her iki grupta da ortalama GİBkk değerinin aynı gruptaki ortalama GİBg değerinden daha fazla olduğu ancak bu fark Grup 1'de istatistiksel olarak anlamlı değilken, sadece Grup 2'de istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu saptandı (sırasıyla Grup 1 ve Grup 2'de;  $p=0.17$  ve  $p=0.001$ ). Ortalama GİBkk ve GİBg değerleri arasındaki fark elli yaş ve üzerindeki olgulardan oluşan Grup 2'de 1.85 mmHg ve elli yaş altı olgulardan oluşan Grup 1'de ise 0.7 mmHg olup Grup 2'deki ölçümler arasındaki fark Grup 1'den daha fazlaydı. Her iki grupta da GAT ile elde edilen ortalama GİB değerleri, GİBg ve GİBkk değerleriyle karşılaştırıldığında GAT ile elde edilen ortalama GİB değerinin, ortalama GİBg ve GİBkk değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük olduğu saptandı (sırasıyla Grup 1 ve 2'de;  $p=0.001$  ve  $p<0.001$ ). Her iki grupta ortalama GİB değerleri arasında yapılan karşılaştırmada ortalama GİBkk değerinin ortalama GİBg ve GAT ile elde edilen GİB değerlerinden yüksek olduğu ve GAT ile elde edilen GİB değerinin diğer değerlere göre en düşük olduğu saptandı.

Ortalama SKK değeri; elli yaşın altındaki olgularda  $553.2 \pm 26.4$  (493-591)  $\mu\text{m}$ , elli yaş ve üstündeki olgularda ise  $523.7 \pm 42.4$  (447-592)  $\mu\text{m}$ 'ydi (Tablo). Ortalama SKK değerinin 50 yaş ve üzeri olgularda istatistiksel olarak anlamlı oranda daha az olduğu saptandı ( $p=0.005$ ). Tüm olguların verileri değerlendirilerek SKK ile KH arasındaki bağlantı incelendiğinde SKK ile KH arasında anlamlı düzeyde pozitif bir korelasyon olduğu gözlemlendi ( $p<0.001$ ,  $r=0.588$ ) Yaş gruplarına göre SKK ile KH arasındaki bağlantı incelendiğinde ise 50 yaş altındaki olgularda istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon saptanmazken ( $p=0.56$ ,  $r=0.404$ ), 50 yaş ve üstündeki olgularda istatistiksel olarak anlamlı oranda pozitif korelasyon saptandı ( $p<0.001$ ,  $r=0.676$ ).

## TARTIŞMA

GİB değerinin doğru bir şekilde saptanabilmesi için ölçüm tekniklerine etki eden ve hata payı oluşturan faktörlerin olabildiğince ortadan kaldırılması gerekmektedir. Klinik uygulamada tüm GİB ölçüm teknik ve yöntemleri kornea yüzeyi üzerinden uygulandığı için korneanın kalınlığı, hidrasyon düzeyi ve rijiditesi gibi birçok yapısal özellikleri GİB ölçümünü önemli derecede etkilemektedir. Günümüzde GİB ölçüm tekniklerinden birisi de OCA'dır. Fizyolojik olarak viskoelastik yapıda olan korneada GAT ile statik bir ölçüm yapılırken, OCA ile elde edilen P1 ve P2 değerleri ile dinamik bir ölçüm yapılmaktadır. P1 değeri korneanın elastik özelliğinden, P2 değeri ise hem elastik hem de visköz yapısından etkilenmektedir.<sup>1-4,7-12</sup>

In vivo speküler mikroskopik gözlemler ve deneysel ex vivo çalışmalar sonucunda korneanın kollajen fibrillerinde yaşlanmaya bağlı olarak stroma kalınlığının arttığı belirlenmiştir.<sup>8,9</sup> Yaşa bağlı fizyolojik değişimin dışında viskoelastik yapısında travma, inflamasyon gibi bir faktöre bağlı olarak gelişen başka bir değişim beklenmeyen normal korneaların biyomekanik özelliklerini OCA ile incelediğimiz çalışmamızda olguların ortalama KH değerinin  $9.1 \pm 1.2$  mmHg olup 3.5 mmHg ve 13.1 mmHg arasında değiştiğini saptadık.

Abitbol ve ark.,<sup>7</sup> normal ve glokomlu olguların korneanın biyomekanik özelliklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında 75 normal gözün ortalama KH değerini  $10.4$  (7.1-10.9) mmHg olarak bildirmişlerdir.

**Tablo:** Gruplara ait ortalama GİB, GİBg, GİBkk ve SKK değerleri.

	Grup 1	Grup 2	P*
Ortalama GİB (GAT) değeri (mmHg)	$14.8 \pm 3.1$	$13.3 \pm 3.3$	$p=0.055$
Ortalama GİBg değeri (mmHg)	$16.6 \pm 4.1$	$15.2 \pm 3.1$	$p=0.15$
Ortalama GİBkk değeri (mmHg)	$17.3 \pm 4.2$	$17.0 \pm 3.1$	$p=0.75$
Ortalama SKK değerleri ( $\mu\text{m}$ )	$553.2 \pm 26.4$ (493-591)	$523.7 \pm 42.4$ (447-592)	$p=0.005$

Kamiya ve ark.,<sup>13</sup> normal gözlerde KH'yi etkileyen faktörleri belirlemek için inceledikleri 43 olgunun 86 gözünün ortalama KH değerinin 6.7 ile 13.3 mmHg arasında değiştiğini ve ortalama KH değerinin 10.2 mmHg olduğunu, Sullivan-Mee ve ark.,<sup>1</sup> farklı ırklardan gelen normal bireylerin 71 gözünden elde ettikleri ortalama KH değerinin 9.7 (6.2-12.8) mmHg olduğunu bildirmişlerdir.

Reiner ve ark.,<sup>10</sup> ise primer açık açılı glokomu olan ve normal olguları birlikte inceledikleri çalışmalarında tüm olguların ortalama KH değerinin 5 mmHg ve 15.2 mmHg arasında değiştiğini, ortalama KH değerinin 9.69 mmHg olduğunu gözlemlemişlerdir.

Bu farklı olgu gruplarını içine alan çalışmaların sonuçları ile karşılaştırıldığında, Kamiya ve ark.,<sup>13</sup> gibi olguların iki gözünü incelediğimiz ancak Reiner ve ark.,<sup>10</sup> çalışmasında olduğu gibi glokomlu ve normal gözleri beraberince incelemeyip sadece sağlıklı olguların normal gözlerine ait verilerini incelediğimiz çalışmamızdaki ortalama KH değerinin diğer çalışmalarda da olduğu gibi geniş bir yelpazede dağılım sergilediğini ve elde ettiğimiz ortalama KH değerinin literatürdeki diğer verilerle uyumlu olduğunu gözlemledik.

Yaşlanmayla birlikte korneanın kollajen fibrillerinin çapraz bağlanmasında artma gözlenmekte ve fizyolojik değişimin korneanın viskoelastik özelliklerinin azalmasına ve dolayısıyla rijiditesinin artmasına yol açabileceği savunulmuştur. Buna rağmen korneanın elastik ve viskoelastik özelliklerinin biyomekanik özelliklerine olan etkisinin oranı ve düzeyi net olarak belirlenememiştir.<sup>9,11,12</sup>

Koteka ve ark.,<sup>8</sup> 45 oküler hipertansiyonlu ve 60 normal bireyi inceledikleri çalışmalarında yaşlanmayla GAT ölçümlerinde hata oranının arttığını, bunun yaşa bağlı olarak kornea rijiditesinin artması sonucu ve korneanın diğer yapısal değişikliklerinden kaynaklandığını bildirmişler, ayrıca bir diğer çalışmalarında da oküler hipertansiyonu olan ve normal bireylerde yaş ve kornea biyomekanik özellikleri arasında istatistiksel olarak bir bağlantı olduğunu belirtmişlerdir.<sup>11</sup>

KRF, korneanın deformasyona karşı toplam rezistansını belirleyen faktördür. KRF'si yüksek olan kornealarda aplanasyonun sağlanabilmesi için gereken kuvvet KRF'ü düşük olan kornealara göre daha fazla olmaktadır.

KRF'ü yüksek kornealı gözlerden GAT ile elde edilen GİB değerleri ile OCA'ndan elde edilen GİB değerleri arasında fark olduğu, bunun yanı sıra korneanın biyomekanik özelliklerinin etkilerini ortadan kaldırarak elde edilen GİBkk değerinin, GAT ile ölçülen GİB ve GİBg değerlerinden daha yüksek olduğu belirtilmiştir.<sup>7,11</sup>

Bu görüşü destekler şekilde Sullivan-Mee ve ark.,<sup>1</sup> yaş ortalaması 64.5 yıl olan normal bireylerde ortalama KRF değerini 9.2 (5.3-12.9) mmHg olarak belirlemiş ve aynı olguların ortalama GİBg değerinin 13.3 mmHg ve ortalama GİBkk değerinin 14.7 mmHg olduğunu bildirmişlerdir.

Reiner ve ark.,<sup>10</sup> yaş ortalaması 55.3 yıl olan PAAG ve normal bireylerden oluşan karma gruplarında ortalama KRF değerinin 10.22 (6.3-17.2) mmHg olduğunu ve bu olgularda ortalama GAT ile elde edilen GİB değerinin 14.88 (6.0-28.0) mmHg, ortalama GİBg değerinin 16.47 (7.7-26.85) mmHg, ortalama GİBkk değerinin 17.55 (8.70-31.45) mmHg olduğunu ve korneanın biyomekanik faktörleri göz önünde bulundurularak elde edilen ortalama GİBkk değerinin hem GAT ile elde edilen GİB, hem de GİBg değerlerinden daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Biz de normal olguların 100 gözünü içeren çalışmamızda KRF ortalamasını  $9.8 \pm 1.8$  mmHg olarak literatür verileriyle uyumlu olduğunu saptadık. Olgularımızın ortalama GAT ile elde edilen GİB değeri  $14.0 \pm 3.2$  mmHg, ortalama GİBg değeri  $15.8 \pm 3.6$  mmHg, ortalama GİBkk değeri ise  $17.2 \pm 3.6$  mmHg olup bizim çalışmamızda da ortalama GİBkk değerinin diğer araştırmacıların gözlemlediği gibi GAT ile elde edilen GİB ve GİBg değerlerinden yüksek olduğu saptanmıştır. Bu veriler, korneanın biyomekanik özelliklerinin GİB değerlerini belirlemede önemli bir etken olduğunu kanıtlamaktadır.

Ortiz ve ark.,<sup>12</sup> KH'nin yaşa bağlı olarak azaldığını ve bunun nedeninin yaşlanmayla korneanın elastik özelliklerindeki değişiminden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Primer açık açılı glokom, oküler hipertansiyon, ve normo tansif glokomun sıklıkla 40 yaşının üstündeki olgularda görülmesi, 60 yaş ve üstünde görülme sıklığının artması nedeniyle bu dekatlardaki olguların GİB değerlerinin doğru olarak belirlenmesi erken tanı ve doğru tedavi için önemlidir.

Biz de yaşın korneanın biyomekanik özellikleri üzerine olan etkisini incelemek için glokom yada diğer göz patolojileri olmayan normal gözleri incelediğimiz çalışmamızda ortalama KH değerinin yaş ortalaması 40.8 yıl olan elli yaşın altındaki olgularımızda 10.1 (9.5-13.1) mmHg, ve yaş ortalaması 60.0 yıl olan elli yaş ve üstündeki olgularımızda ise 9.1 (7.6-13) mmHg olduğunu ve yaşa bağlı olarak ortalama KH değerinin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azaldığını gözlemledik.

Abitbol ve ark.,<sup>7</sup> ise ortalama yaşın 61.44 yıl ve en genç olgusunun 45 yaşında olduğu olguları yaşlarına göre gruplara ayırmadıkları çalışmalarında, sağlıklı bireylerin 75 gözüne ait ortalama KH değerinin 10.46 mmHg olduğunu, yaş ve KH arasında bağlantı olmadığını bildirmişlerdir.

Benzer şekilde Kamiya ve ark.,<sup>13</sup> yaş ortalaması 39.1±14.0 (10-68) yıl olan 43 gönüllü olgunun her iki gözünü inceledikleri çalışmalarında ortalama KH değerini 10.2 (6.2-13.3) mmHg olarak belirtmişler ve yaş ile KH arasında istatistiksel olarak desteklenen anlamlı bir farklılık saptamadıklarını, istatistiksel olarak desteklenmesi de yaşlı bireylerde KH değerlerini daha düşük olarak gözlemlediklerini yayınlamışlardır. Kirwan ve ark.,<sup>2</sup> yaşları 4 ile 18 yıl arasında değişen çocukluk yaş grubundaki olguları inceledikleri çalışmalarında ortalama KH değerinin 12.5 mmHg olduğunu ve KH ile yaş arasında istatistiksel olarak desteklenen bir ilişki saptamadıklarını bildirmişlerdir. Ancak, Kirwan ve ark.,<sup>2</sup> çocuk olgulardan elde ettikleri ortalama KH değerinin literatürdeki yaş ortalaması daha yüksek olan diğer çalışmalarda ortalama KH değerlerinden yüksek olarak saptaması, ayrıca yaş ile KH arasında istatistiksel olarak herhangi bir ilişki saptamayan çalışmalarda bile yaşlanmayla birlikte KH değerinde azalma olduğunu bildirilmesi, korneada yaşla birlikte gelişen yapısal değişikliklerin korneanın biyomekanik özelliklerini etkilemekte olduğu görüşünü desteklemektedir.

GİB ölçüm sonuçlarının karşılaştırıldığı çalışmalardan Reiner ve ark.,<sup>10</sup> ortalama GİBkk değerinin, ortalama GİBg değerine göre anlamlı oranda daha fazla olduğunu ve bu farklılığın GİB yüksekliği ile de bağlantılı olduğunu bildirmişlerdir.

Kirwan ve ark.,<sup>2</sup> ortalama GİBkk değerinin ortalama GİBg değerinden 2.03 mmHg kadar yüksek olduğunu gözlemiştir. Sullivan-Mee ve ark.,<sup>1</sup> aynı olgularda ortalama GİBkk değerini 14.7 mmHg ve ortalama GİBg değerini 13.3 mmHg olarak saptadıklarını, Goldich ve ark.,<sup>14</sup> ortalama GİBkk değerini 17.7 mmHg ve ortalama GİBg değerini 16.1mmHg olarak gözlemlediklerini, her iki çalışmada da, aynı olguların ortalama GİBkk değerlerinin ortalama GİBg değerlerinden daha yüksek olarak saptansa da aralarındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını yayınlamışlardır. Olgularımıza ait ortalama GİB değerleri incelendiğinde her iki yaş grubunda da ortalama GİBkk değerinin ortalama GİBg değerinden daha fazla olmasına rağmen istatistiksel olarak bu fark Grup 1'de anlamlı değilken, sadece Grup 2'de ise anlamlı olarak saptandı. Elli yaş ve üzerindeki olgulardan oluşan Grup 2'de ortalama GİBkk ve GİBg değerleri arasındaki fark 1.85 mmHg olup bu değer Grup 1'de gözlenen 0.7 mmHg farktan anlamlı olarak daha fazlaydı. Elde edilen GİB değerlerinin kendi içinde karşılaştırmasında GAT ile elde edilen GİB değerinin ise her iki grupta da ortalama GİBg ve GİBkk değerlerine göre en düşük düzeyde olduğunu saptadık. Bu bulgular GİB ölçümünün korneanın biyomekanik özelliklerinden etkilenmekte olduğunu, bu etkilenmenin yaşlanmayla daha belirgin düzeye ulaştığını göstermektedir.

Elde ettiğimiz sonuçlar ve literatürdeki bulgular, her çalışmada istatistiksel olarak desteklenmesi de, korneanın etkileri ortadan kaldırılarak elde edilen GİBkk değerinin rutin uygulamada GAT ile elde edilen GİB ve GİBg değerlerinden yüksek bulunması nedeniyle glokom tanısı ve takibinde göz önünde bulundurulması gerektiğini ifade eden görüşleri desteklemektedir.<sup>15,16</sup> Kornea kalınlığı GAT ile GİB ölçümüne etki etmekte ve literatürde de SKK ile KH arasındaki bağlantı ile ilgili farklı görüşler yer almaktadır. Lu ve ark.,<sup>17</sup> SKK ve KH arasında anlamlı bir bağlantı olmadığını bildirirken, Lam ve ark.,<sup>18</sup> normal gözlerde SKK ve KH arasında pozitif bir korelasyon olduğunu, Shah ve ark.,<sup>19</sup> normal gözlerde SKK artarken KH'nin de orantılı olarak arttığını, Broman ve ark.,<sup>20</sup> glokomlu gözlerde de benzer bağlantının olduğunu bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da tüm olguların ortalama SKK ve KH değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif korelasyon saptanmıştır. Olgularımızı yaş gruplarına göre incelediğimiz çalışmamızda elli yaş ve üstü olgularda hem SKK hem de KH değerlerinin, elli yaş altındaki olguların değerlerinden daha düşük olduğunu, elli ve üstündeki yaş grubunda ortalama SKK ile KH değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon olduğunu saptadık.

Literatür incelendiğinde, bulabildiğimiz kadarıyla, çalışmamız glokomlu ve normal gözlerin beraber değerlendirilmediği, aynı ırktan gelen, homojen normal gözlerin biyomekanik özelliklerinin incelendiği, bu verilerin yaşla bağlantısının olguların yaşlara göre gruplara ayrılarak değerlendirildiği, en fazla olgu sayısına sahip bir çalışmadır. Çalışmamızda korneanın biyomekanik özelliklerinin GİB ölçümünü etkilediği ve yaşa bağlı olarak kornea biyomekanik özelliklerinde değişiklik geliştiği, yaşın artışıyla birlikte KH ve KRF değerlerinde azalma olduğu saptanmıştır.

Güncel pratikte çok kullanılan GAT ile ölçülen GİB değerlerinin OCA ile ölçülen ve korneanın biyomekanik özelliklerinin oluşturabileceği hata oranları ortadan kaldırılarak elde edilen GİB değerlerinden daha düşük olduğu gözlemlendi. Özellikle GİB değerlerinin sınırda olduğu ve net olarak belirlenmesinin önemli olduğu olgularda GİB ölçümlerinde OCA değerlerinin esas alınmasının uygun olacağını düşünmekteyiz.

Korneanın biyomekanik özelliklerinin yaşla bağlantısını inceleyen farklı dekatlardaki grupların SKK ve OCA verilerini değerlendiren veya aynı bireylerin kornealarının yıllar içinde tekrarlayan ölçümlerle takip edileceği uzun soluklu çalışmalar bu konuda daha detaylı bilgilere ulaşmamızı sağlayacaktır.

Literatürde yer alan glokomlu ve normal olguların topluca değerlendirildiği veya farklı ırklardan gelen bireylerin verilerinin beraber incelendiği çalışmalara ihtiyaç vardır.

**KAYNAKLAR/REFERENCES**

1. Sullivan-Mee M, Katiyar S, Pensyl D, et al. Relative importance of factors affecting corneal hysteresis measurement. *Optom Vis Sci* 2012;89:803-11.
2. Kirwan C, O'Keefe M, Lanigan B. Corneal hysteresis and intraocular pressure measurement in children using the reichert ocularresponse analyzer. *Am J Ophthalmol* 2006;142:990-2.
3. Moreno-Montañés J, Maldonado MJ, García N, et al. Reproducibility and clinical relevance of the ocular response analyzer in nonoperated eyes:corneal biomechanical and tonometric implications. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2008;49:968-74.
4. Luce DA. Determining in vivo biomechanical properties of the cornea with an ocular response analyzer. *J Cataract Refract Surg* 2005;31:156-62.
5. Liu J, Roberts CJ. Influence of corneal biomechanical properties on intraocular pressure measurement: quantitative analysis.*J Cataract Refract Surg* 2005;31:146-55.
6. Bayar A, Sahin A, Hürmeriç V, et al. Intraocular pressure values obtained by ocular response analyzer, dynamic contour tonometry and goldman tonometry in keratocornic corneas. *J Glaucoma* 2010;19:540-5.
7. Abitbol O, B.J, Doan S, Hoang-Xuan T&Gatinel D. Corneal hysteresis measured with the Ocular Response Analyzer in normal and glaucomatous eyes. *Acta Ophthalmol* 2010;88:116-9.
8. Kotecha A, Elsheikh A, Roberts CR, et al. Corneal thickness and age related biomechanical properties of the cornea measured with the ocular response analyzer. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006;47:5337-42.
9. Daxer A, Misof K, Grabner B, et al. Collagen fibrils in the human corneal stroma: structure and aging. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1998;39:644-8.
10. Renier C, Zeyen T, Fieuws S, et al. Comparison of ocular response analyzer, dynamic contour tonometer and Goldmannapplanation tonometer. *Int Ophthalmol* 2010;30:651-9.
11. Kotecha A, White ET, Shewry JM, et al. The relative effects of corneal thickness and age on Goldmann applanation tonometry and dynamic contour tonometry. *Br J Ophthalmol* 2005;89:1572-5.
12. Ortiz D, Piñero D, Shabayek MH, et al. Corneal biomechanical properties in normal, post-laser in situ keratomileusis, and keratoconiceyes. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:1371-5.
13. Kamiya K, Hagishima M, Fujimura F, et al. Factors affecting corneal hysteresis in normal eyes. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2008;246:1491-4.
14. Goldich Y, Barkana Y, Gerber Y, et al. Effect of diabetes mellitus on biomechanical parameters of the cornea. *J Cataract Refract Surg* 2009;35:715-9.
15. Yüzbaşıoğlu E, Artunyay Ö, Öncel B ve ark. Primer açık açılı glokom ve normal tansiyonlu glokomda korneal histerezis göz içi basıncı ilişkisi.*Glo-Kat* 2008;3:21-4.
16. Arifoğlu HB, Türker Ö, Ergun Ş ve ark. Pigment dispersiyon sendromlu olgularda korneanın biyomekanik parametrelerinin değerlendirilmesi, *Glo-Kat* 2013;8:107-10.
17. Lu F, Xu S, Qu J, et al. Central corneal thickness and corneal hysteresis during corneal swelling induced by contact lens wear with eye closure. *Am J Ophthalmol* 2007;143:616-22.
18. Lam A, Chen D, Chiu R, et al. Comparison of IOP measurements between ORA and GAT in normal Chinese. *Optom Vis Sci* 2007;84:909-14.
19. Shah S, Laiquzzaman M, Cunliffe I, et al. The use of the Reichert ocular response analyser to establish the relationship between ocular hysteresis, corneal resistance factor and central corneal thickness in normal eyes. *Cont Lens Anterior Eye* 2006;29:257-62.
20. Broman AT, Congdon NG, Bandeen-Roche K, et al. Influence of corneal structure, corneal responsiveness and other ocular parameters tonometric measurement of intraocular pressure. *J Glaucoma* 2007;16:581-8.