



T.C

SAĞLIK BAKANLIĞI

ANKARA ATATÜRK EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ

GÖZ HASTALIKLARI KLİNİĞİ

**TİLTE DİSK SENDROMUNDA KORNEANIN TOPOGRAFİK
ABEROMETRİK VE BİYOMEKANİK ÖZELLİKLERİNİN OPTİK
SİNİR BAŞI PARAMETRELERİ VE RETİNA SİNİR LİFİ
TABAKASI KALINLIĞI İLE İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ**

Uzmanlık Tezi

Dr. Pınar KÖSEKAHYA

Ankara, 2014



T.C

SAĞLIK BAKANLIĞI

ANKARA ATATÜRK EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ

GÖZ HASTALIKLARI KLİNİĞİ

**TİLTE DİSK SENDROMUNDA KORNEANIN TOPOGRAFİK
ABEROMETRİK VE BİYOMEKANİK ÖZELLİKLERİNİN OPTİK
SİNİR BAŞI PARAMETRELERİ VE RETİNA SİNİR LİFİ
TABAKASI KALINLIĞI İLE İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ**

Uzmanlık Tezi

Dr. Pınar KÖSEKAHYA

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Özge SARAÇ

Ankara, 2014

ÖNSÖZ

Bu yüce hekimlik mesleğine ulaşmamı sağlayan başta ailem olmak üzere ilköğretimimden tıp fakültesi mezuniyetime kadar üzerimde emeği ve desteği olan tüm hocalarıma ve arkadaşlarıma saygı, sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

İhtisasımın ilk yılını tamamladığım Erzurum Atatürk Üniversitesi ve Erzurum Bölge Eğitim ve Araştırma Hastanesindeki başta Sayın Prof. Dr. Orhan Baykal olmak üzere tüm uzman, asistanlara ve görevli tüm personele saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

İhtisasımın esas kısmını yaptığım ve mezun olduğum Ankara Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi Göz Kliniği'nden başta değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. İzzet Can, Prof. Dr. Faruk Öztürk, Doç. Dr. Nurullah Çağıl olmak üzere tüm öğretim üyelerine ve uzmanlarına bilgi ve deneyimlerini istifademe sundukları ve göz ihtisasını bana daha da çok sevdirmek suretiyle mesleğime olan heves ve heyecanımı kuvvetlendirdikleri için saygı ve teşekkürlerimi arz ederim.

Eğitimimde olduğu kadar tez sürecinde de yanımda olan, tezimin hazırlanmasına büyük emek veren saygıdeğer hocalarım Sayın Doç.Dr.Nurullah Çağıl ve Doç.Dr.Özge Saraç'a ayrıca saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

İhtisas eğitimini birlikte aldığımız tüm asistanlara teşekkür ederim. Ameliyathane, servis, sekişyon ve poliklinikteki tüm çalışanlara; iyi niyet ve özveri ile verdikleri desteklerden dolayı sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Tüm bu sürecin başından sonuna kadar yanımda olduğu gibi meslek hayatımın devamında da yanımda olacağını bildiğim eşim ve tüm aileme teşekkür ederim. Asistanlığım esnasında dünyaya gelip bana büyük mutluluk veren ikiz kızlarıma da sevgilerimi sunarım.

Dr. Pınar Kösekahya

Ankara,2014

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ	i
İÇİNDEKİLER	ii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
TABLolar DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. OPTİK SİNİR.....	2
2.1.1. Optik Sinir Embriyolojisi.....	2
2.1.1.1. Optik Sinir Başı.....	2
2.1.1.2. Optik Sinir.....	2
2.1.2. Optik Sinir Anatomi ve Histolojisi	4
2.1.3. Optik Sinir Konjenital Anomalileri.....	6
2.1.4. Tiltte Disk Sendromu	7
2.1.5. Optik Koherans Tomografi	9
2.1.6. Optik Sinir Başı ve Peripapiller Retina Sinir Lifi Tabakası Kalınlığı analizinde Optik Koherans Tomografi	10
2.1.6.1. Peripapiller Retina Sinir Lifi Tabakası Kalınlığı ölçümü	10
2.1.6.2. Optik Sinir Başı analizi	10
2.2. KORNEA	11
2.2.1. Kornea biyomekaniği.....	11
2.2.2. Oküler Cevap Analizörü	13
2.2.3. Oküler Aberasyonlar.....	14
2.2.4. Zernike Polinomu	15
2.2.5. Wavefront	17
2.2.6. Sirius ön segment analiz sistemi.....	18
2.2.7. Pupil ofset	19
3. GEREÇ VE YÖNTEM	21

4. BULGULAR.....	24
5. TARTIŞMA	35
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	40
7. KAYNAKLAR	41
8. ÖZGEÇMİŞ	54



ÖZET

Amaç: Tilte disk sendromunda korneanın topografik, aberometrik ve biyomekanik özelliklerini değerlendirmek ve bunların optik sinir başı parametreleri ve retina sinir lifi tabakası kalınlığı ile korelasyonunu araştırmak.

Gereç-Yöntem: Kırk altı hastanın tilte disk sendromu bulunan 80 gözü (hasta grubu) ve 46 miyop astigmatizma bulunan sağlıklı bireyin 80 gözü (kontrol grubu) çalışmaya alındı. Ayrıntılı oftalmolojik muayene sonrası çalışmaya tüm katılanlara oküler cevap analizörü, korneal topografi, optik koherans tomografi ölçümü yapıldı. Korneanın biyomekanik (korneal histerezis, korneal rezistans faktör), aberometrik (yüksek sıralı oküler aberasyonlar), topografik (keratometri, pupil ofset) özellikleri, ön segment parametreleri (santral kornea kalınlığı, ön kamara derinliği, ön kamara hacmi, ön kamara açısı) hasta ve kontrol grubu arasında karşılaştırıldı. Optik sinir başı ve retina sinir lifi tabakası kalınlığı iki grup arasında karşılaştırıldı ve hasta grubunda korneanın biyomekanik, topografik ve aberometrik özellikleri ile ilişkisi değerlendirildi.

Bulgular: Hasta ve kontrol grubu arasında sferik eşdeğer ve toplam astigmatizma açısından fark yoktu ($p=0.92$, $p=0.09$). Hasta grubunda astigmatizmanın esas olarak kornea kaynaklı olduğu ve kurala aykırı ve oblik astigmatizma oranının kontrol grubundan daha fazla olduğu gözlemlendi ($p=0.001$). Korneanın biyomekanik ve aberometrik özellikleri, ön segment parametreleri iki grup arasında benzerdi (tüm veriler için $p>0.05$). Retina sinir lifi tabakası kalınlığı hasta grubunda kontrol grubuna göre yalnızca superior kadranda daha inceydi ($p<0.01$). Optik disk alanı ve Cup/Disk oranı hasta grubunda kontrol grubuna göre anlamlı olarak düşüktü ($p<0.01$). Hasta grubunda pupil ofset inferonazale, görme eksenini superotemporale yer değiştirmişti ve bu değişim oküler aberasyonlar, keratometrik değerler ve ön segment parametreleri ile korele idi. Korneanın topografik, aberometrik ve biyomekanik özellikleri ile optik sinir başı parametreleri ve retina sinir lifi tabakası kalınlığı arasında anlamlı korelasyon bulunmadı.

Sonuç: Tilte disk sendromu klasik olarak tanımlanan arka segment bulguları yanında ön segment morfolojisinde de değişikliğe yol açmaktadır. Özellikle görme eksenindeki kayma bu hastalarda planlanacak refraktif cerrahilerde istenmeyen sonuçları önlemek için dikkate alınmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Tilte disk sendromu, korneal aberometri, pupil ofset

ABSTRACT

Purpose: To evaluate the topographic, aberrometric and biomechanical characteristics of cornea in tilted disc syndrome and to investigate the correlation between these parameters and optic nerve head parameters and retinal nerve fiber layer thickness in tilted disc syndrome.

Material-Method: Eighty eyes of 46 patients with tilted disc syndrome (patient group) and 80 eyes with myopia and astigmatism of 46 healthy cases (control group) were included in this study. All cases attending to the study received ocular response analyzer, corneal topography, optic coherence tomography measurement after detailed ophthalmic examination. Corneal biomechanical (corneal hysteresis, corneal resistance factor), aberrometric (high order ocular aberrations), topographic (keratometry, pupil offset) characteristics, anterior segment parameters (central corneal thickness, anterior chamber depth, anterior chamber volume, anterior chamber angle) were compared between patient group and control group. Optic nerve head and retinal nerve fiber layer thickness measurements were compared between the groups and their relationship between corneal biomechanic, topographic and aberrometric characteristics were analyzed in the patient group.

Results: There were no significant differences between two groups in terms of spherical equivalent and total astigmatism ($p=0.92$, $p=0.09$ respectively). Astigmatism was mainly corneal in patient group. Against the rule astigmatism and oblique astigmatism were more commonly seen in patients than in controls ($p=0.001$). Corneal biomechanical and aberrometric characteristics, anterior segment parameters were similar between the two groups ($p>0.05$ for all values). Retinal nerve fiber layer thickness was thinner only in superior quadrant in patient group when compared to control group ($p<0.01$). Optic disc area and Cup/Disk ratio were smaller than control group in patient group ($p<0.01$). The pupil offset in patient group was shifted to inferonasal and visual axis was shifted to superotemporal direction and the shift in patient group was correlated with ocular aberrations, keratometric values and anterior chamber parameters. Corneal topographic, aberrometric and biomechanical characteristics were not correlated with optic nerve head parameters and retinal nerve fiber layer thickness in tilted disc syndrome.

Conclusion: Tilted disc syndrome is not only a posterior segment disease but it also causes changes in anterior segment morphology. Especially the changes in visual axis in these patients must be kept in mind while planning refractive surgery in order to avoid undesirable results.

Keywords: Tilted disc syndrome, corneal aberrometry, pupil offset



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
2.1. TDS Bilgisayarlı Tomografi (BT) ve Manyetik Rezonans (MR) Görüntüleme bulguları.....	7
2.2. Viskoelastik materyallerin davranışı	13
2.3. Viskoelastik stres gevşeme	13
2.4. Zernike piramidinde aberasyonların yerleşimi	17
2.5. Pupil ofset ve görme eksenini.....	20
4.1. Toplam pupil ofsetin YSA-RMS ile korelasyonu ($r=0.27$, $p=0.01$).....	30
4.2. Vertikal pupil ofsetin YSA-RMS ile korelasyonu ($r=0.30$, $p<0.01$)	31
4.3. Vertikal pupil ofsetin vertikal koma ile korelasyonu ($r=0.43$, $p<0.01$).....	31
4.4. Toplam RMS'nin toplam astigmatizma ile korelasyonu ($r= -0.88$, $p<0.01$)	33
4.5. YSA-RMS'nin toplam astigmatizma ile korelasyonu ($r=-0.40$, $p<0.01$)	33

TABLolar DİZİNİ

Tablo	Sayfa
2.1. Optik Sinir Gelişimi.....	3
4.1. Grupların demografik verileri.....	24
4.2. Grupların görme keskinlikleri ve keratometrik değerleri	25
4.3. Grupların astigmatizma tipleri.....	25
4.4. Grupların astigmatizma paternleri	26
4.5. Grupların pupil ofset verileri	26
4.6. Grupların toplam RMS ve yüksek sıralı aberasyon değerleri.....	27
4.7. Ön segment parametreleri.....	28
4.8. Kornea biyomekaniği.....	28
4.9. Grupların retina sinir lifi tabakası kalınlığı değerleri	29
4.10. Hasta ve kontrol grubunda optik sinir başı parametreleri.....	29
4.11. Pupil ofset ile aberasyonlar arasındaki korelasyonlar	30
4.12. Pupil ofset ile ön kamara parametrelerinin korelasyonu	32

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

TDS	: Tilte disk sendromu
OKT	: Optik koherans tomografi
OSB	: Optik sinir başı
mm	: milimetre
GDNF	: Glial hücre kökenli nörotrofik faktör
C/D	: Cup/Disk oranı
D	: Dioptri
RSLTK	: Retina sinir lifi tabakası kalınlığı
µm	: mikrometre
SD-OKT	: Spektral-domain Optik koherans tomografi
VRH	: Vertikal rim hacmi
HRG	: Horizontal rim genişliği
DA	: Disk alanı
DH	: Disk hacmi
CA	: Cup alanı
CH	: Cup hacmi
RA	: Rim alanı
RH	: Rim hacmi
OCA	: Oküler cevap analizörü
KH	: Korneal histerezis
KRF	: Korneal rezistans faktör
GİBg	: Goldman ile uyumlu göz içi basıncı
GİBkk	: Korneal kompanze edilmiş göz içi basıncı
SKK	: Santral kornea kalınlığı
RMS	: Root mean square
YSA-RMS	: Yüksek sıralı aberasyon-root mean square
DGK	: Düzeltilmemiş görme keskinliği
EDGK	: En iyi düzeltilmiş görme keskinliği

K	: Keratometri
ÖKD	: Ön kamara derinliği
ÖKH	: Ön kamara hacmi
ÖKA	: Ön kamara açısı
SS	: Standart sapma
GDx	: Glokom tarayıcı sistem
HRT	: Heidelberg retinal tomografi



1. GİRİŞ

Bir yapısal optik disk anomalisi olan tilte disk sendromunda (TDS) optik sinirin optik veziküle farklı açıyla girmesi sonucu diskin vertikal aksı oblik görünümündedir. Diskin superior ve temporal kısımları önde, inferior ve nazal kısımları arkada yerleşmiştir (1).

Tilte disk sendromundaki optik disk ve peripapiller konustaki kayıp, görme alanı değişiklikleri glokom bulgularını gizleyebilir (2); bu yüzden TDS'de optik disk parametrelerini ortaya koymak ve TDS olan hastada glokom tanısının nasıl konulacağını araştırmak gerekmektedir. Son çalışmalar glokomatöz TDS'de hangi cihazla ölçüm yapılacağı ve hangi parametrelere güvenilebileceği üzerine yoğunlaşmıştır.

Optik disk yapı ve boyutlarının kornea kurvatürü, kalınlığı, boyutu ile ilişkili olabileceği söylenmiştir (3-5). Çeşitli optik sinir anomalilerinde bu ilişki araştırılmış ve önemi vurgulanmıştır. Optik disk anomalilerinde korneanın, refraktif bozuklukların, ön segmentin de incelenmesi var olan bulguları açıklamak, hastaya bir bütün olarak yaklaşmak açısından önemlidir.

Tilte disk sendromu olan hastalar eşlik eden miyop astigmatizma ve düşük görme keskinliği nedeniyle refraktif cerrahi kliniklerinde sık karşılaştığımız hastalardır.

Biz bu çalışmada TDS'de korneanın topografik, aberometrik ve biyomekanik özelliklerini değerlendirmeyi ve bu özelliklerin Optik Koherans Tomografi (OKT) ile değerlendirilen optik sinir başı parametreleri ve retina sinir lifi tabakası kalınlığı ile korelasyonunu araştırmayı amaçladık.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. OPTİK SİNİR

2.1.1. Optik Sinir Embriyolojisi

2.1.1.1. Optik Sinir Başı

Optik sinir başı (OSB) embriyonik periyodun geç dönemlerinde optik sapın hyaloid arteri çevrelemesiyle oluşur. Bu evrede hyaloid arter hyaloid kanalın içinde ve primer vitreusla bağlantılıdır. Bergmeister papilla hyaloid arterin diskten çıktığı hyaloid kanal ağzında koni şekilli glial hücre kümesi içerir. Hyaloid arterden damar tomurcukları gelişir, Bergmeister papillanın içinden retina sinir lifi tabakasına uzanır. Glial hücreler bu damarların kılıflarını oluşturur. Doğumdan önce hyaloid arter kaybolur, Bergmeister papilla atrofiye gider ve gestasyonun 15. haftasında optik diskin fizyolojik çukurluğu gelişir (6).

2.1.1.2. Optik Sinir

Aksonlar: Optik sinir 4. haftada oluşan embriyonik optik saptan gelişir ve optik vezikülü ön beyine bağlar (Tablo 2.1). Sap uzadıkça inceler ve lümeni retinal gangliyon hücrelerinden gelişen aksonlarla dolar. Sekizinci haftada aksonlar sapı tamamen doldurur ve beyine ulaşır, ilkel optik kiazmayı oluşturur. Aksonların ilerlemesinde temel mekanizma bilinmemektedir, Pax-2 geni (7), netrin-1 molekülü (8), çeşitli hücre yüzey veya ekstraselüler matriks elemanları (9) araştırılmıştır. Bu moleküllerin ekspresyon bozukluğu optik sinir hipoplazisine yol açar. Aksonlar oligodendrositlerin ürettiği miyelin kılıfla sarılıdır. Miyelinizasyon santral başlar, göze doğru santrifugal ilerler ve lamina kribroza seviyesinde sonlanır. Miyelinizasyon doğumdan kısa bir süre sonra tamamlanır.

Optik Sinir Kılıfları: Optik sinir kılıfları 7. haftanın sonunda oluşmaya başlar. 17 milimetre (mm) evresinde tek tabaka halinde mezenkimal hücreler optik siniri çevreler. Piamater 9-10. haftada (45-50 mm evresi) görülebilir, bunu 5.ayda duramaterin, 6-7.

ayda araknoid kılıfın görülebilmesi izler. Piamater ve araknoid mater nöral krestten köken alır.

Gliyal Element: Optik sinirdeki glial hücreler 9. haftada (45 mm evresi) aksonların fasikülleri arasında sıralanır. 200 mm evresinde aksonlar arasında dağılmışlardır. Optik sinir ve retinadaki gliyal hücreler astrositlere ve oligodendrositlere farklılaşabilir (10,11). Çoğu çalışmada mezodermal orijinli (12) olduğu söylenen mikroglialar 8. haftada optik sinirde görülebilirler.

Damarlanma: Kapillerlerin gelişimi optik sinir ve santral sinir sisteminde benzerdir. Onbirinci haftada (65-73 mm evresi) damarlar ve bağ dokusu piamaterden proksimal optik sinire girmeye başlar (13). Optik sinir içindeki kapillerler aksonlardan astrosit kılıf ve perivasküler boşlukla ayrılır. Onsekizinci haftada (160 mm evresi) optik sinir damarlanması tamamlanır (14).

Tablo 2.1. Optik Sinir Gelişimi*

Gestasyon haftası	Optik Sinirin Uzunluğu (mm)	Gelişen olaylar
4	2.5-6	Kısa optik sap oluşur.
5	5-9	Hyaloid damarlanma gelişir.
6	8-14	Embriyonik yarık kapanır.
7	13-18	Aksonlar genişir ve optik sinir formasyonu oluşur.
8	18-31	Optik sap aksonlarla tamamen dolar, optik sinirlerin aksonları beyne ulaşır, ilkel optik kiyazma oluşur, optik sinir vaskülarizasyonu oluşmaya başlar ve optik sinir başı oluşmaya başlar.
11	65-73	Vasküler bağ doku septası siniri kaplar.
12	80	Piamater, araknoid ve duramater ayırt edilebilir, glial filamanlar belirir.
14	105	Subaraknoid boşluk belirir.
15	117- 23	Fizyolojik çukurluk oluşmaya başlar.
18	160	Optik sinir vaskülarizasyonu tamamlanır.
23	220	Miyelinizasyon başlar.

* 11,13 ve 14 nolu referanslar baz alınarak hazırlanmıştır.

2.1.2. Optik Sinir Anatomi ve Histolojisi

Optik sinir hacminin yaklaşık %80'lik kısmı akson, %15'lik kısmı glial doku ve %5'lik kısmı da damarsal yapılardan oluşmuştur. Her bir aksonun çapı 0.4-3 mikron (ortalama 1.4 mikron) çapında olup aksonların %90'lık kısmının çapı 2 mikrondan daha azdır. Ortalama 800 bin ile 1.2 milyon adet arası retinal ganglion hücre aksonundan oluşur. Aksonlar sinir lifi tabakasını oluşturup, lateral genikulat cisimde, pretektumda, superior kollikulusta, aksesuar optik nükleusta ve hipotalamustaki suprakiazmatik nükleusta sinaps yaparlar. Optik sinir diğer kranial sinirlerden farklı olarak beyin traktüsüne benzer. Santral sinir sistemi bölümleri gibi dura, araknoid ve pial membranları içeren meninkslerle çevrelenmiştir. Lamina kribrozanın gerisinde oligodendrositler tarafından miyelinizasyonu tamamlanıp, beyaz cevherdeki gibi astrositler tarafından desteklenirler (6).

Periferik sinirlerde ise miyelinizasyon Schwann hücreleri tarafından yapılır. Optik sinirin rejenerasyon kapasitesi yoktur (6).

Optik sinir anatomik olarak 4 kısımda incelenir:

a) İntraoküler kısım: Primer olarak retina ganglion hücre aksonlarının birleşmesiyle oluşur. Astrositler, kapiller asosiy hücreler ve fibroblastlar olmak üzere 3 tane nöronal olmayan hücre içerir (6). OSB geçiş için ana bölgeyi oluşturur, çünkü bu bölgede sinir lifleri; a) İntraoküler basıncın daha yüksek olduğu bir bölgeden, basıncın daha düşük olduğu optik sinirin retro-orbital segmentine geçerler. Retro-orbital segmentin basıncı intrakranial basınca eşittir. b) Kan akımını santral retinal arterden sağlarken posterior siliyer ve oftalmik arterin dallarından beslenmeye başlarlar. c) 90 derece dönüp lamina kribrozaya girerler. d) Lamina kribrozanın gerisinde miyelinli hale gelirler. Lamina kribroza glial hücre ve bağ dokusu plaklarından oluşur. Üzerinde optik sinir aksonlarının geçtiği 200-300 delik mevcuttur. Lamina kribrozanın fenestrasyonları sıkı bir bariyer oluşturarak basıncın daha yüksek olduğu intraoküler ortamla retrolaminar dokuları ayırır. Lamina kribrozadaki hücreler ve OSB'deki astrositler nörotrofin ve glial hücre kökenli nörotrofik faktör (GDNF) salgırlar. Bu durum aksonların devamlılığı için önemli olabilir ancak retina ganglion hücrelerinin GDNF reseptörü salgıladıkları bilinmemektedir. OSB'nin görünümü skleral kanalın büyüklüğüne ve optik sinirin gözü hangi açıyla terk ettiğine bağlı olarak değişir. OSB'nin büyüklüğüyle fotoreseptör, retina

ganglion hücre aksonları, retina yüzey alanı arasında pozitif korelasyon mevcuttur. Optik sinir lifleri OSB'nin temporalinde daha yoğun olduğu için temporal sınırları nazal tarafta temporalden daha belirgindir. OSB'nin ortasında fizyolojik çukurluk adı verilen bir alan bulunur. Bu alan cup olarak da adlandırılır ve cup çapının disk çapına oranı özellikle glokom tanısında önemli olan cup/disk (C/D) oranı adı verilen özel bir değeri verir (15-16).

b) İntraorbital kısım: Globun arkasından optik foramene kadar olan kısımdır. 25 mm uzunlukta ve gevşek yapıdadır. Bu durum optik sinirde gerilim yaratmadan gözün her yöne hareketine izin verir. Gevşek yapı aynı zamanda optik sinir tam olarak gerildiğinde 9 mm proptozise olanak tanır. Çapı glob arkasında 3 mm iken apekte sinir liflerinin miyelinize olmasıyla 4.5 mm'ye çıkar. Orbital apekte fibröz Zinn halkasından kaynaklanan dört rektus kası çevreler.

Sinir lifi demetleri arteriol, venül ve kapiller damarlar içeren bağ dokusu septalarıyla çevrelenmiştir.

Santral retinal arter dışında optik diskin bu kısmında kapillerlerden daha büyük damar yoktur. Orbita apeksinde optik sinirin altında ve lateralinde oftalmik arter uzanır.

Okülomotor sinirin alt bölümü, abduzens siniri ve siliyer ganglion optik sinirin lateralinde yer alır (17).

c) İntrakanaliküler kısım: Bu kısım orbitayı optik foramenden geçerek terk eder, optik foramen optik kanalın orbita apeksindeki ön açıklığıdır. 10 mm uzunluğundaki kanal sfenoid kemiğin küçük kanatları tarafından oluşturulur. Optik kanal posterior ve mediale 35 derece açıyla midsagittal planda uzanır. Kanal içine sıkıca tespit edilmiştir, duramater bir yanda kanalın kemiğine diğer yanda optik sinire yapışıktır. Bu nedenle optik kanal içindeki görüntüleme tespit edilemeyecek kadar küçük lezyonlar dahi ciddi optik sinir hasarına yol açabilir (17).

d) İntrakranial kısım: Optik sinirin bu kısmı sıkı bir dura kılıfının altından çıkar. Kanaldan çıktıktan sonra aralarındaki uzaklık 13 mm olan optik sinirler bir miktar yassılaşıp posteriora, superiora ve mediale dönerek kiazmada birleşirler. Optik sinirin intrakranial uzunluğu 3 ve 16 mm arasında değişir. Uzunluğu kiazma pozisyonunda önemlidir. Kısa olması kiazmanın önde yerleşimine (prefikse), uzun olması arkada

yerleşimine (postfikse) yol açar. Aynı zamanda intrakranial kısmın uzun olması komşu lezyonlarla (hipofiz adenomu, anevrizma, vb.) hasarlanma riskini artırır (17).

Optik sinirin bu 3 kısmı (intraorbital, intrakanaliküler, intrakranial) miyelinize aksonlar, nöroglial hücreler (nöroektodermden astrosit ve oligodendrosit, mezodermden mikroglia) ve fibrovasküler septadan (kan damarları, fibroblastlar, pial meningotelyal hücreler) oluşur. Aksonlar optik sinirin en önemli bileşenidir. Astrosit kolonları ve vasküler bağ doku septaları tarafından demetlere ayrılır. Bir grup içindeki aksonlar birbirinden miyelin kılıflarla ayrılır. Astrositler aksonlarla diğer yapılar (vitreus yüzeyi, koroid, sklera, kapillerler) arasındaki boşluğu doldurur (18). Akson kaybında skar dokusu oluşturabilirler (gliozis). Mikroglialar santral sinir sisteminin fagositleridir; travma, inflamasyon, ödem ve dejeneratif durumlarda kolayca aktifleşirler (19).

Optik sinirin büyük bölümü oftalmik arter dallarından beslenir. Oftalmik arter internal karotis arterin ilk büyük dalıdır. Orbita içinde, oftalmik arter iki veya üç posterior siliyer arter dalını ve santral retinal arter dalını verir. Santral retinal arter optik siniri globun 12 mm gerisinde deler ve daha sonra optik sinir içerisinde seyreder. OSB santral retinal arter dallarından beslenir. Optik sinirin orbital kısmının kan akımı posterior siliyer arterler yoluyla pial ağdan olur (20). İntrakanaliküler kısmın kan akımı önden oftalmik arterin kollateral dalları ile arkadan internal karotis arterden köken alan pial damarlar ve superior hipofizyal arterler ile olur. İntrakranial kısmın beslenmesi internal karotis arter, superior hipofizyal arter, anterior serebral arter ve anterior komünikan arter dalları yoluyla olur (21).

2.1.3. Optik Sinir Konjenital Anomalileri

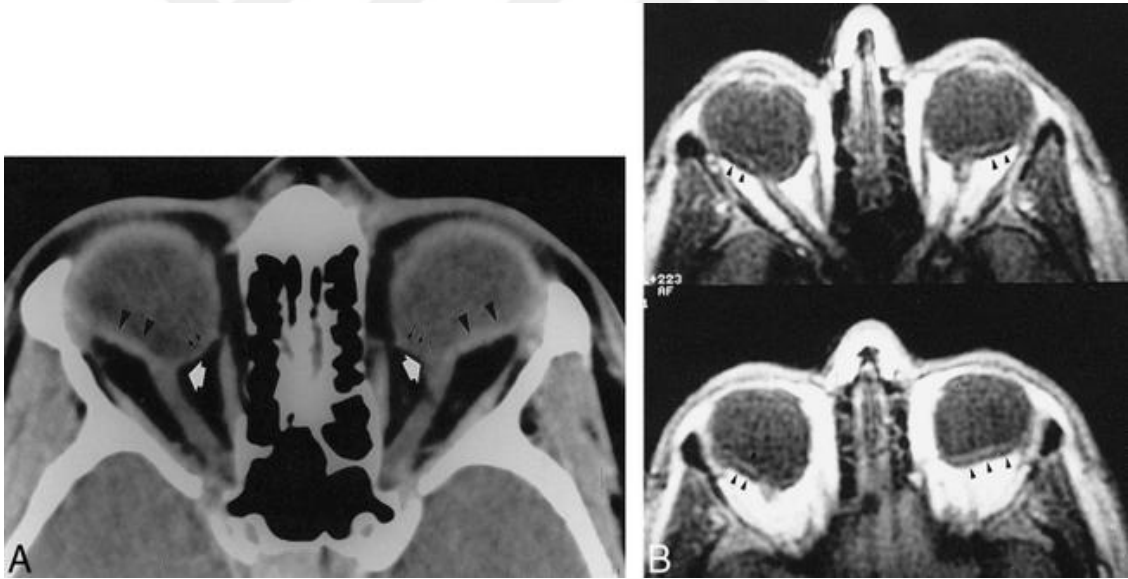
Optik diskin çeşitli yapısal anomalileri vardır. Bu anomalilerin en sık nedenleri fetal fissür kapanma anomalisi ve retinal gangliyon hücre gelişim ve yönlendirme anomalisidir (17). En sık görülen yapısal optik disk anomalileri tilte disk sendromu, morning glory disk, megalodisk, optik disk piti, optik disk druzeni, optik disk a/hipo/displazisi, optik disk kolobomu olarak sayılabilir (22).

Optik sinirin konjenital anomalilerinin büyük bir kısmı ilerleyici değildir ve tedavileri yoktur. Yaygın olarak görülen bu patolojileri tedavi edilebilir olan ve görmeyi progresif olarak düşüren diğer konjenital ve akkiz bozukluklardan ayırmak

gerekmektedir. Papilödem, glokomatöz veya diğer optik atrofilerle karıştırılabilmeleri, görme alanı değişiklikleri ve diğer malformasyonlarla birlikte bulunmaları nedeniyle ayırıcı tanılarının yapılması önemlidir (23).

2.1.4. Tilte Disk Sendromu

Tilte disk sendromunun tam tanımlanması 1944 yılında Rucker (24) tarafından yapılmıştır. Optik sinir uzun ekseninin oblik yerleşim gösterdiği benign bilateral (%80) bir konjenital optik sinir anomalisidir (Şekil 2.1). Optik disk oval görünümlüdür (superotemporal kenar öne, inferonazal kenar arkaya yer değiştirmiştir). Retinal damarların situs inversusu (damarların optik diskin temporal yarısından çok nazal yarısından çıkması ve önce nazale yönelip sonra temporale uzanması) eşlik edebilir. Konjenital inferonazal konus vardır ve disk inferonazalinde retina pigment epiteli ile koroid incelmıştır, hipopigmentasyon vardır (25).



Şekil 2.1. TDS Bilgisayarlı Tomografi (BT) ve Manyetik Rezonans (MR) Görüntüleme bulguları*

*Aksiyel BT (A) ve T1-ağırlıklı MR (B). Optik sinir başının oblik girişi (A) Glob nazal kısımlarında ektazi, posterior nazal duvar incilmesi, düzleşmiş temporal kısım (B).

Tilte disk sendromunun miyop astigmatizma ile ilişkili olduğu bilinmektedir (26-28). Genel populasyonda prevalansı yaklaşık %2 iken 5 Dioptri (D)'nin üzerinde

miyopisi ve astigmatizması olan bireylerin yaklaşık 1/5'inde TDS görülür (25). Optik disk parametreleri ile oküler parametreler arasındaki ilişkiyi araştıran bir çalışmada TDS'de aksiyel uzunluk ve ovallık indeksinin (uzun aksın kısa aksa oranı) daha fazla olduğu ve miyopinin esas sebebinin bunlar olduğu söylenmiştir (29).

Tilte disk sendromunda görme keskinliği genellikle düşüktür. Daha önce ambliyopi tanısı konulan hastaların neredeyse yarısında TDS görülmektedir (30). TDS'deki düşük görme potansiyelinin esas nedeni net olarak ortaya koyulamamıştır. Düzeltilmemiş refraktif kusurlar (31) neden olarak gösterilmişse de gruplar arasında miyop astigmatizma değerleri eşdeğer tutulsa dahi en iyi düzeltilmiş görme keskinliği TDS'de genellikle düşük kalmaktadır. Diğer olası nedenler indüklenmiş lentiküler astigmatizma ve bunun retinadaki etkileri, disk eğikliğinin sekonder etkisi olabilir.

Tilte disk sendromuna retina pigment epitel değişikliği, koroidal neovasküler membran, seröz retina dekolmanı, epiretinal membran gibi maküler anomaliler de eşlik edebilir (32).

Tilte disk sendromu sadece optik diskte değil iç retinal tabaka ve optik sinirde de değişikliğe yol açar (33). Retinada elektrofonksiyonel bozukluklar (34) olabilir. TDS'deki en sık elektrofonksiyonel anomali ise görsel uyarılmış potansiyel ölçümlerinde latans uzamasıdır (35).

Görme alanı defekti TDS'de 1/5 oranında görülebilir (36) ve bitemporal hemianopi şeklindedir. Bitemporal hemianopi ayırıcı tanısında TDS de düşünülmelidir. TDS'deki bitemporal hemianopi vertikal orta hatta uymaz. TDS'deki görme alanı defektinin inferonazal retinada lokalize miyopiye bağlı refraktif skotom nedeniyle olduğu düşünülmektedir, miyop astigmatizmayı gözlükle düzelterek ölçümü tekrarlamak defekti yok edebilir. Genetik geçişli olmadığı söylenmekle beraber X'e bağlı resesif ve otozomal dominant olgu sunumları bulunmaktadır (37-39).

TDS'de C/D oranı artmış olabilir, görme alanı değişiklikleri vardır ve OKT'de retina sinir lifi tabakası kalınlığında (RSLTK) incelme bulunur; bu nedenle glokom ile ayırıcı tanısı zorluk arz etmektedir (2,40).

2.1.5. Optik Koherans Tomografi

Optik Koherans Tomografi, biyolojik doku katmanlarını mikron düzeyinde ve yüksek çözünürlükte tomografik kesitler olarak veren bir görüntüleme yöntemidir (41). OKT, teknolojik olarak bir parsiyel koherens interferometredir. Koherent ışık terimi, lazer ışığı gibi tek dalga boyundaki ışığı tanımlamaktadır. Parsiyel koherent ışık ise kısa bir aralıkta, farklı dalga boyundaki ışın demetini içermektedir. OKT’de kullanılan parsiyel koherent ışık, superluminesent diod laser cihazından sağlanan ~800 nanometre dalga boyundaki kızılötesi lazer ışığıdır (çeşitli firmalar tarafından üretilen OKT cihazlarında kullanılan kızılötesi ışığın dalga boyu 800 ile 840 nanometre arasında değişmektedir). Dokulara gönderilen ve farklı doku katmanlarından geri yansıyan kızıl ötesi ışığın bir yazılım programı aracılığıyla yansıma gecikmeleri, mesafe birimlerine dönüştürülür. Dokuların reflektivitesi ise yansıyan ışığın şiddetini belirler. Böylece ultrasonun A dalgasına benzeyen bir görüntü elde edilir. Dairesel veya düz çizgi şeklinde dokuya gönderilen 128-512 arasında değişen sayıda ölçüm ışığı ile elde edilen A scan çizgiler yan yana getirilerek, B mod ultrason görüntüsüne benzer bir kesit görüntüsü elde edilir (41). Cihazdan elde edilen optik yansımalar yalancı renkli bir kodlama kullanılarak 2 boyutlu tomogramlar şekline dönüştürülür. Bu tomogramlardaki beyaz ve kırmızı gibi açık renkler yüksek yansıtıcı alanları, siyah ve mavi gibi renkler ise düşük yansıtıcı alanları göstermektedir (42,43).

İlk ticari OKT, 1996 yılında OKT 1000 adıyla piyasaya sürülmüştür. Teknolojinin yenilenmesiyle 2000 yılında OKT 2000 ve 2002 yılında OKT 3 (Stratus OKT) kullanıma girmiştir. Stratus OKT, time domain OKT olarak da adlandırılır. OKT 1000’den 4 kat daha hızlı görüntüleme sağlar. Tarama süresi saniyede 0.5-1.0 B tarama ve 400 A tarama’dır. Stratus OKT, 1.28 saniyede 512 aksiyel tarama yaparak, aksiyel çözünürlüğü 10 mikrometre (μm) olan iki boyutlu görüntü oluşturabilir. Hareket artefaktlarının olması ve nispeten düşük hız ve düşük çözünürlüğü en önemli sınırlılıklarıdır (44). 2006 yılında ise ilk yüksek hızlı, yüksek çözünürlüklü OKT olan Fourier domain OKT (Spektral domain OKT) piyasaya sürülmüştür (43,45). Spektral domain OKT (SD-OKT) terimi, Fourier domain OKT teriminden daha çok tercih edilmektedir. Bu OKT’nin Time domain OKT’den farkı spektrometre içermesidir. Bu cihazda gözden ve referans aynasından gelen ışık fotodedektör yerine spektrometre tarafından işlenir. SD-OKT, saniyede 30 kare görüntü oluşturması nedeniyle prensip

olarak televizyon ya da videoya benzer. Aynı şekilde göz 30 ardışık kareyi devamlı bir hareket gibi algılar (43). SD-OKT ile çok yüksek hız ve çözünürlükteki 2 boyutlu görüntüler saniyenin 1/29'u sürede elde edilir. Saniyede 400 A tarama görüntü sağlayan Time domain OKT'ye göre SD-OKT 14.600-29.200 A tarama görüntü alabilir. SD-OKT, 0.17 saniyede 4000 aksiyel tarama yapar. Görüntü çözünürlüğü 5-6 μm 'ye kadar çıkabilir. Hareket artefaktları minimumdur (43).

RTVue OKT (Optovue, Inc, Fremont, California), ticari olarak mevcut olan spektral domain OKT'lerden biridir. Saniyede 26.000 A tarama görüntüyü, ~5–7 μm aksiyel çözünürlükte, 4×4 mm'lik alanda sağlar. Görüntülerin ve ölçümlerin güvenilir olduğunu kabul edebilmek için sinyal gücü indeksi 35 ve üstünde olmalıdır (46).

2.1.6. Optik Sinir Başı ve Peripapiller Retina Sinir Lifi Tabakası Kalınlığı analizinde Optik Koherans Tomografi

2.1.6.1. Peripapiller Retina Sinir Lifi Tabakası Kalınlığı ölçümü

Optik koherans tomografi ile optik sinir çevresinde silindirik bir tarama yapılmakta, alınan kesit iki boyutlu düzlemde yansıtılmaktadır. Yapılan tekrar edilebilirlik çalışmalarında, en güvenilir sonucun 3.4 mm çaplı dairesel kesitle elde edilmesinin yanı sıra, büyük ve peripapiller atrofi olan disklerde de iyi bir değerlendirme sağlandığından, standart olarak 3.4 mm çaplı dairesel kesit kullanılmaktadır (47). RSLTK, kullanıcı ya da referans düzlemi ihtiyacı olmaksızın otomatik bilgisayar algoritması ile belirlenmektedir. Ölçümler retina sinir lifi tabakasının optik disk çevresindeki konumuna göre bir kalınlık haritası olarak; 12 saat kadranı, 4 kadran ve ortalama RSLTK'yı verecek şekilde bir grafik halinde gösterilmektedir.

2.1.6.2. Optik Sinir Başı analizi

Optik sinir merkezinden geçen 30 derece aralıklı altı radyal OKT kesiti kullanılarak, OSB ve optik sinir çukurunun topografik haritası çıkarılabilmektedir. SD-OKT'nin program yazılımı sayesinde retina pigment epiteli, koryokapillaris ve fotoreseptör tabakanın bittiği yer OSB'nin başlangıcı olarak kabul edilmekte ve buna

göre disk sınırları otomatik olarak belirlenmektedir. Bu durum, özellikle tilte disk gibi disk kenarının saptanmasında güçlük oluşturan disk anomalilerinde OKT'ye avantaj sağlamaktadır. Pigment epitelinin bulunduğu düzlemin 150 µm üzerinden geçen transvers hattın altında kalan bölge disk çukurluğu olarak kabul edilmekte, bu şekilde çeşitli parametreler hesaplanabilmektedir. Bunlar:

- Vertikal rim hacmi (VRH): Nöroretinal rimdeki toplam RSLT hacmidir.
- Horizontal rim genişliği (HRG): Her tarama ışını için optik disk sınırından retina yüzeyine çizilen çizgilerin toplamı ile elde edilen toplam rim genişliğidir.
- Disk alanı (DA): 6 tarama ışınının toplam 30° açılarla bulunduğu retina pigment epiteli sınırlarının birleştirilmesiyle oluşan alandır.
- Disk hacmi (DH): Retina pigment epiteli sınırlarının birleştirilmesiyle oluşan alanın hacmidir.
- Cup alanı (CA): Referans çizgisi sınırındaki çukurluk alanıdır.
- Cup hacmi (CH): Referans çizgisi sınırındaki çukurluk hacmidir.
- Rim alanı (RA): Nöroretinal rim alanı, disk alanından cup alanının çıkarılmasıyla bulunur.
- Rim hacmi (RH): Nöroretinal rim hacmi, disk hacminden cup hacminin çıkarılmasıyla bulunur.
- C/D alan oranı: Hesaplanan çukurluk alanının disk alanına oranıdır.
- C/D horizontal oranı: Çukurluk alanını çaprazlayan en uzun yatay çizginin optik diski çaprazlayan en uzun yatay çizgiye oranıdır.
- C/D vertikal oranı: Disk çukurluğunu çaprazlayan en uzun dikey çizginin optik diski çaprazlayan en uzun dikey çizgiye oranıdır.

2.2. KORNEA

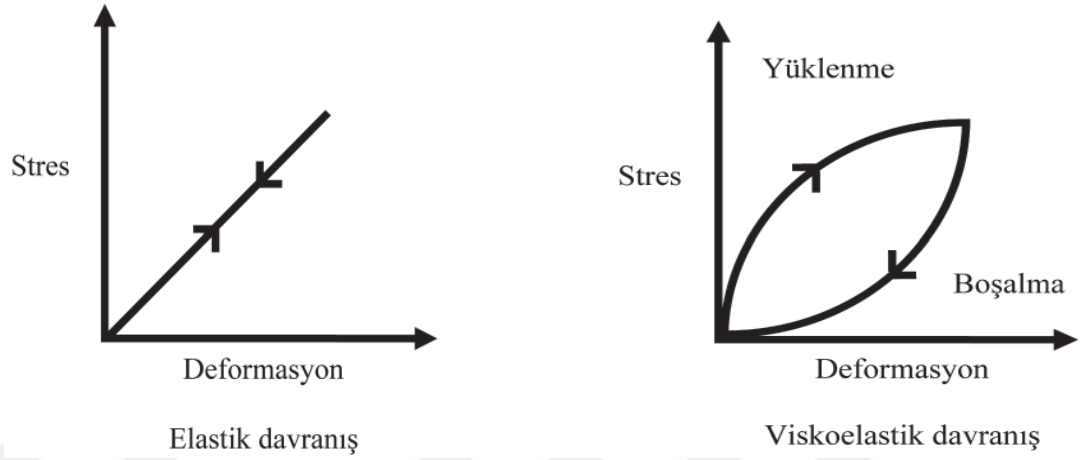
2.2.1. Kornea biyomekaniği

Kornea biyomekaniği korneanın fonksiyonel cevaplarını ve görmeyi etkileyen önemli bir özelliğidir. Fiziksel bileşenleri korneaya viskoelastisite özelliği verir.

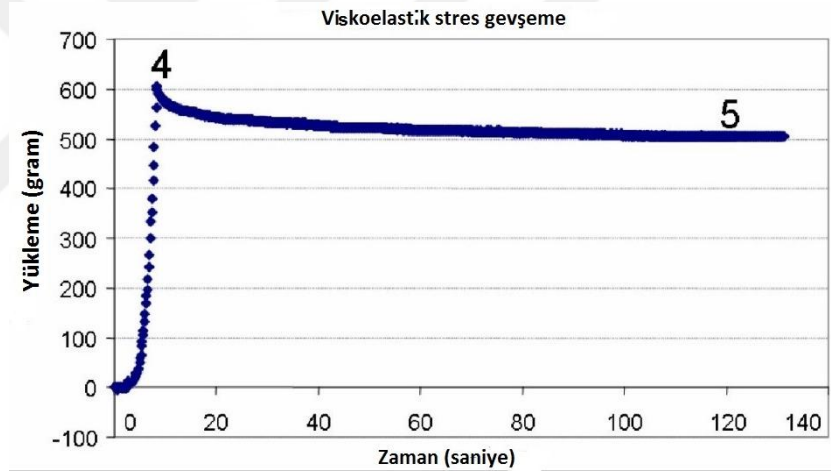
Korneanın viskoelastik özellikleri ilk defa 1937 yılında Freidenwald tarafından tanımlanmış, daha sonra Nyquist ve Woo onu izlemiştir (48-49).

Korneanın 5 anatomik tabakasından sadece bowman ve stroma tabakaları kollajen fibrilleri içerir. Bu yüzden korneanın gerilme direncinin çoğunluğunu bu tabakalar sağlar. Epitelin gerilme direncinde minimal bir etkisi vardır, kaldırılması anterior korneal kurvaturda minimal değişiklik yapar ya da yapmaz (50). Descemet membranının uzayabilirliği ve sertliğinin az olması geniş aralıktaki göz içi basınçlarında laksitesini korumasını sağlar (51), bu durum stromal stresin endotele iletilmesini önlemede önemli olabilir. Bowman tabakası 8-12 µm kalınlığında aselüler, stromadan daha düzenli dizilmiş kollajen fibriller içeren bir tabakadır. Bazıları stromadan ayrı bir rolü olduğunu söylerken (52), ekstensiometri çalışmalarında uzaklaştırılması korneanın mekanik özelliklerini etkilememiştir (53). Korneanın hasara mekanik cevabında esas rol stroma tabakasıdır. Stroma %78 su, %15 kollajen, %7 kollajen olmayan proteinler, proteoglikanlar ve sodyum klorür içerir (54). Limbustan limbusa 300-500 lamella içerir. Komşu lamellalar arası kollajen demetlerinin iç içe geçmesi korneanın kesilme direncinde (55) ve gerilimin lamellalar arası transferinde önemlidir (56). Proteoglikanlar (57), kollajen liflerin birleşmesi ve yerleşmesinde kritik rol oynar ve mekanik önemi tahmin ettiğimizden fazla olabilir.

Elastisite bir maddenin stres altında geri dönüşümlü deformasyonudur. Diğer yandan, visköz materyaller eksternal kesilme kuvveti uygulandığında şekil değiştirir ve kuvvet kaldırıldığında eski şekline dönmez. Viskoelastik materyaller hem viskozite hem elastisite özelliklerini taşır. Viskoelastik özellikler biyolojik yumuşak dokularda biyomekanik cevapların zaman bağımlı oluşundan kaynaklanır. Bu özellikler histerezis, stres gevşeme ve sünme fenomeni olarak ifade edilir. Viskoelastik materyaller stres sonrası eski şekillerine elastik materyaller gibi aynı yoldan değil farklı yollardan dönerler, bu farklı cevapla tanımlanan enerji kaybı, korneanın kuvvet karşısında esneyebilme ve daha sonra eski haline dönebilme yeteneğine işaret eden, korneal histerezisi tarifler (Şekil 2.2) (58). Viskoelastik sünme sürekli bir stres altında (göz içi basıncı gibi) oluşan zaman bağımlı uzamadır (59). Viskoelastik stres gevşeme, stresin artırılıp daha sonra sabit tutulmasıyla oluşan zaman bağımlı gevşemedir (Şekil 2.3) (60).



Şekil 2.2. Viskoelastik materyallerin davranışı



Şekil 2.3. Viskoelastik stres gevşeme

2.2.2. Oküler Cevap Analizörü

Oküler Cevap Analizörü (OCA), (The Ocular Response Analyzer (ORA) (Reichert Inc., Depew, New York) Luce tarafından tarif edilen kornea biyomekaniğini in vivo ölçebilen tek medikal cihazdır (61). Hızlı hava jeti ile çökertilen korneanın cevabını değerlendirir. Hızlı hava atımından (20 ms) sonra korneanın deformasyona uğradığı anda ve eski haline dönmeye başladığı sürede elektro-optik sistem aracılığı ile iki aplanasyon değeri (P1, P2) elde edilir. Bu iki basınç değeri arasındaki fark (P1-P2) “korneal histerezis” olarak adlandırılır (62). Korneal histerezis (KH), korneanın

biyomekanik özelliklerinin iyi bir göstergesidir. İki aplanasyon basıncının ortalaması, Goldmann ile uyumlu göz içi basıncı (GİBg) olarak raporlanır. Cihaz ayrıca KH’i dikkate alarak, korneanın biyomekanik özellikleri ile kompanse edilmiş ikinci bir GİB değeri (GİBkk) daha belirler. Korneal rezistans faktörü (KRF), ‘P1-kP2’ formülü ile elde edilir. Bu formülde “k” sabit bir çarpandır. P1, P2 ve santral kornea kalınlığı (SKK) arasındaki ilişki üzerine geliştirilmiştir, bu yüzden KH’den çok SKK ile ilişkilidir. Korneal rezistansın relatif olarak GİB’den bağımsız bir ölçümüdür.

2.2.3. Oküler Aberasyonlar

Aberasyon difraksiyon haricinde ışığın ideal yolundan sapması olarak tanımlanabilir. Aberasyon varlığında stigmatik imaj oluşamaz. Oküler aberasyonlar 2 ana tipe ayrılır:

1. Kromatik aberasyonlar: Beyaz ışığı eşit açılardaki ışık demetlerine ayıran cam prizma örneğindeki gibi gözün optik elemanlarının ışığı ayrıştırması sonucu oluşan kusurlardır (63). İdeal imajdan hareket eden ışınların dağılımına karşılık gelir ve sadece polikromatik ışıkta görülür. Retinal imaj kontrastında düşme meydana gelir. Refraktif cerrahi teknikleri polikromatik aberasyonları düzeltemez çünkü bu kusurlar oküler materyalin optik özellikleri ile ilişkilidir ve göz komponentlerinin optik şeklinden bağımsızdır (64).

2. Monokromatik aberasyonlar: Spesifik dalga boyundaki görünür ışığı kapsar. İki alt gruba ayrılabilir:

a) Düşük sıralı aberasyonlar:

Defokus: Sferik ve silindirik refraktif kusurlardır. Ortalama wavefront kusurunun yaklaşık %85’ini oluştururlar. Camlar, kontakt lensler ve refraktif cerrahi ile düzeltilebilir.

b) Yüksek sıralı aberasyonlar:

Koma, sferik aberasyon, trefoil, quadrofoil, tetrafoil, sekonder astigmatizma ve pentafoili içerir. Normal gözlerde wavefront kusurunun %15’ini oluştururlar (64). Sağlıklı gözlerde görme düzeyini retinal limitlerin altına indiren retinal çarpıtmalardır.

Sferosilindirik düzeltme ile ortadan kaldırılamazlar, düzeltilmesi için wavefront temelli düzeltme gerekir.

Görsel semptomların yüksek sıralı aberasyonlarla ilişkisi pupil çapı arttıkça belirginleşmektedir.

Görme keskinliği ve kalitesi üzerine etkili iki esas aberasyon sferik ve koma aberasyonlardır.

2.2.4. Zernike Polinomu

Bir optik sistemden kaynaklanan optik aberasyonları ayırtmak ve tanımlamak için Zernike polinomları denilen bir matematiksel açılım kullanılır. Bu açılım kullanılarak düşük ve yüksek sıralı aberasyonlar tanımlanabilir. Her Zernike fonksiyonu bir polinomun veya bir kosinüs ya da sinüs fonksiyonunun ürünüdür (65). Zernike fonksiyonları geometriktir ve her fonksiyonun RMS (aberrasyonların standart sapmasından oluşan değer-root mean square) wavefront kusuru katsayısı ile birlikte verilir. Toplam RMS wavefront kusuru wavefront aberrasyon haritasının Zernike spektrumundaki katsayıların tek tek karelerinin toplamının kareköküne eşittir. Optik olarak mükemmel bir gözde RMS 0'dır. Yüksek sıralı aberasyonların standart sapmasından oluşan değer ise YSA-RMS'dir (yüksek sıralı aberasyonların karelerinin toplamının karekökü) (66). Bu katsayılar tek tek radyal düzende 'n' sayısı ile belirtilerek listelenebilir. Değerler $Z(m,n)$ olarak ifade edilir. n Zernike sırasını, m ise bu sıra içinde modu temsil eder (Şekil 2.4). Pratik olarak n arttıkça daha büyük wavefront, m arttıkça patern tekrarının artması söz konusudur (67).

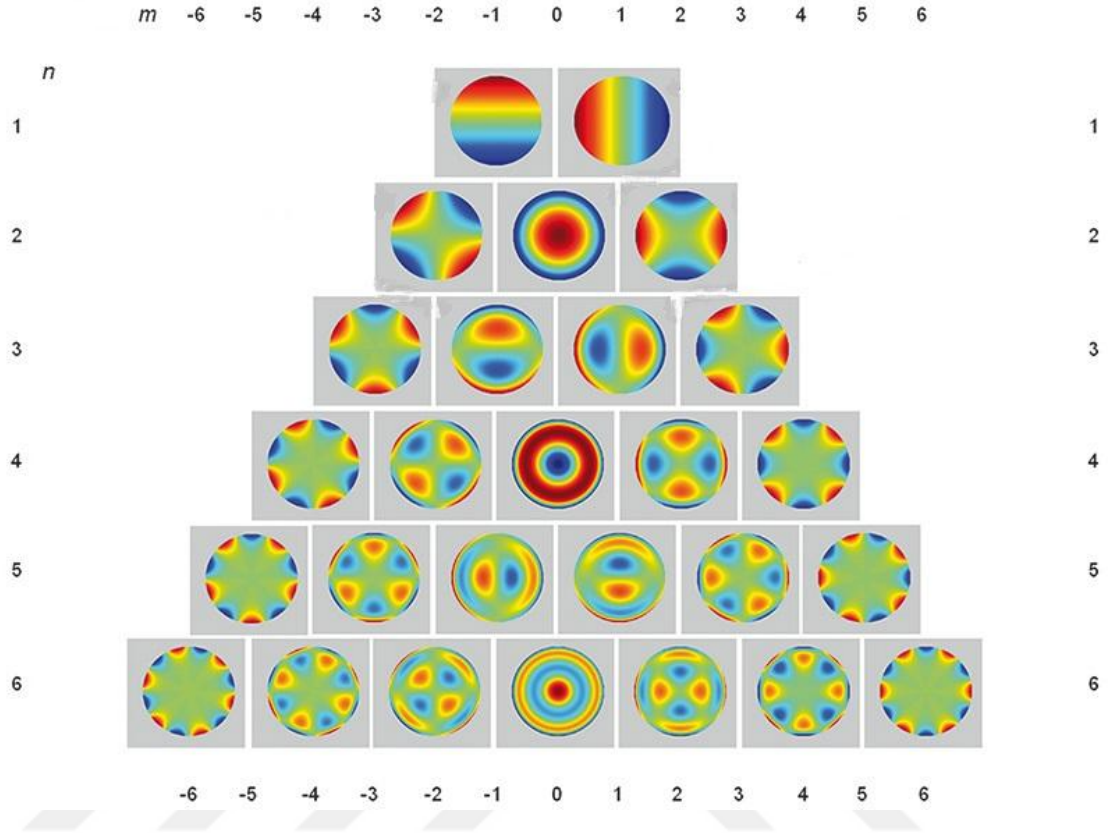
n=0 aberasyonlar: İmaj distorsiyonuna yol açmayan sabit faz kaymalarıdır (68).

n=1 aberasyonlar: Oküler yapıların açılanmasındaki farklılıktan kaynaklanır ve kaymaya (shift) karşılık gelir. Tilt prizmatik bir kusurdur. İdeal wavefrontun şeklini bozmayı orijinal pozisyonundan kaymasına neden olur (68).

n=2 aberasyonlar: Defokus (miyopi, hipermetropi) ve astigmatizmaya karşılık gelir. Defokus ideal düz wavefrontta parabolik distorsiyona yol açar. İkinci derece astigmatizma parabolik distorsiyonun simetrik aksdaki varyasyonudur. Bu sraya kadar olan aberasyonlar düşük sıralı aberasyonlardır (68).

n=3 aberasyonlar: Koma ve trefoil aberasyonlardır. Gözün refraktif özelliğindeki asimetriyi yansıtırlar; asimetrinin sonuçları, düzensizlik, kayma veya oküler yüzeylerin desantralizasyonu değerlendirilir. Tüm gözlerin anatomik yapısında üçüncü sıra aberasyona yol açacak ortak bir özellik gösterilememiştir. Genellikle refraktif cerrahi sonrası bu aberasyonlarda artış olur. Koma aynı meridyende hipermetropik alanın komşuluğundaki miyopik alanı temsil eden bir aberasyondur. İsmi virgül şeklindeki paternden kaynaklanır. Vertikal veya horizontal şekillidir. Çift görme şikayeti belirgin olarak horizontal koma ile ilişkilidir. Trefoil sıklıkla belirgin, düzensiz ve asimetrik korneal esneklik ile ilişkilidir (68).

n=4 aberasyonlar: Tetrafoil (kuadrofoil), sekonder astigmatizm ve primer sferik aberasyonlardır. Sferik aberasyonlar korneanın ön yüzeyi, lensin ön ve arka yüzeyinden kaynaklanır. Periferal ve santral ışınların retina üzerinde aynı noktada odaklanamaması sonucu oluşur. Periferal ışınlar santral ışınların önünde odaklanırsa pozitif (santralde hipermetropik odak, çevreleyen miyopik daire); arkasında odaklanırsa negatif (santralde miyopik odak, çevreleyen hipermetropik daire) sferik aberasyon adını alır (69). Pupillanın merkezinden ölçülen radyal mesafeye bağlı olarak varyasyon gösteren bir aberasyondur. Bir optik sistem pupilla merkezinde refraktif kusur barındırmazken pupil merkezini çevreleyen dairesel zonlarda kusur artabilir. Sonuç imaj küçük pupil çapı için keskin iken pupil genişledikçe bozular. Normal gözlerde genellikle düşük miktarda pozitif sferik aberasyon bulunur, negatif sferik aberasyon nadirdir. Genç ve sağlıklı bir gözde, normal korneanın pozitif sferik aberasyonu kristal lensin negatif sferik aberasyonu ile dengelenmektedir (70). Kornea ile lens arasındaki denge yaş arttıkça veya refraktif cerrahi ile bozulabilir. Kornea yaşam boyunca stabil bir optik sistem sağlasa da (71) yaşlanmayla birlikte kristal lensin negatif sferik aberasyonu azalmakta ve hatta 40 yaşından sonra nükleusun sertleşmesi, refraktif indeksteki değişiklikler ve lensin şeklindeki değişiklikler gibi yapısal değişikliklerle birlikte lenste pozitif sferik aberasyona gidiş olmaktadır (72). Pozitif sferik aberasyondaki bu artış, korneanın wavefront dengesini bozarak, diğer yüksek düzey aberasyonlarla birlikte gözün toplam sferik aberasyonunda artışa sebep olmaktadır (73). Bunun sonucunda retinal imajda dağılma, bulanıklaşma ve cisimlerin etrafında halo benzeri görünüm ortaya çıkar (74).



Şekil 2.4. Zernike piramidinde aberasyonların yerleşimi

2.2.5. Wavefront

Wavefront teknolojisi astrofizik kökenli olup astronomlar teleskopları ile elde ettikleri imajları mükemmel hale getirmek için bu teknolojiye yararlanmışlardır. Wavefront teknolojisinin babası olarak bilinen fizik profesörü Dr. Josef Bille 1997'de süper vizyon fikrini öne sürmüş ve arkadaşları ile birlikte imaj kaydeden aygıt, monitör, bilgisayarlı değerlendirme ünitesi ve klavyeden oluşan ilk wavefront cihazını geliştirmiştir (75). Işık hüzmeleri optik olarak problemsiz bir göze geldiğinde bu üç boyutlu yapı içinde koni şeklinde kırılarak retinada bir noktada odaklanır ve retinadaki bir noktada yansıyan ışık aynı şekilde paralel olarak yayılır. Bu yansıyan ışınların her birinin bir düzlem üzerinde birbirine eşit uzaklıkta ve netlikte görüntüsü oluşur ve elde edilen görüntülerin hepsine wavefront denir. Her bir kornea bölgesi için yapılan ölçümlere wavefront ölçümler denir, bu ölçümler objektiftir ve güvenilir oranda

tekrarlanabilirler. Tüm noktalar birbirine eşit uzaklıkta ve netlikte ise bu ‘mükemmel wavefront’ tur (76). Emetrop gözlerde düz bir plan, miyopik gözlerde kase şeklinde, hipermetropik gözlerde tepe şeklinde olmasına karşın düzensiz astigmatizma veya yüksek çözünürlüklü sapmalarda düzensiz şekillerde olacaktır (77). Netliği bozan tüm faktörlere aberasyon denir ve yaklaşık 14-65 aberasyon bireyi hesaplanır. Ortaya çıkan toplam aberasyon Zernike polinomu ile alt gruplara ayrılır. Çok çeşitli aberometreler bulunmaktadır. Günümüzde bileşik sistemli topografi ve wavefront analizini birlikte yapabilen cihazlar ön plandadır (77).

2.2.6. Sirius ön segment analiz sistemi

Sirius ön segment analiz sistemi (Costruzione Strumenti Oftalmici, Firenze, Italia), üç boyutlu hareketli Scheimpflug Kamera ve Placido Disk topografi sisteminin kombinasyonudur. Yirmibeş Scheimpflug görüntü ve bir tane Placido görüntü bir araya getirilerek amaçlanan görüntü elde edilir. Placido disk 22 halkadan oluşur, 22 Placido halkası sayesinde kornea ön yüzey topografisi değerlendirilir (78). Yirmibeş Scheimpflug görüntü ise; kornea ve ön segment analizi yapar. Kornea arka yüzey topografisi, 12 mm’ye kadar kornea pakimetrisi değerlerini verir. Scheimpflug görüntü, kornea ön yüzeyi ve lens arka yüzeyi arasındaki alanın bir resmidir. Dönen Scheimpflug kamera iki saniye içinde rotasyonunu tamamlayarak çok sayıda Scheimpflug görüntü elde etmektedir. Tarama sonrası tercih edilen yarıklı görüntü sayısına göre elde edilen gerçek elevasyon noktaları değerlendirilir ve ön segmentin 3 boyutlu modeli oluşturulur (79). Görüntü alındıktan sonra cihaz bu görüntüleri ‘akıllı haritalar’ olarak adlandırılan haritalar şeklinde sunar. Bu haritalar açılan birçok menüyü kullanarak görüntülenebilmektedir. Elde edilebilecek analizler şunlardır:

Scheimpflug Görüntüleme

- Kornea ve ön segment analiz sistemi
- Kornea arka yüzey topografisi
- Ön kamara derinliği
- Ön kamara açısı
- Kornea arka yüzeyinin tanjantsiyel ve aksiyel eğimi

- Kornea pakimetre haritası (12mm çap)

Topografi (Bütünleşik Placido Topografi Sistemi)

- Kornea ön yüzey topografisi
- Kornea ön yüzeyinin tanjansiyel ve aksiyel eğimi
- K değeri
- Wavefront analizi ve görme simülasyonu
- Keratokonus analizi ve teşhisi
- Kontakt lens uygulama programı

Pupillografi

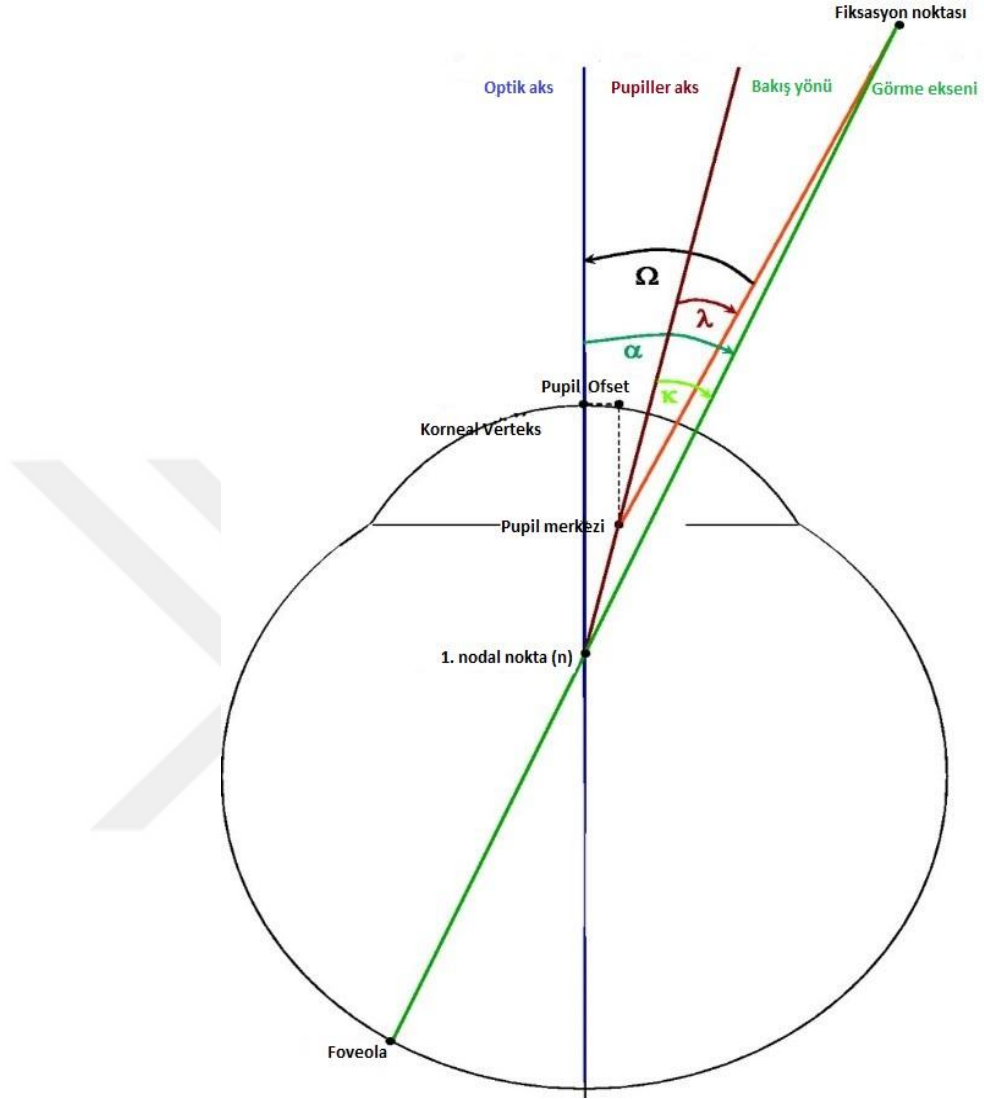
- Dahili pupillometri sistemi ile dinamik/statik (fotokopik, skotopik, mezopik şartlarda) pupil çapı ölçümü

2.2.7. Pupil ofset

Görme eksenini pupil girişinin merkezinden başlayıp fiksasyon noktasına uzanan hatta verilen isimdir (80). Wavefront aberasyonların minimal olması için kornea ve lensin refraktif yüzeyleri görme eksenine aynı doğrultuda olmalıdır, ancak bu çoğu göz için geçerli değildir. Ön korneal yüzey genellikle görme eksenine göre desantralize ve tiltedir (81). Pupil merkezinden ön korneal yüzeye uzanan hatta pupiller aks denilir ve görme eksenine arasındaki açı lambda açısı olarak tanımlanır (82) (Şekil 2.5). Çoğu korneal topografi sistemi lambda açısının indirekt bir ölçümünü verir. Pupil merkezinin kornea verteksinden ne kadar kaydığı ölçüsü lambda açısıyla güçlü korelasyon içindedir, bu yüzden lambda açısını topografik olarak verilen pupil ofset miktarını kullanarak ölçebiliriz.

Pupil ofset hasta topografi cihazının merkez noktasına bakarken pupil merkezinin hastanın bakış yönünden ne kadar saptığının değeridir (83). Dolayısıyla değerlendirilmekte olan gözün görme eksenini topografi ile tespit edilen pupil ofsetin aksi yönde yer değiştirmektedir. Topografi cihazında bu ölçüm yatay ve dikey akslarda mm olarak verilmektedir. Toplam pupil ofset değeri x ve y akslarındaki pupil ofset

değerlerinin karelerinin toplamının karekökü alınarak hesaplanır [(toplam pupil ofset= $\sqrt{x^2+y^2}$), x: yatay pupil ofset, y: dikey pupil ofset].



Şekil 2.5. Pupil ofset ve görme eksenini

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Ankara Atatürk Eğitim Araştırma Hastanesi Göz Kliniği'ne başvuran 46 hastanın tilte disk anomalisi saptanan 80 gözü ve refraktif cerrahi için başvuran tilte disk anomalisi olmayan 46 hastanın miyop ve astigmatizma bulunan 80 gözü çalışmaya alındı. Çalışma öncesinde Ankara Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi Etik Kurulundan izin alındı.

Sonuçların iki grup arasında karşılaştırılabilir olması için, kontrol grubu tilte disk sendromu grubuna eşdeğer miyop astigmatizması olan hastalardan oluşturuldu. Çalışmaya 18-50 yaş arası, 0 ile -8.00 D arası sferik değer, 0 ile -5 D arası silindirik değere sahip olan hastalar dahil edildi. Korneal hastalık, glokom, kontakt lens kullanımı, oküler travma, geçirilmiş oküler cerrahi, kuru göz, topikal damla kullanımı öyküsü olan hastalar çalışma dışı bırakıldı.

Tüm hastalara detaylı bir göz muayenesi yapıldı. Düzeltilmemiş (DGK) ve en iyi düzeltilmiş görme keskinlikleri (EDGK) snellen eşeli ile ölçüldü, ondalık olarak ve logMAR (ayırt edilebilen en küçük açının logaritması) birimi ile ifade edildi. Otorefraktometre (Auto Kerato-Refractometer KR-8900; Topcon Co., Tokyo, Japan) ile 3 ölçüm yapılarak ortalama sferik ve silindirik değerler, silindirik değerinin aksı not edildi. Tüm silindirik değerler eksi olarak alındı. Silindirik değer toplam astigmatizma olarak not edildi. Eksi silindirin aksı 60-120° arasında ise "kurala aykırı", 0-30 ile 150-180° arasında ise "kurala uygun", 31-59 ile 121-149° arasında ise "oblik" astigmatizma olarak değerlendirildi. Sferik eşdeğer eksi silindirik değerinin yarısının sferik değere eklenmesiyle oluşturuldu.

Yarıklı lamba biyomikroskopisi ile ön segment ve 90 D lens yardımıyla optik disk ve makula değerlendirildi; tilte disk tanısı yukarıda bahsedilen kriterlere dayanılarak oftalmoskopik olarak konuldu. Muayenenin ardından tüm hastalara Sirius ön segment analiz sistemi ile ön segment analizi, OCA ile kornea biyomekaniği analizi ve SD-OKT ile RSLTK ve OSB parametreleri analizi yapıldı.

SİRİUS ÖN SEGMENT ANALİZ SİSTEMİNDEN ELDE EDİLEN PARAMETRELER

Sirius ön segment analiz sisteminden dik keratometri (K) ve aksı, düz K ve aksı, ortalama K değerleri, SKK alındı. Dik aksla düz aks arasındaki fark korneal astigmatizma olarak not edildi.

Lentiküler astigmatizma aşağıdaki formüle göre hesaplandı (84):

- 1- Korneal astigmatizma(kornea planında)=Korneal astigmatizma (gözlük planında)/1-(0.012xKorneal astigmatizma (gözlük planında)).
- 2- Hem toplam refraktif hem de korneal astigmatizma gözlük planında vektörlere çevrildi: J_0 (Jackson silindirinin 90° ve 180° 'de kuvveti)=[-C(silindirik değer)/2] *cos (2φ), J_{45} (Jackson silindirinin 45° ve 135° 'de kuvveti)=[-C/2]*sin (2φ) (φ=astigmatizmanın aksı).
- 3- Vektörel lentiküler astigmatizma (J_0 , J_{45})=Vektörel toplam refraktif astigmatizma-Vektörel korneal astigmatizma.
- 4- Lentiküler astigmatizma = $\sqrt{(J_0^2+J_{45}^2)}$

Ön kamara analizi için iris çapı, pupil çapı, ön kamara derinliği (ÖKD), ön kamara hacmi (ÖKH), ön kamara açısı (ÖKA) (nazal ve temporalde) sirius ön segment analiz sisteminin glokom paneli kullanılarak not edildi.

Pupil ofset horizontal (x) ve vertikal (y) eksenlerde alındı. Vertikal pupil ofset hesaplanırken, topografi cihazının verdiği değer aynen alındı, çünkü merkezin süperioru her iki göz için de pozitif, inferioru ise negatif idi. Ancak, horizontal pupil ofset hesaplanırken sağ gözler için cihazın verdiği değer negatif alındı. Çünkü cihazın ölçümünde sağ göz için merkezin temporalı negatif iken sol göz için merkezin temporalı pozitif idi. Dolayısıyla, hem sağ hem de sol gözler için temporal yöndeki pupil ofset pozitif olarak tanımlanmış oldu. Böylelikle, sağ ve sol gözlerin karşılaştırılabilir olduğu bir durum sağlanmış oldu. Toplam pupil ofset değeri x ve y akslarındaki pupil ofset değerlerinin karelerinin toplamının karekökü alınarak hesaplandı [(toplam pupil ofset= $\sqrt{x^2+y^2}$), x: yatay pupil ofset, y: dikey pupil ofset].

Toplam RMS, YSA-RMS, vertikal koma, horizontal koma, oblik ve vertikal olarak trefoil, sekonder astigmatizm ve kuadrofoil topografi cihazı tarafından 5 mm pupilla çapında hesaplanan ön ve arka yüzeyin toplam değerleri olarak alındı.

OKÜLER CEVAP ANALİZÖRÜ CİHAZINDAN ELDE EDİLEN PARAMETRELER

Korneal histerezis, KRF, GİBkk değerleri kornea biyomekaniğini ortaya koymak için alındı.

SPEKTRAL-DOMAIN OPTİK KOHERANS TOMOGRAFİ CİHAZIYLA ELDE EDİLEN PARAMETRELER

Spektral-domain Optik Koherans Tomografi cihazının glokom paneli kullanılarak RSLTK, OSB ve referans görüntü olarak 3 boyutlu OSB ölçümleri yapıldı. Bu ölçümlerden elde edilen veriler şöyledi:

- Ortalama, alt, üst, nazal ve temporal kadrantlardaki RSLTK
- Disk alanı, CA, RA, RH, CH, C/D alan oranı, C/D horizontal ve vertikal oranı

İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Tüm istatistiksel analizler için SPSS yazılımının (SPSS Inc., Chicago, Illinois) 15. Versiyonu kullanıldı. Verilerin normal dağılımı Kolmogorov - Smirnov testi ile değerlendirildikten sonra veriler bağımsız örneklem t-testi ile analiz edildi. Korelasyonlar Pearson korelasyon katsayısı (r) ile değerlendirildi. 0.05'den küçük p değerleri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

4. BULGULAR

Hasta grubu 46 hastanın (11 erkek, 35 kadın) 80 gözünü, kontrol grubu 46 hastanın (15 erkek, 31 kadın) 80 gözünü içermektedir. Cinsiyet dağılımı benzerdi ($p=0.12$). Ortalama yaş (yıl \pm Standart sapma [SS]) hasta grubunda 33.99 ± 11.36 (18-50) yıl, kontrol grubunda 28.70 ± 6.12 (19-44) yıl idi ($p<0.01$). Karşılaştırmaya olanak sağlamak için iki grup sferik eşdeğer açısından benzer olarak oluşturuldu. Sferik eşdeğer hasta grubunda -5.14 ± 3.38 (-9.25-0.00) D, kontrol grubunda -5.18 ± 1.82 (-10.00- -2.00) D idi ($p=0.92$). Toplam astigmatizma açısından da iki grup arasında anlamlı fark yoktu. Toplam astigmatizma hasta grubunda -1.85 ± 1.24 (-5.00-0.00) D, kontrol grubunda -1.54 ± 1.17 (-5.00-0.00) D idi ($p=0.09$), (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. Grupların demografik verileri

	Hasta grubu		Kontrol grubu		p değeri
	Ortalama \pm SS	Ortanca (En küçük-En büyük)	Ortalama \pm SS	Ortanca (En küçük-En büyük)	
Yaş (yıl)	33.99 ± 11.36	37 (18-50)	28.70 ± 6.12	29 (19-44)	<0.01
Sferik eşdeğer (D)	-5.14 ± 3.38	-5.43 (-9.25-0.00)	-5.18 ± 1.82	-5.50 (-10.00- -2.00)	0.92
Toplam astigmatizma (D)	-1.85 ± 1.24	-1.50 (-5.00-0.00)	-1.54 ± 1.17	-1.37 (-5.00-0.00)	0.09
Cinsiyet (Erkek/Kadın)	11/35		15/31		0.12

Düzeltilmemiş görme keskinliği hasta grubunda 1.14 ± 0.49 , kontrol grubunda 1.15 ± 0.43 logMAR olup, iki grup arasında anlamlı fark yoktu ($p=0.89$). En iyi düzeltilmiş görme keskinliği ise hasta grubunda 0.19 ± 0.20 , kontrol grubunda 0.02 ± 0.06 logMAR olup, hasta grubunda anlamlı düşüktü ($p<0.01$), (Tablo 4.2). Ortalama keratometri değerleri sırasıyla hasta ve kontrol grubunda ortalama K 43.89 ± 1.37 D ve 43.84 ± 1.34 D ($p=0.80$), dik aks K 44.81 ± 1.44 D ve 44.66 ± 1.53 D ($p=0.53$), düz aks K 43.03 ± 1.55 D ve 43.06 ± 1.32 D ($p=0.89$) idi; 3 parametrede de iki grup arasında anlamlı fark bulunmadı (Tablo 4.2).

Tablo 4.2. Grupların görme keskinlikleri ve keratometrik değerleri

	Hasta grubu		Kontrol grubu		p değeri
	Ortalama±SS	Ortanca (En küçük- En büyük)	Ortalama±SS	Ortanca (En küçük- En büyük)	
DGK (logMAR)	1.14±0.49	1.30 (0.15-2.00)	1.15±0.43	1.30 (0.39-2.00)	0.89
EDGK (logMAR)	0.19± 0.20	0.15 (0-0.69)	0.02±0.06	0.00 (0-0.3)	<0.01
Ortalama K (D)	43.89±1.37	44.00 (40.95-46.75)	43.84±1.34	43.98 (40.59-47.32)	0.80
Dik aks K (D)	44.81±1.44	44.97 (41.32-47.66)	44.66±1.53	44.67 (41.15-48.15)	0.53
Düz aks K (D)	43.03±1.55	42.96 (39.86-46.10)	43.06±1.32	43.10 (39.89-46.52)	0.89

Korneal astigmatizma hasta grubunda -1.78 ± 1.22 D, kontrol grubunda -1.60 ± 0.97 D olup iki grup arasında anlamlı fark yoktu ($p=0.31$). Lentiküler astigmatizma hasta grubunda -0.92 ± 0.62 D, kontrol grubunda -0.77 ± 0.58 D bulundu; hasta grubunda lentiküler astigmatizma bir miktar daha fazla olmakla beraber iki grup arasında anlamlı fark bulunmadı ($p=0.09$), (Tablo 4.3).

Tablo 4.3. Grupların astigmatizma tipleri

	Hasta grubu		Kontrol grubu		p değeri
	Ortalama±SS	Ortanca (En küçük- En büyük)	Ortalama±SS	Ortanca (En küçük- En büyük)	
Korneal astigmatizma(D)	-1.78 ± 1.22	-1.46 (-5.71- -0.20)	-1.60 ± 0.97	-1.41 (-4.19- -0.02)	0.31
Lentiküler astigmatizma(D)	-0.92 ± 0.62	-0.75 (-2.50-0.00)	-0.77 ± 0.58	-0.68 (-2.50- 0.00)	0.09

Korneal astigmatizma paterni hasta grubunun %71.3'ünde kurala uygun, %15'inde kurala aykırı, %13.8'inde oblik idi. Kontrol grubunun ise %88.8'inde kurala uygun, %11.3'ünde oblik astigmatizma şeklindeydi. Astigmatizma dağılım paterni iki grup arasında anlamlı farklıydı ($p=0.001$), (Tablo 4.4). Hasta grubunda kurala aykırı ve oblik astigmatizma paternleri kontrol grubuna göre daha fazla oranda görülmekteydi.

Tablo 4.4. Grupların astigmatizma paternleri

Astigmatizma paterni	Hasta grubu		Kontrol grubu		Toplam		p değeri
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	
Kurala uygun	57	71.2	71	88.8	128	80	0.001
Kurala aykırı	12	15	-	-	12	7.5	
Oblik astigmatizma	11	13.8	9	11.3	20	12.5	
Toplam	80	100	80	100	160	100	

Toplam pupil ofset ortalaması iki grup arasında benzerdi (0.22 ± 0.13 mm ve 0.22 ± 0.11 mm, $p=0.81$). Horizontal pupil ofset ortalaması iki grup arasında anlamlı farklı olmamakla birlikte hasta grubunda kontrol grubuna göre merkeze daha yakın yerleşimliydi (0.09 ± 0.16 ve 0.11 ± 0.13 mm, $p=0.33$) (Nazal yönde daha pozitif horizontal pupil ofset). Vertikal pupil ofset ortalaması ise hasta grubunda anlamlı daha düşük bulundu (-0.02 ± 0.18 ve 0.08 ± 0.15 mm, $p<0.01$) (negatif, inferior yönde vertikal pupil ofset), (Tablo 4.5). Hasta grubunda pupil ofset normal gözlere kıyasla inferior ve nazal yerleşimliydi.

Tablo 4.5. Grupların pupil ofset verileri

	Hasta grubu		Kontrol grubu		p değeri
	Ortalama \pm SS	Ortanca (En küçük- En büyük)	Ortalama \pm SS	Ortanca (En küçük- En büyük)	
Toplam pupil ofset (mm)	0.22 ± 0.13	0.21 (0.01-0.65)	0.22 ± 0.11	0.22 (0.01-0.49)	0.81
Vertikal pupil ofset (mm)	-0.02 ± 0.18	-0.02 (-0.58-0.40)	0.08 ± 0.15	0.08 (-0.42-0.46)	<0.01
Horizontal pupil ofset (mm)	0.09 ± 0.16	0.09 (-0.33-0.54)	0.11 ± 0.13	0.09 (-0.15-0.48)	0.33

Analiz edilen aberasyonların ortalama değerleri sırasıyla hasta ve kontrol grubunda şöyleydi: Toplam RMS 1.19 ± 0.77 ve 1.05 ± 0.62 μm ($p=0.22$), YSA-RMS 0.32 ± 0.13 ve 0.31 ± 0.12 μm ($p=0.65$), horizontal koma 0.01 ± 0.12 ve 0.0005 ± 0.11 μm ($p=0.36$), vertikal koma -0.003 ± 0.12 ve 0.01 ± 0.10 μm ($p=0.30$), sferik aberasyon 0.10 ± 0.05 ve 0.11 ± 0.04 μm ($p=0.08$), vertikal trefoil -0.08 ± 0.17 ve -0.09 ± 0.14 μm ($p=0.82$), oblik trefoil -0.02 ± 0.17 ve -0.006 ± 0.15 μm ($p=0.52$), oblik sekonder astigmatizm 0.003 ± 0.04 ve -0.0003 ± 0.03 μm ($p=0.56$), vertikal sekonder astigmatizm -

0.002±0.06 ve 0.01±0.04 µm (p=0.11), oblik kuadrofoil -0.005±0.04 ve -0.0005±0.04 µm (p=0.51), vertikal kuadrofoil -0.01±0.05 ve -0.01±0.04 µm (p=0.89). Toplam RMS ve yüksek sıralı oküler aberasyonlarda hasta ve kontrol grubu arasında istatistiksel anlamlı fark bulunmadı (Tablo 4.6).

Tablo 4.6. Grupların toplam RMS ve yüksek sıralı aberasyon değerleri

	Hasta grubu		Kontrol grubu		p değeri
	Ortalama±SS	Ortanca (En küçük- En büyük)	Ortalama±SS	Ortanca (En küçük- En büyük)	
Toplam RMS (µm)	1.19±0.77	1.01 (0.07-3.70)	1.05±0.62	0.88 (0.23-2.74)	0.22
YSA-RMS (µm)	0.32±0.13	0.29 (0.05-0.76)	0.31±0.12	0.28 (0.12-0.67)	0.65
Horizontal koma (µm)	0.01±0.12	0.01 (-0.21-0.27)	0.0005±0.11	0.005 (-0.34-0.45)	0.36
Vertikal koma (µm)	0.003±0.12	-0.01 (-0.40-0.30)	0.01±0.10	-0.005 (-0.19-0.30)	0.30
Sferik aberasyon (µm)	0.10±0.05	0.11 (-0.09-0.25)	0.11±0.04	0.11 (0.00-0.29)	0.08
Vertikal trefoil (µm)	-0.08±0.17	-0.09 (-0.54-0.44)	-0.09±0.14	-0.08 (-0.51-0.27)	0.82
Oblik trefoil (µm)	-0.02±0.17	-0.03 (-0.36-0.61)	-0,006±0.15	-0.005 (-0.48-0.49)	0.52
Vertikal sekonder astigmatizm (µm)	-0,002±0.06	-0.01 (-0.09-0.40)	0,011±0.04	0.01 (-0.08-0.25)	0.56
Oblik sekonder astigmatizm (µm)	0,003±0.04	0.00 (-0.19-0.10)	-0,0003±0.03	0.00 (-0.14-0.10)	0.11
Vertikal kuadrofoil (µm)	-0.013±0.057	-0.02 (-0.14-0.19)	-0.014±0.047	-0.02 (-0.15-0.14)	0.51
Oblik kuadrofoil (µm)	-0.005±0.04	-0.01 (-0.12-0.16)	-0.0005±0.049	-0.01 (-0.11-0.23)	0.89

Ön segment parametreleri iki grup arasında benzer bulundu. Hasta ve kontrol gruplarında ortalama değerleri şöyleydi: SKK 531.55±35.62 ve 536.57±35.42 µm (p=0.37), ÖKD 3.14±0.33 ve 3.29±0.31 mm (p=0.06), ÖKA nazalde 50.56±7.92 ve 48.76±4.77° (p=0.09), ÖKA temporalde 43.80±11.70 ve 40.92±10.13° (p=0.10), (Tablo 4.7).

Tablo 4.7. Ön segment parametreleri

	Hasta grubu		Kontrol grubu		p değeri
	Ortalama±SS	Ortanca (En küçük- En büyük)	Ortalama±SS	Ortanca (En küçük- En büyük)	
SKK (µm)	531.55±35.62	530 (462-619)	536.57±35.42	537 (460-618)	0.37
ÖKD(mm)	3.14±0.33	3.16 (2.13-3.76)	3.29±0.31	3.33 (2.35-4.06)	0.06
ÖKA nazal(°)	50.56±7.92	51.50 (25-66)	48.76±4.77	49 (37-63)	0.09
ÖKA temporal(°)	43.80±11.70	44 (11-70)	40.92±10.13	42 (6-64)	0.10

Kornea biyomekaniğinin iki grup arasında benzer olduğu görüldü. Hasta ve kontrol grubunda ortalama değerleri şöyleydi: KH 9.86±1.74 ve 9.88±1.70 mmHg (p=0.94), KRF 10.02±1.92 ve 9.86±2.11 mmHg (p=0.65), GİB kk 16.72±2.55 mmHg ve 16.19±2.51 mmHg (p=0.23), (Tablo 4.8).

Tablo 4.8. Kornea biyomekaniği

	Hasta grubu		Kontrol grubu		p değeri
	Ortalama±SS	Ortanca (En küçük- En büyük)	Ortalama±SS	Ortanca (En küçük-En büyük)	
KH (mmHg)	9.86±1.74	9.90 (5.40-13.50)	9.88±1.70	9.90 (5.50-14.90)	0.94
KRF (mmHg)	10.02±1.92	10.20 (4.50-13.90)	9.86±2.11	10.00 (4.20-15.10)	0.65
GİBkk (mmHg)	16.72±2.55	16.50 (11.50-22.10)	16.19±2.51	15.70 (12.00-21.80)	0.23

Spektral Domain-Optik Koherans Tomografi ile yapılan ortalama RSLTK değerleri sırasıyla hasta ve kontrol grubunda şöyleydi: Toplam RSLTK 103.25±15.55 ve 105.30±12.67 µm (p=0.41), temporal RSLTK 83.56±22.53 ve 84.11± 17.53 µm (p=0.87), superior RSLTK 118.84±21.67 ve 135.67±20.00 µm (p<0.01), nazal RSLTK 78.81±24.46 ve 73.70±13.81 µm (p=0.14), inferior RSLTK 132.06±22.00 ve 127.80±16.59 µm (p=0.21). Hasta grubunda RSLTK yalnızca superior kadranda kontrol grubuna göre daha ince, diğer kadrarlarda ve toplamda benzerdi (Tablo 4.9).

Tablo 4.9. Grupların retina sinir lifi tabakası kalınlığı değerleri

	Hasta grubu		Kontrol grubu		p değeri
	Ortalama±SS	Ortanca (En büyük- En küçük)	Ortalama±SS	Ortanca (En büyük- En küçük)	
RSLTK toplam (µm)	103.25±15.55	102 (53-156)	105.30±12.67	104.50 (80-158)	0.41
RSLTK temporal (µm)	83.56±22.53	83 (27-159)	84.11± 17.53	83 (54-175)	0.87
RSLTK superior (µm)	118.84±21.67	118 (63-162)	135.67±20.00	134 (92-176)	<0.01
RSLTK nazal (µm)	78.81±24.46	76.50 (40-182)	73.70±13.81	72.50 (48-115)	0.14
RSLTK inferior (µm)	132.06±22.00	132 (58-177)	127.80±16.59	127.50 (73-167)	0.21

Optik sinir başı parametreleri analizi yapıldı. Hasta grubunda CA (0.20 ± 0.32 ve 0.65 ± 0.49 µm, $p<0.01$), CH (0.04 ± 0.07 ve 0.13 ± 0.17 µm, $p=0.002$), C/D alan oranı (0.15 ± 0.16 ve 0.33 ± 0.21 µm, $p<0.01$), C/D horizontal oranı (0.38 ± 0.25 ve 0.60 ± 0.23 µm, $p<0.01$) ve C/D vertikal oranı (0.40 ± 0.24 ve 0.53 ± 0.24 µm, $p<0.01$) kontrol grubuna göre anlamlı düşük bulundu. Hasta grubunda RH (0.36 ± 0.4 ve 0.18 ± 0.13 µm, $p<0.01$) kontrol grubuna göre anlamlı yüksek bulundu. Disk alanı (1.80 ± 1.01 ve 1.94 ± 0.76 µm, $p=0.43$) ve RA (1.60 ± 0.98 ve 1.29 ± 0.72 µm, $p=0.07$) ise iki grup arasında benzerdi (Tablo 4.10).

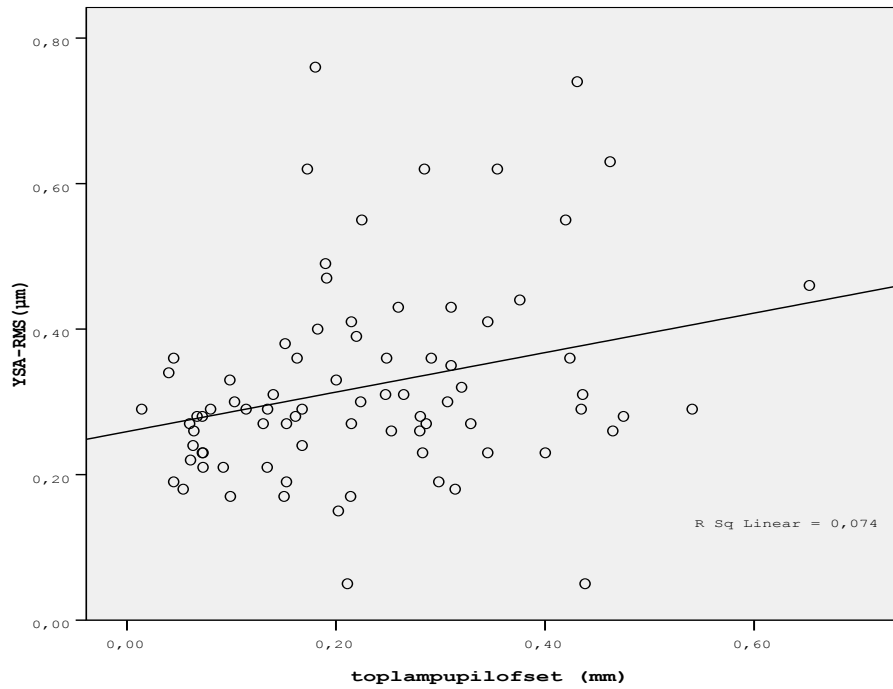
Tablo 4.10 Hasta ve kontrol grubunda optik sinir başı parametreleri

	Hasta grubu		Kontrol grubu		p değeri
	Ortalama±SS	Ortanca (En küçük-En büyük)	Ortalama±SS	Ortanca (En küçük-En büyük)	
DA (µm)	1.80±1.01	1.33 (0.83-4.42)	1.94±0.76	1.83 (1-4.45)	0.43
CA (µm)	0.20±0.32	0.06 (0-1.5)	0.65±0.49	0.58 (0-2.07)	<0.01
CH (µm)	0.04±0.07	0 (0-0.32)	0.13±0.17	0.06 (0-0.82)	<0.01
RA (µm)	1.60±0.98	1.18 (0.38-4.42)	1.29±0.72	1.17 (0.24-3.93)	0.07
RH (µm)	0.36±0.4	0.23 (0.06-1.5)	0.18±0.13	0.14 (0.01-0.69)	<0.01
C/D alan oranı (µm)	0.15±0.16	0.1 (0-0.63)	0.33±0.21	0.35 (0-0.79)	<0.01
C/D horizontal oranı (µm)	0.38±0.25	0.36 (0-0.88)	0.60±0.23	0.62 (0-0.95)	<0.01
C/D vertikal oranı (µm)	0.40±0.24	0.43 (0-0.96)	0.53±0.24	0.58 (0-0.95)	<0.01

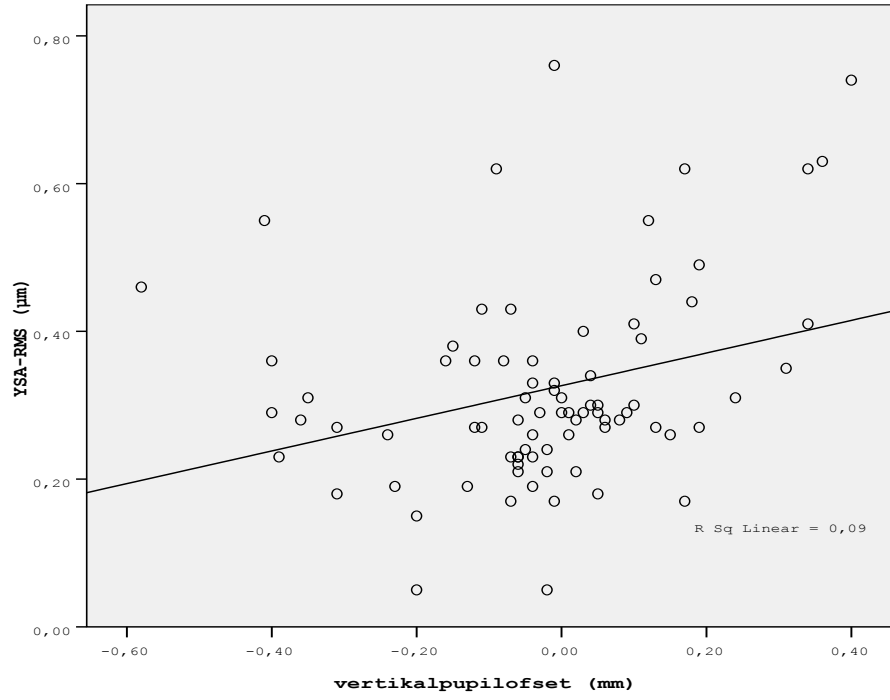
Hasta grubunda pupil ofset ile aberasyonlar arasındaki korelasyonu inceledik. Toplam pupil ofset değerinin YSA-RMS ($r=0.27$, $p=0.01$) ve oblik sekonder astigmatizm ($r=0.25$, $p=0.02$) ile istatistiksel anlamlı korelasyon gösterdiği izlendi (Tablo 4.11), (Şekil 4.1). Vertikal pupil ofset değeri toplam RMS ($r=0.32$, $p<0.01$), YSA-RMS ($r=0.30$, $p<0.01$), vertikal koma ($r=0.43$, $p<0.01$), vertikal trefoil ($r=-0.45$, $p<0.01$), vertikal kuadrofoil ($r=0.22$, $p=0.04$) ile anlamlı korelasyon göstermekte idi (Şekil 4.2 ve 4.3). Horizontal pupil ofset değeri ise yalnızca vertikal sekonder astigmatizm ($r=0.38$, $p<0.01$) ile korele idi (Tablo 4.11).

Tablo 4.11. Pupil ofset ile aberasyonlar arasındaki korelasyonlar

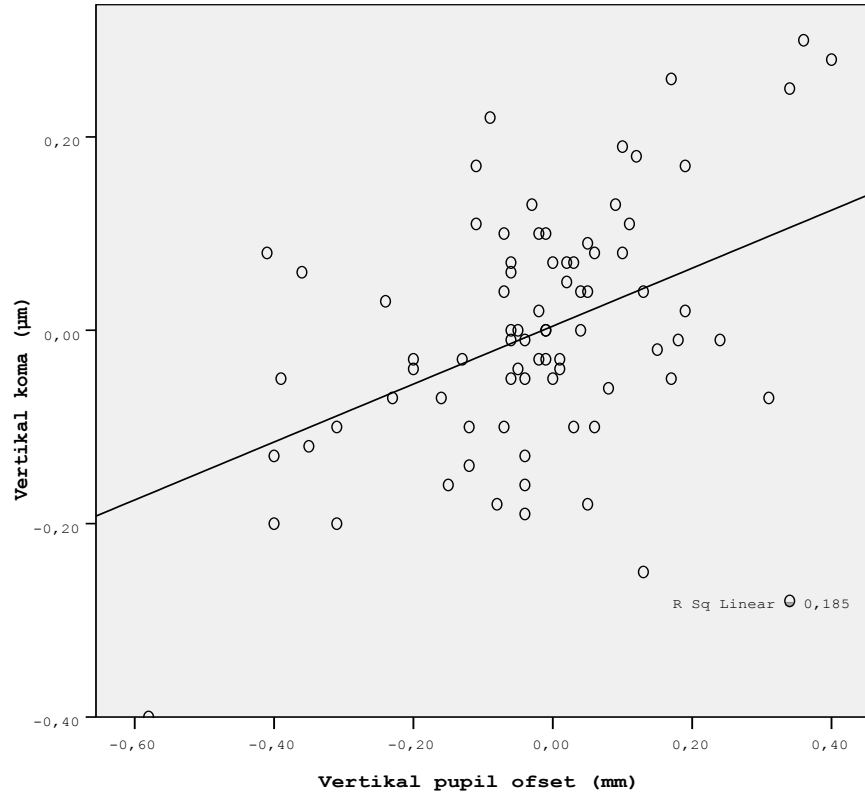
	Toplam pupil ofset		Vertikal pupil ofset		Horizontal pupil ofset	
	Korelasyon katsayısı (r)	p değeri	Korelasyon katsayısı (r)	p değeri	Korelasyon katsayısı(r)	p değeri
Toplam RMS	-0.06	0.54	0.32	<0.01	0.04	0.67
YSA-RMS	0.27	0.01	0.30	<0.01	0.03	0.79
Vertikal koma	-0.08	0.47	0.43	<0.01	0.19	0.08
Vertikal trefoil	0.10	0.37	-0.45	<0.01	0.11	0.32
Vertikal kuadrofoil	-0.05	0.66	0.22	0.04	0.13	0.24
Vertikal sekonder astigmatizm	0.21	0.05	-0.01	0.88	0.38	<0.01
Oblik sekonder astigmatizm	0.25	0.02	-0.12	0.28	0.01	0.89



Şekil 4.1. Toplam pupil ofsetin YSA-RMS ile korelasyonu ($r=0.27$, $p=0.01$)



Şekil 4.2. Vertikal pupil ofsetin YSA-RMS ile korelasyonu ($r=0.30$, $p<0.01$)



Şekil 4.3. Vertikal pupil ofsetin vertikal koma ile korelasyonu ($r=0.43$, $p<0.01$)

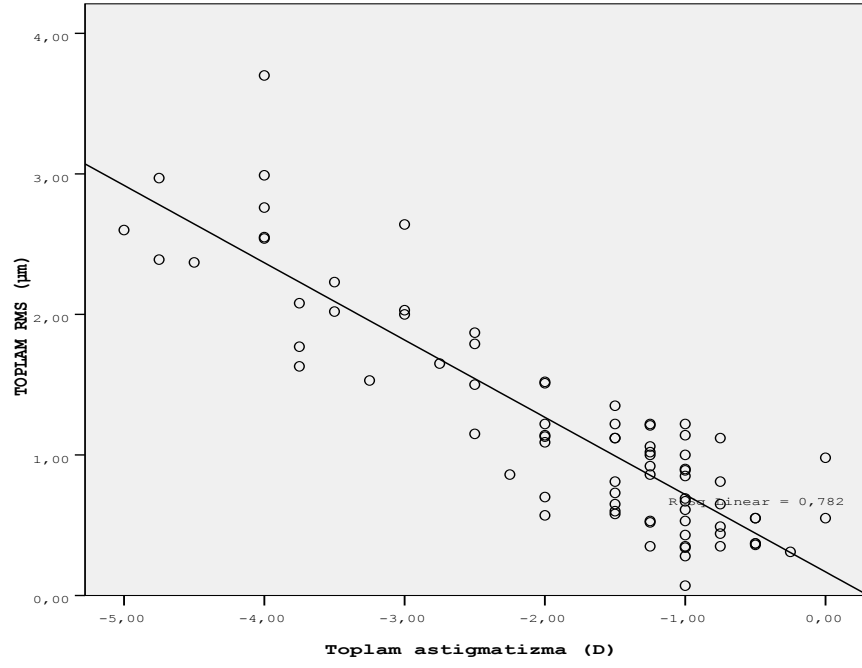
Hasta grubunda pupil ofsetle K değerlerinin, astigmatizma değerlerinin, ön kamara parametrelerinin korelasyonunu inceledik. Toplam pupil ofset ile dik aks K ($r=-0.39$, $p<0.01$), düz aks K ($r=-0.27$, $p=0.01$) ve ortalama K ($r=-0.35$, $p<0.01$) korele idi (Tablo 4.12). Toplam pupil ofset ile iris çapı ($r=-0.23$, $p=0.03$) ve pupil çapı ($r=0.34$, $p<0.01$), ÖKH ($r=-0.26$, $p=0.01$) ve ÖKD ($r=-0.30$, $p=0.01$) korele idi. Vertikal pupil ofset ile korneal astigmatizma ($r=-0.31$, $p<0.01$), iris çapı ($r=0.28$, $p=0.01$) ve pupil çapı ($r=0.27$, $p=0.01$) korele idi. Horizontal pupil ofset ile iris çapı ($r=-0.24$, $p=0.02$), ÖKH ($r=-0.27$, $p=0.01$) ve ÖKD ($r=-0.38$, $p<0.01$) korele idi (Tablo 4.12).

Tablo 4.12. Pupil ofset ile ön kamara parametrelerinin korelasyonu

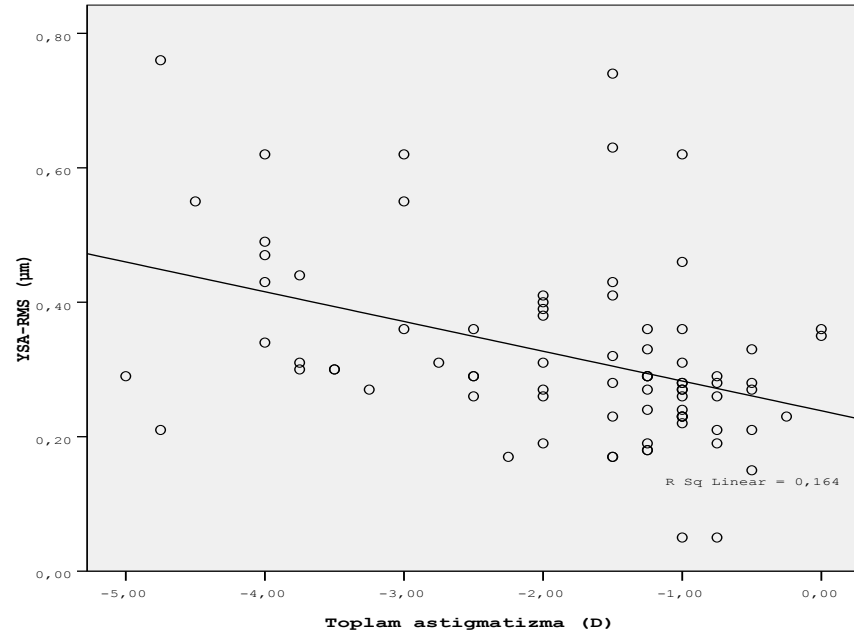
	Toplam pupil ofset		Vertikal pupil ofset		Horizontal pupil ofset	
	Korelasyon katsayısı (r)	p değeri	Korelasyon katsayısı (r)	p değeri	Korelasyon katsayısı (r)	p değeri
İris çapı	-0.23	0.03	0.28	0.01	-0.24	0.02
Pupil çapı	0.34	<0.01	0.27	0.01	0.16	0.14
ÖKD	-0.30	0.01	0.13	0.30	-0.38	<0.01
ÖKH	-0.26	0.01	0.18	0.10	-0.27	0.01
Dik aks K	-0.39	<0.01	0.09	0.41	-0.02	0.83
Düz aks K	-0.27	0.01	-0.16	0.14	-0.06	0.56
Ortalama K	-0.35	<0.01	-0.05	0.65	-0.05	0.65
Korneal astigmatizma	0.12	0.27	-0.31	<0.01	-0.05	0.63
Lentiküler astigmatizma	-0.16	0.14	0.05	0.062	-0.02	0.80

Optik sinir başı parametreleri ve RSLTK ile pupil ofset arasında anlamlı korelasyon bulunmadı (tüm korelasyonlar için $p>0.05$).

Yüksek sıralı aberasyonlar ile sferik eşdeğer arasında anlamlı korelasyon bulunmadı (tüm korelasyonlar için $p>0.05$). Toplam astigmatizma ile toplam-RMS ($R=-0.88$, $p<0.01$) ve YSA-RMS ($r=-0.40$, $p<0.01$) arasında ise anlamlı negatif korelasyon mevcuttu (Şekil 4.4 ve Şekil 4.5).



Şekil 4.4. Toplam RMS'nin toplam astigmatizma ile korelasyonu ($r = -0.88$, $p < 0.01$)



Şekil 4.5. YSA-RMS'nin toplam astigmatizma ile korelasyonu ($r = -0.40$, $p < 0.01$)

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada TDS bulunan hastalarda korneanın topografik, aberometrik ve biyomekanik özellikleri ve bunların optik disk ve peripapiller retina morfolojisi ile korelasyonu değerlendirilmiştir. Korneanın topografik özellikleri değerlendirilirken TDS olan hastalarda pupil ofsetin normal gözlerden farkı ve ilişkili faktörler araştırılmıştır. Bilebildiğimiz kadarıyla bizim çalışmamız TDS’de aberasyonların ve pupil ofsetin topografik olarak değerlendirildiği ilk çalışmadır.

Biz çalışmamızda sferik eşdeğer ve toplam astigmatizma yönünden eşdeğer olan kontrol grubumuza göre TDS’de EDGK’nin anlamlı düşük olduğu tespit edildi. Bu bulgu TDS’de görme keskinliğinin düşük olduğunu söyleyen diğer çalışmalarla benzerdi (85,86).

Tilte disk sendromundaki astigmatizmanın esas nedeni konusunda genellikle bir fikir birliği yoktur. Yapılan eski çalışmalarda astigmatizmanın korneadan kaynaklanmadığı belirtilmişti (26,38). Daha büyük örneklerle yapılan yeni çalışmalarda ise TDS’de astigmatizmanın esas nedeninin korneal astigmatizma olduğu söylenmiştir (87,88). Bizim çalışmamızda da güncel çalışmalarla uyumlu olarak toplam astigmatizmanın esasını korneal astigmatizma oluşturmuştur. Tek taraflı tilte diski olan 13 hastada tilte disk olan gözlerin normal optik diski olan diğer gözleri ile karşılaştırıldığı Söylev ve arkadaşlarının bir çalışmasında (89) korneal astigmatizma yönünden her iki göz arasında anlamlı bir farklılık izlenmemiştir. Bu da astigmatizma gelişiminin morfolojikten çok genetik temelli olabileceğini düşündürmektedir. Tilte disk sendromu gelişimi ile korneal astigmatizma gelişimi aynı morfogenetik temel kaynaklı olabilir.

Tilte disk sendromunda lentiküler astigmatizma da bir çok çalışmada araştırılmıştır (90-92). Lenste eğiklik, lens kalınlığında (dolayısı ile lens kurvaturünde) farklı akslarda farklı kalınlık ve göz küresinde yamukluk gibi nedenlerle bu hastalarda lentiküler astigmatizma oluşabileceği gösterilmiştir (90). Lentiküler astigmatizma nedeni olarak lens kalınlığının araştırıldığı Müftüoğlu ve arkadaşlarının çalışmasında (91) tilte disk varlığı ile lens kalınlığı arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Gündüz ve arkadaşlarının TDS’de lentiküler astigmatizmayı araştırdığı çalışmasında ise (92) TDS’de lentiküler astigmatizma anlamlı yüksek bulunmuştur. Bizim çalışmamızda lentiküler astigmatizma iki grup arasında anlamlı farklı bulunmadı ancak TDS’de daha

fazla orandaydı. Bu nedenle TDS'de lentiküler astigmatizmanın katarakt ve refraktif cerrahiler sonrası beklenmeyen refraktif sonuçlar alınmasını önlemek için dikkate alınması gerektiğini söyleyebiliriz.

Korneal astigmatizmanın paterni incelendiğinde TDS'de kurala aykırı ve oblik astigmatizmanın kontrol grubuna göre fazla olduğu çalışmamızda görülmüştür. Bozkurt ve arkadaşlarının bir çalışmasında %26.1 (88), Dehghani ve arkadaşlarının çalışmasında (93) %19.5 bulunan oblik astigmatizma oranı bizim çalışmamızda onlardan bir miktar düşük olarak (%13.8) bulunmuştur. Bu fark bizim örneklemimizin diğer çalışmalara daha büyük oluşundan kaynaklanıyor olabilir (Bozkurt'un çalışmasında 23, Dehghani'nin çalışmasında 41 göz).

Tilte disk sendromu hastalarında anormal optik disk şekli ile korneanın anormal konfigürasyonu arasında korelasyon olduğu söylenmiştir (87). Dohadwala ve arkadaşlarının çalışmasında (94) optik disk druzeninde OSB ve SKK'nın ilişkili olduğu; Pakravan ve arkadaşlarının çalışmasında (95) glokomatöz hastalarda optik disk alanı ile SKK'nın negatif olarak korele olduğu gösterilmiştir. Ancak daha yeni iki çalışmada OSB morfolojisi ile SKK'nın ilişkili olmadığı tespit edilmiştir (3,96). TDS'de SKK'yı araştıran iki çalışmada SKK'nın TDS ile ilişkili olmadığı gösterilmiştir (4,93). Bizim çalışmamızda da bu iki çalışmaya benzer olarak SKK, TDS ile kontrol grubu arasında benzer bulundu. Jonas'ın çalışmasında (5) optik disk alanının kornea boyutu ve kurvatürü ile ilişkisi araştırılmış ve makrodisklerde korneanın daha düz ve geniş olduğu sonucuna varılmıştır. Bizim çalışmamızda ise optik disk parametreleri kornea kalınlığı, keratometrik değerler, iris ve pupil çapı ile ilişkili bulunmadı.

Xu L ve arkadaşlarının normal bireylerde yaptığı, ön kamara derinliğini ve açısını etkileyen faktörleri araştırdığı çalışmasında (97) optik disk boyutu küçüldükçe ön kamara derinliğinin ve açısının daraldığı tespit edilmiştir. Buna dayanarak biz de tilte disk sendromunda ön kamara derinliği, hacmi ve açısını değerlendirdik ve bu değerlerin kontrol grubuna göre farklı olmadığını gördük.

Kotecha bir çalışmasında (62) göz küresinin yapısal ve maddesel bütünlüğüne dikkat çekmiş ve kornea biyomekaniğinin OSB'nin yapısal bütünlüğünden ayrı tutulamayacağını ve kornea biyomekaniğinin OSB biyomekaniğinin bir göstergesi olabileceğini bildirmiştir. Yüzbaşıoğlu ve arkadaşları bir çalışmalarında (98) hem primer açık açılı hem normotansif glokom hastalarında KH'yi düşük bulmuşlardır.

Wells ve arkadaşları bir çalışmalarında (99) glokom hastalarında optik sinir yüzeyi ile KH arasında anlamlı ilişki bulmuşlardır. Bunun yanısıra Kara ve arkadaşlarının sağlıklı olguları değerlendirdiği çalışmalarında (100) kornea biyomekanik özellikleri ile OSB parametreleri arasında ilişki bulunmamıştır. Lim ve arkadaşlarının çalışmasında (101) TDS'de bu ilişki araştırılmış ve anlamlı ilişki bulunmamıştır. Biz de çalışmamızda TDS'de korneanın biyomekanik özelliklerinin kontrol grubuyla benzer olduğunu ve OSB parametreleri ve RSLTK ile anlamlı korelasyon göstermediğini gözlemledik.

Tilte disk sendromunda optik diskin yatay yuvarlaklığı, kendi etrafında dönüşü ve skleraya eğik girişini içeren normal dışı görünümü, görme alanı defektleri olması optik diskteki glokomatöz değişiklikleri ortaya koymada zorluk yaratmaktadır (1). Bu nedenle TDS'de RSLTK ve OSB parametrelerinin nasıl ölçüleceği bir çok çalışmada araştırılmıştır. Gürlü ve arkadaşlarının 2005 yılında yapmış olduğu bir çalışmada (2) tilte diskli hastaların tarayıcı lazer polarimetre ve tarayıcı lazer tomografi ile yapılan optik disk retina sinir lifi incelemesinde OSB parametrelerinin normal gözlere göre değişiklikler gösterdiği gözlemlenmiştir. Bozkurt ve arkadaşlarının Glokom tarayıcı sistem (GDx) ile tilte diskli hastaları değerlendirdiği çalışmasında (40), GDx'in glokom teşhisinde yararlı bir alet iken tilte diskli hastalarda bu GDx sonuçlarının güvenilmez olduğunu belirtilmiştir. TDS olmayan hastalarla Heidelberg Retinal Tomografi (HRT) kullanılarak yapılan bir çalışmada C/D oranı, CA ve RA glokomlu ve glokomsuz gözlerde anlamlı fark göstermiştir (102). Rasier'in çalışmasında (103) eğik diski olan glokomlu ve glokomsuz gözlerde OSB parametrelerinde anlamlı fark izlenememiş ve OSB değerlendirilmesinde HRT 2 sonuçlarına güvenilemeyeceği, OKT, optik disk fotoğrafinin de kullanılması gerektiği söylenmiştir. Bu çalışmalara bakılarak TDS'de OSB'yi ve glokomatöz değişikliği belirlemede en etkin yöntemin OKT olduğu sonucuna varılabilir. Biz de çalışmamızda RSLTK ve OSB parametrelerini OKT ile değerlendirdik. RSLTK TDS'de kontrol grubu ile toplamda ve temporal, inferior, nazalde benzerken superiorda daha ince bulundu. Hwang Y ve arkadaşlarının OKT ile tilte diskleri değerlendirdiği çalışmasında ise (104) RSLTK'nın superior, inferior ve nazalde inceldiği; temporalde ise kalınlaştığı gözlenmiştir. Kontrol grubumuzun miyop astigmatizması olan hastalardan oluşması nedeniyle farkı tespit edememiş olabiliriz. Miyopik gözlerde RSLTK'nın daha ince olduğu ve glokomatöz olmasa da OKT'nin normal limitlerinin altında kalabileceğinden bahsedilmiştir (105,106). Bunun yanısıra

OKT cihazları arasında varyasyon mevcuttur. Bizim ölçüm yaptığımız RTVue cihazının RSLTK ölçümlerinin Cirrus OKT'den daha kalın olduğu çalışmalarda belirtilmiştir (107,108). Glokom hastalarında ölçümlerde değişkenlik olasılığı daha fazladır ve sinyal gücü indeksi sonuçları etkileyebilir (109); bu nedenle biz çalışmamızda sinyal gücü indeksinin 35 ve üzerinde olmasına dikkat ettik.

Retina sinir lifi tabakası kalınlığını etkileyen parametrelerin araştırıldığı çalışmalarda sferik eşdeğerin (110) , korneal astigmatizmanın (111), miyopi ve yaş artışının (112) daha ince RSLTK ile ilişkili olduğu bulunmuştur. Biz de çalışmamızda RSLTK'nın miyopi derecesi ile ilişkili olduğunu bulduk. Tespit ettiğimiz korelasyon temporalde negatifken, diğer alanlarda pozitif. Bu bulgu sferik eşdeğerle temporal RSLTK arasındaki negatif korelasyonu tanımlayan Tsai'nin (110) ve inferotemporal optik disk tiltinde temporal RSLTK'da kalınlaşma tarifleyen Hoon Lee'nin (113) çalışmasıyla uyumluydu. Tiltte disk sendromunda RSLTK'da incelleme olabileceği ancak bunun sendroma özel olmaktan çok miyopiyle ilişkili olabileceği, temporal RSLTK'nın ise miyopi derecesi ve optik disk tilti arttıkça kalınlaşacağı söylenebilir.

Ortalama disk alanı normal bireylerde 1.73-2.63 mm² arasında değişir (114). TDS'de optik disk alanı ve buna bağlı olarak C/D oranının daha küçük olduğu çeşitli çalışmalarda bulunmuştur (2,85,101). Bizim çalışmamızda literatürdeki çalışmalara benzer olarak TDS'li hastalarda kontrol grubuna göre CA, CH, C/D alan oranı, horizontal ve vertikal planlardaki C/D oranının düşük, RH'nin ise yüksek olduğu görüldü. Bu parametrelerle ön segment parametreleri arasında bir ilişki bulunmadı. Glokomu olmayan normal ve TDS'li hastalar arasında OSB parametreleri arasında fark olması TDS hastalarında glokom tanı ve takibinde bu parametrelere güvenilemeyeceğini göstermektedir. Bu nedenlerle klinisyenler TDS'de glokom tanısı koyarken mevcut cihaz verilerinden çok klinik deneyimlerine güvenmelidirler.

Optik imaj kalitesi gözün tüm optik elemanlarının (kristalin lens dahil) fonksiyonuna dayanır. Bu nedenle retinal imaj kalitesini belirleyen temel faktörler oküler aberasyonlardır ve refraktif cerrahi sonuçları tanımlanırken dikkate alınmalıdır (115). Toplam wavefront aberasyonlar ön korneal yüzeye ek olarak internal oküler çevreden de kaynaklanır. Kişisel farklılıklar (116), pupil çapı (117), yaş (118), akomodasyon (119), retinal ekzantirisite (120) ve refraktif durum (121) gibi birçok faktörden etkilenir. Bu nedenle biz çalışmamızda toplam oküler aberasyonları değerlendirdik. Pupil

boyutuna göre aberasyonlar değiştiğinden dolayı (122) standardizasyonu sağlamak için pek çok aberasyonun araştırıldığı çalışmaya uyarak aberasyonları 5 mm pupil çapında not aldık. Çalışmamızda TDS'li hastalarda aberasyonlar sağlıklı bireyler ile benzer bulundu. Ancak iki grup karşılaştırıldığında TDS'li hastalarda aberasyon değerlerinin daha yüksek olduğu görüldü. Verilerimizin rakamsal olarak çok küçük olması sebebiyle bu farkı istatistiksel olarak yakalayamamış olabiliriz. Hasta ve kontrol grubumuzun genç popülasyondan oluşması sebebiyle de aberasyonlar düşük bulunmuş olabilir. Çünkü genç gözlerde korneal aberasyonlar internal aberasyonlarla kompanze edilir ve bu düşük düzeylerde toplam aberasyonla sonuçlanır (123,124).

Wavefront aberasyon ile miyopi ilişkisi pek çok çalışmada araştırılmıştır. Daha eski çalışmalar miyopinin aberasyonları indüklediğini söylerken (125,126); yeni çalışmalar çocuklukta var olan yüksek sıralı aberasyonları kompanze etmek için miyopi geliştiğini (127), aberasyonun miyopinin genetik nedenlerinden biri olabileceğini söylemektedir. Bu çalışmaların dayanağı miyopların çoğunluğunda emetroplarla aynı düzeyde aberasyon bulunmasıdır (127,128). Örneğin Carkeet ve arkadaşlarının çalışmasında (129) farklı refraktif kusurlardaki çocuklar arasında RMS'ler benzer bulunmuştur. Orta miyopik yetişkinlerde RMS'yi araştırın He ve arkadaşlarının (130) çalışmasında refraktif kusurla RMS ilişkisi bulunmamıştır. Hatta miyopiden hiperopiye kaydıkça aberasyonların arttığını söyleyen çalışmalar mevcuttur (121,131). Son çalışmalara benzer olarak bizim çalışmamızda da toplam RMS ve yüksek sıralı aberasyonlarla sferik eşdeğer arasında korelasyon gözlenmemiştir.

Bu çalışmanın çok önemli bir bulgusu da TDS'de pupil ofsetin inferior ve nazale; görme ekseninin superior ve temporale kaymış olması idi. Pupil ofsetteki bu değişikliğe yol açan faktörleri araştırdık.

Görme eksenini ile aberasyonların ilişkisi çeşitli çalışmalarda araştırılmıştır. Eğer kornea apeksi görme ekseninin santralinde yer almazsa oblik astigmatizm ve koma aberasyon gelişir (132). Görme ekseninin desantralizasyonunun gözün sferik aberasyon ile koma arasındaki ideal dengeyi yakalamak için geliştirdiği bir internal kompensasyon mekanizması olabileceği söylenmektedir (133). Mihaltz ve arkadaşlarının keratokonusu görme eksenini değerlendirdiği çalışmasında (134) keratokonus hastalarında vertikal pupil ofsetin arttığını, dolayısıyla pupil merkezinde superiora kayma

olduğu söylenmektedir. Bu kaymanın keratokonusta inferotemporal yerleşimli kondan kaynaklanan aberasyonları telafî etmek için geliştiği söylenmiş, buna dayanak olarak da vertikal pupil ofset ile vertikal koma ve sferik aberasyon arasındaki ilişki gösterilmiştir. Pupil ofset ile aberasyonlar arasındaki ilişkiyi normal bireylerde araştıran Lu ve arkadaşlarının çalışmasında (81) aberasyonları daha çok horizontal pupil ofsetin etkilediği söylenmektedir. Biz ise bu çalışmayla uyumsuz olarak vertikal pupil ofsetin daha fazla değiştiğini ve bu değişimin vertikal aberasyonlarla ilişkili olduğunu tespit ettik. Bu bulgularımıza dayanarak TDS’de var olan kurala aykırı ve oblik astigmatizmanın aberasyonlara yol açtığı ve bu aberasyonları telafî etmek için pupil merkezinin kaydığı söylenebilir. OSB parametreleri ve RSLTK ile pupil ofset arasında ilişki bulunmaması nedeniyle TDS’deki pupil merkez kaymasının primer patolojiden çok eşlik eden korneal problemlere bağlı olduğu söylenebilir. Nitekim pupil ofset keratometrik değerlerle korele bulunmuştur. Yapılan çalışmalarda fotopik koşullardan mezopik koşullara geçtikçe pupil merkezinin inferotemporal veya temporale kaydığı bulunmuştur (135,136). Porter ve Liu da pupil dilatasyonu sonrası pupil merkezinin inferonazale kaydığını belirtmiştir (137,138). Bizim çalışmamızda da bu çalışmalarla uyumlu olarak pupil ofsetin iris ve pupil çapından etkilendiği görülmüştür. Bu çalışmalara ek olarak ön kamara derinliği ve ön kamara hacmi de pupil ofset ile negatif olarak korele bulunmuştur.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak TDS'li hastaların korneaları topografik olarak farklılık göstermektedir. Bu farkın optik disk patolojisinin sekonder etkisinden çok TDS'nin gelişimindeki morfojenetik faktörlerin korneal gelişimi de etkilemesinden kaynaklanabileceği düşünüldü.

Korneanın biyomekanik ve aberometrik özellikleri ise değişmemiştir. Pupil ofset inferonazale dolayısıyla görme eksenini superotemporale yer değiştirmişti. Pupil ofsetteki bu değişiklik keratometrik değerler, ön kamara parametreleri ve aberasyonlar ile ilişkili iken, OSB parametreleri ile ilişkili değildi.

Tilte disk sendromu hastalarında görme ekseninin değiştiğinin, astigmatizma paterninin farklılık arz ettiğinin bilinmesi bu hastalara uygulanacak refraktif ve cerrahi müdahalelerin planlanması açısından önemli olabilir. Görme eksenini merkezlenerek desantralizasyonun önlenmesi, korneal ve lentiküler astigmatizma paternlerinin dikkate alınması refraktif ve görsel sonuçlar açısından önem arz edebilir. Bu konuda daha ileri çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

7. KAYNAKLAR

1. Dorrell D. The tilted disk. *Br J. Ophthalmol.* 1978;62:16-20.
2. Gürlü VP, Alimgil M. Retinal nerve fiber analysis and tomography of the optic disc in eyes with tilted disc syndrome. *Ophthalmic surgery lasers and imaging* 2005;36:494-502..
3. Hawker MJ, Edmunds MR, Vernon SA, Hillman JG, Macnab HK. The relationship between central corneal thickness and the optic disc in an elderly population: the Bridlington Eye Assessment Project. *Eye* 2009;23:56-62.
4. Ornek K, Ozdemir M. Central corneal thickness in tilted disc syndrome. *Optom Vis Sci.* 2008;85(5):350-2.
5. Jonas JB, Königsreuther KA. Macrodiscs in eyes with flat and large corneas. *Ger J Ophthalmol.* 1994;3(3):179-81.
6. Tasman W, Jaeger EA. Chapter 25. In: *Duane's Ophthalmology on CD-ROM*, Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins 2006.
7. Torres M, Gómez-Pardo E, Gruss P. Pax2 contributes to inner ear patterning and optic nerve trajectory. *Development* 1996;122:3381.
8. Deiner MS, Kennedy TE, Fazeli A, Serafini T, Tessier-Lavigne M, Sretavan DW. Netrin-1 and DCC mediate axon guidance locally at the optic disc: loss of function leads to optic nerve hypoplasia. *Neuron* 1997;19:575.
9. Brittis PA, Silver J. Multiple factors govern intraretinal axon guidance: a time-lapse study. *Mol Cell Neurosci* 1995;6:413.
10. Takayama S, Yamamoto M, Hashimoto K, Itoh H. Immunohistochemical study on the developing optic nerves in human embryos and fetuses. *Brain Dev* 1991;13:307.
11. Rhodes RH. Development of the optic nerve. In: Jakobiec F (Eds): *Ocular Anatomy, Embryology and Teratology*, Philadelphia, Harper & Row 1982;601-620.

12. Ling EA, Wong WC. The origin and nature of ramified and amoeboid microglia: a historical review and current concepts. *Glia* 1993;7:9.
13. Orgul S, Cioffi GA. Embryology, anatomy, and histology of the optic nerve vasculature. *J Glaucoma* 1996;5:285.
14. Duke-Elder ST, Cook C. Normal and abnormal development. Part I. Embryology. In: Duke-Elder ST (Eds). *System of Ophthalmology Vol.III*, London, Henry Kimpton 1963;109-129.
15. Fine B, Yanoff M. The optic nerve. In: Fine B, Yanoff M. *Ocular Histology: A Text and Atlas 2d edition*, Hagerstown, Harper & Row 1979;272–287.
16. Hayreh SS. Anatomy and physiology of the optic nerve head. *Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol* 1974;78:240-242.
17. Joseph F, Rizzo III. Embryology, Anatomy and Physiology of the afferent visual pathway. In: Miller NR, Newman NJ, Bioussé V, Kerrison JB (Eds). *Walsh & Hoyt's Clinical Neuro-Ophthalmology 6th edition*, Philadelphia, Pennsylvania, Baltimore, Maryland, Lippincott Williams & Wilkins 2005;3-83.
18. Skoff RP, Knapp PE, Bartlett WP. Astrocytic diversity in the optic nerve: a cytoarchitectural study. In Fedoroff S, Vernadakis A (Eds): *Astrocytes: Development, Morphology, and Regional Specialization of Astrocytes Vol.1*, Orlando, Academic Press 1986;269-270.
19. Penfold PL, Madigan MC, Provis JM. Antibodies to human leucocyte antigens indicate subpopulations of microglia in human retina. *Vis Neurosci* 1991;7:383.
20. Anderson DR, Braverman S. Reevaluation of the optic disc vasculature. *Am J Ophthalmol* 1976;82:165.
21. Isayama Y, Hiramatsu K, Asakura S, Takahashi T. Posterior ischemic optic neuropathy. I. Blood supply of the optic nerve. *Ophthalmologica* 1983;186(4):197-203.
22. Brodsky MC. Congenital Optic Disc Anomalies In: *Pediatric Neuro-Ophthalmology second edition*, Springer 2010;59-88.

23. Aksünger A, Akbatur H, Or M, Hasanreisöğlu B. Optik Diskin Durağan Konjenital Anomalileri: Klinik Görünüm ve Ayırıcı Tanıları. *Retina-Vitreus* 1995;3:1,69-73.
24. Rucker CW. Bitemporal defects in the visual fields resulting from developmental anomalies of the optic discs. *Archives of Ophthalmology* 1944;32,56-9.
25. Williams A. The tilted disc syndrome. *Practical Neurology* 2005;5:54-55.
26. Young SE, Walsh FB, Knox DL. The tilted disc syndrome. *Am J Ophthalmol* 1976;82(1):16-23.
27. Brazitikos PD, Safran AB, Simona F, Zulauf M. Threshold perimetry in tilted disc syndrome. *Arch Ophthalmol* 1990;108(12):1698-700.
28. Apple DJ, Rabb MF, Walsh PM. Congenital anomalies of the optic disc. *Surv Ophthalmol* 1982;27(1):3-41.
29. Chihara E, Chihara K. Covariation of optic disc measurements and ocular parameters in the healthy eye. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 1994;232(5):265-71.
30. Lempert P, Porter L. Dysversion of the optic disc and axial length measurements in a presumed amblyopic population. *J AAPOS* 1998;2(4):207-13.
31. Preslan MW, Novak A. Baltimore Vision Screening Project. *Ophthalmology* 1996;103(1):105-9.
32. Cohen SY, et all. Spectral domain optical coherence tomography analysis of macular changes in tilted disc syndrome. *Retina* 2013;33(7):1338-45.
33. Giuffre G, Anastasi M. Electrofunctional features of the tilted disc syndrome. *Doc Ophthalmol* 1986;62:223-30.
34. Sowka J, Aoun P. Tilted disc syndrome. *Optom Vis Sci* 1999;76(9):618-23.
35. Güvenç Ü, Tunç M, Söylev F.M, Yener G, İdiman F, Maden A, Ergin M. Tilted Disk Sendromunda Görsel Uyarılmış Potansiyel Değişiklikleri ve Klinik Özellikler. *Türkiye Klinikleri J Ophthalmol* 1996;5(4):344-8.

36. Vongphanit J, Mitchell P & Wang JJ. Population Prevalence of Tilted Optic Disks and the Relationship of This Sign to Refractive Error. *American Journal of Ophthalmology* 2002;133,679–85.
37. Bottoni FG, Eggink CA, Cruysberg JR & Verbeek AM. Dominant inherited tilted disc syndrome and lacquer cracks. *Eye* 1990;4:504–9.
38. Hittner HM, Borda RP, Justice J. X-linked Recessive Congenital Stationary Night Blindness, Myopia, and Tilted Discs. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 1981;18:15-20.
39. Arıcı K, Demircan S, Topalkara A, Güler C. 4 Kız Kardeşte Tilted Disk. *Ret-Vit* 1997;5:54-57.
40. Bozkurt B, Irkeç M, Tatlıpınar S, Erdener U, Orhan M, Gedik S, Karaağaoğlu E. Retinal nerve fiber layer analysis and interpretation of GDx parameters in patients with tilted disc syndrome. *International Ophthalmology* 2001;24(1):27-31.
41. Hrynychak P, Simpson T. Optical coherence tomography: an introduction to the technique and its use. *Optom Vis Sci* 2000; 77(7): 347-56.
42. Kaushik S, Gupta A, Gupta V. Principles of OCT scanning in glaucoma. In: Gupta V, Gupta A, Dogra MR. *Atlas, Optical coherence tomography of macular diseases and glaucoma 2nd Edition.*, New Delhi, JAYPEE 2006;425-443.
43. Schuman JS. Spectral domain optical coherence tomography for glaucoma. *Trans Am Ophthalmol Soc* 2008; 106: 426-458.
44. Cheung CYL, Leung CK. A practical guide for interpretation of optical coherence tomography retinal nerve fiber layer measurement. *Journal of Current Glaucoma Practice* 2009;3(1):9-13.
45. Chen TC. Spectral domain optical coherence tomography in glaucoma: Qualitative and quantitative analysis of the optic nerve head and retinal nerve fiber layer. *Trans Am Ophthalmol Soc* 2009;107:254-281.
46. Joel S. Schuman. Spectral domain optical coherence tomography for glaucoma (An AOS Thesis). *Trans Am Ophthalmol Soc* 2008;106:426-458.
47. Kim JS, Ishikawa H, Gabriele ML, Wollstein G, Bilonick RA, Kagemann L, Fujimoto JG, Schuman JS. Retinal nerve fiber layer thickness measurement

- comparability between time domain optical coherence tomography (OCT) and spectral domain OCT. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2010;51(2):896-902.
48. Nyquist GW. Rheology of the cornea: experimental techniques and results. *Experimental eye research* 1968;7(2):183-188.
 49. Woo SL, Kobayashi AS, Lawrence C, Schlegel WA. Mathematical model of the corneo-scleral shell as applied to intraocular pressure-volume relations and applanation tonometry. *Annals of biomedical engineering* 1972;1(1):87-98.
 50. Litwin KL, Moreira H, Ohadi C, McDonnell PJ. Changes in corneal curvature at different excimer laser ablative depths. *Am J Ophthalmol* 1991;111:382-384.
 51. Jue B, Maurice DM. The mechanical properties of the rabbit and human cornea. *J Biomech* 1986;19:847-853.
 52. Wilson SE, Hong JW. Bowman's layer structure and function: critical or dispensable to corneal function? A hypothesis. *Cornea* 2000;19:417-420.
 53. Seiler T, Matallana M, Sendler S, Bende T. Does Bowman's layer determine the biomechanical properties of the cornea? *Refract Corneal Surg* 1992;8:139-142.
 54. Maurice DM. The cornea and sclera. In: Davson H (Ed). *The Eye*. Orlando, Academic Press 1984:1-158.
 55. Ehlers N. Studies on the hydration of the cornea with special reference to the acid hydration. *Acta Ophthalmol.* 1966;44:924-931.
 56. Dupps WJ Jr, Roberts C. Effect of acute biomechanical changes on corneal curvature after photokeratectomy. *J Refract Surg* 2001;17:658-669.
 57. Chakravarti S, Magnuson T, Lass JH, Jepsen KJ, LaMantia C, Carroll H. Lumican regulates collagen fibril assembly: skin fragility and corneal opacity in the absence of lumican. *J Cell Biol* 1998;141:1277-1286.
 58. Sarıcaoğlu MS. Yeni tonometreler ve göz içi basıncı ölçümünde yeni tartışma: Korneanın biyomekanik özellikleri. *Glo-Kat* 2010;5:67-74.
 59. Dupps WJ Jr. Biomechanical modeling of corneal ectasia. *J Refract Surg* 2005;21:186-190.

60. Dupps WJ Jr, Wilson SE. Biomechanics and Wound Healing in the Cornea. *Exp Eye Res.* 2006;83(4):709–720.
61. Luce DA. Determining in vivo biomechanical properties of the cornea with an ocular response analyzer. *Journal of cataract and refractive surgery* 2005;31(1):156-162.
62. Kotecha A. What biomechanical properties of the cornea are relevant for the clinician? *Surv Ophthalmol.* 2007;52:109-114.
63. Özer A. Afak ve psödo faklarda optik aberasyonlar. *Glo-Kat* 2007;2:71-76.
64. Rabinowitz YS. The genetics of keratoconus. *Ophthalmol Clin North Am.* 2003;16(4):607-620.
65. Azar DT. Wavefront analysis. In: Gatinel D, Hoang-Xuan T (Eds). *Refractive Surgery Second Edition*, Philadelphia, Mosby 2007;117-146.
66. Kocamış Sİ, Çakmak HB, Uğurlu N, Çağıl N. Keratokonusta çapraz bağlama tedavisinin konus kırıcılığı ve yüksek sıralı korneal aberasyonlar üzerine etkisi. *Turk J Ophthalmol* 2014;44:184-9.
67. Applegate RA, Marsack JD, Ramos R, Sarver EJ. Interaction between aberrations to improve or reduce visual performance. *J Cataract Refract Surg* 2003; 29(8):1487-95.
68. Dereniak EL, Dereniak T. Aberrations in optical systems. In: *Geometric and Trigonometric Optics 1st ed.*, New York, Cambridge University Press 2008;292-327.
69. Applegate RA, Thibos LN, Hilmantel G. Optics of aberroscopy and super vision. *Journal of Cataract and Refractive Surgery* 2001;27(7):1093-107.
70. Artal P, Berrio E, Guirao A, Piers P. Contribution of the cornea and internal surfaces to the change of ocular aberrations with age. *J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis.* 2002;19:137-143.
71. Oshika T, Klyce SD, Applegate RA, Howland HC. Changes in corneal wavefront aberrations with aging. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1999;40(7):1351-5.

72. Glasser A, Campbell MC. Biometric, optical and physical changes in the isolated human crystalline lens with age in relation to presbyopia. *Vision Res.* 1999;39:1991-2015.
73. Aslan BS, Köktekir EB. Göz içi merceklerin oküler aberasyonlar açısından karşılaştırılması. *Glo-Kat* 2009;4:35-38.
74. Khan S, Rocha G. Cataract surgery and optimal spherical aberration: as simple as you think? *Can J Ophthalmol* 2008;43(6):693-701.
75. Boyd BF, Agarwal A. Wavefront analysis and corneal topography. In: Alio JL, Krueger RR, Wilson SE (Eds). *Wavefront Analysis, Aberometers and Corneal Topography*, Panama, *Highlights of Ophthalmology* 2003;217-242.
76. Özçetin H, Sener AB. Miyopi ve tedavisi. Bursa, Nobel 2002;51-61.
77. Lombardo M, Lombardo G. Wavefront aberration of human eyes and new descriptors of image optical quality and visual performance. *J Cataract Refract Surg.* 2010;36(2):313-31.
78. Savini G, Carbonelli M, Sbreghia A, Barboni P, Deluigi G, Hoffer KJ. Comparison of anterior segment measurements by 3 Scheimpflug tomographers and 1 Placido corneal topographer. *J Cataract Refract Surg.* 2011;37(9):1679-85.
79. Buehl W, Stojanac D, Sacu S, Drexler W, Findl O. Comparison of three methods of measuring corneal thickness and anterior chamber depth. *Am J Ophthalmol* 2006;141:7-12.
80. Thibos LN, Applegate RA, Schwiegerling JT, Webb R. Standards for reporting the optical aberrations of eye. *Trends in Optics and Photonics, Vision Science and Its Applications* 2000;35:232-244.
81. Lu F, Wu J, Qu J, Wang Q, Xu CC, Zhou XT, Shen Y, He J. Association between Offset of the Pupil Center from the Corneal Vertex and Wavefront Aberration. *J Optom* 2008;1(1):8-13.
82. Moshirfar M, Hoggan RN, Muthappan V. Angle Kappa and its importance in refractive surgery. *Oman J Ophthalmol.* 2013;6(3):151-8.

83. Arbelaez MC, Vidal C, Arba-Mosquera S. Clinical outcomes of corneal vertex versus central pupil references with aberration-free ablation strategies and LASIK. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2008;49(12):5287-94.
84. Thibos LN, Horner D. Power vector analysis of the optical outcome of refractive surgery. *J Cataract Refract Surg*. 2001;27:80-85.
85. You QS, Xu L, Jonas JB. Tilted optic discs: The Beijing Eye Study. *Eye* 2008;22(5):728-9.
86. Tay E, Seah SK, Chan SP, et al. Optic disk ovality as an index of tilt and its relationship to myopia and perimetry. *Am J Ophthalmol* 2005;139(2):247-52.
87. Jonas JB, Kling F, Grundler AE. Optic disc shape, corneal astigmatism, and amblyopia. *Ophthalmology* 1997;104(11):1934-7.
88. Bozkurt B, Irkeç M, Gedik S, Orhan M, Erdener U. Topographical analysis of corneal astigmatism in patients with tilted-disc syndrome. *Cornea* 2002;21(5):458-62.
89. Söylev MF, Koçak N, Saatci A.O, Durak İ, Kaynak S. Eğik Diskte Klinik Değerlendirme. *T. Oft. Gaz.* 2000;30;387-389.
90. Read SA, Collins MJ, Carney LG. A review of astigmatism and its possible genesis. *Clin Exp Optom.* 2007;90:5-19.
91. Müftüoğlu O, Uçakhan Ö, Kanpolat A. Astigmatizmada Mid-Periferik Lens Kalınlığı. *Glo-Kat* 2008;3:236-240.
92. Gunduz A, Evereklioglu C, Er H, Hepşen IF. Lenticular astigmatism in tilted disc syndrome. *J Cataract Refract Surg* 2002;28(10):1836-40.
93. Dehghani C, Nowroozzadeh MH, Shankar S, Razeghinejad MR. Ocular refractive and biometric characteristics in patients with tilted disc syndrome. *Optometry* 2010;81(12):688-94.
94. Dohadwala AA, Damji KF. Familial occurrence of artefactual ocular hypertension from thick corneas and of primary open angle glaucoma in a French Canadian kindred. *Ophthalmic Genet* 2000;21:1-7.

95. Pakravan M, Parsa A, Sanagou M, Parsa CF. Central corneal thickness and correlation to optic disc size: a potential link for susceptibility to glaucoma. *Br J Ophthalmol* 2007;91:26–8.
96. Shah H, Kniestedt C, Bostrom A, Stamper R, Lin S. Role of central corneal thickness on baseline parameters and progression of visual fields in open angle glaucoma. *Eur J Ophthalmol* 2007;17:545–9.
97. Xu L, Cao WF, Wang YX, Chen CX, Jonas JB. Anterior chamber depth and chamber angle and their associations with ocular and general parameters: the Beijing Eye Study. *Am J Ophthalmol*. 2008;145(5):929-36.
98. Yüzbaşıoğlu E, Artunay Ö, Utine C.A, Şengül A, Rasier R, Bahçecioğlu H. Primer Açık Açılı Glokom ve Normal Tansiyonlu Glokomda Korneal Histerezis Göz İçi Basıncı İlişkisi. *Glo-Kat*. 2008;3:21-24.
99. Wells AP, Garway-Heath DF, Poostchi A, Wong T, Chan KC, Sachdev N. Corneal hysteresis but not corneal thickness correlates with optic nerve surface compliance in glaucoma patients. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2008;49(8):3262-8.
100. Kara N, Altınkaynak H, Baz Ö, Dünder H, Yüksel K, Demirok A. Sağlıklı Olgularda Korneal Biyomekanik Özellikler ve Optik Sinir Başı Parametreleri Arasındaki İlişki. *Glo-Kat*. 2011;6:215-218.
101. Lim L, Gazzard G, Chan YH, Fong A, Kotecha A, Sim EL, Tan D, Tong L, Saw SM. Corneal biomechanics, thickness and optic disc morphology in children with optic disc tilt. *Br J Ophthalmol*. 2008 Nov;92(11):1461-6.
102. Kalaboukhova L, Fridhammar V, Lindblom B. Glaucoma followup by the Heidelberg retina tomograph-new graphical analysis of optic disc topography changes. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2006;244(6):654-62.
103. Rasier R, Artunay Ö, Yüzbaşıoğlu E, Şengül A, Bahçecioğlu H. Eğik Disk Sendromunda Heidelberg Retina Tomografisi ile Optik Disk Görüntülenmesi. *Glo-Kat* 2008;3:33-36.
104. Hwang YH, Yoo C, Kim YY. Myopic optic disc tilt and the characteristics of peripapillary retinal nerve fiber layer thickness measured by spectral-domain optical coherence tomography. *J Glaucoma* 2012;21(4),260-5.

105. Rauscher FM, Sekhon N, Feuer WJ, Budenz DL. Myopia affects retinal nerve fiber layer measurements as determined by optical coherence tomography. *J Glaucoma*. 2009;18(7):501-5.
 106. Qiu KL, Zhang MZ, Leung CK, Zhang RP, Lu XH, Wang G, Lam DS. Diagnostic classification of retinal nerve fiber layer measurement in myopic eyes: a comparison between time-domain and spectral-domain optical coherence tomography. *Am J Ophthalmol*. 2011;152:646-653.
 107. Savini G, Carbonelli M, Barboni P. Retinal nerve fiber layer thickness measurement by Fourier-domain optical coherence tomography: a comparison between cirrus-HD OCT and RTVue in healthy eyes. *J Glaucoma*. 2010;19:369-372.
 108. Mwanza JD, Sayyad FE, Aref AA, Budenz DL. Rates of Abnormal Retinal Nerve Fiber Layer and Ganglion Cell Layer OCT Scans in Healthy Myopic Eyes: Cirrus Versus RTVue. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging* 2012;43:67-74.
 109. Youm DJ, Kim H, Shim SH, Jang HJ, Kim JM, Park KH, Choi CY, Cho JG. The Effect of Various Factors on Variability of Retinal Nerve Fiber Layer Thickness Measurements Using Optical Coherence Tomography. *Korean J Ophthalmol*. 2012;26(2):104-110.
 110. Tsai DC, Huang N, Hwu JJ, Jueng RN, Chou P. Estimating retinal nerve fiber layer thickness in normal schoolchildren with spectral-domain optical coherence tomography. *Jpn J Ophthalmol*. 2012;56(4):362-70.
 111. Liu L, Zou J, Huang H, Yang JG, Chen SR. The influence of corneal astigmatism on retinal nerve fiber layer thickness and optic nerve head parameter measurements by spectral-domain optical coherence tomography. *Diagn Pathol*. 2012;23(7):55.
 112. Alasil T, Wang K, Keane PA, Lee H, Baniyasi N, de Boer JF, Chen TC. Analysis of normal retinal nerve fiber layer thickness by age, sex, and race using Spectral Domain Optical Coherence Tomography. *J Glaucoma* 2013;22(7):532-41.
- A. Hoffmann EM, Zangwill LM, Crowston JG, Weinreb RN. Optic disc size and glaucoma. *Surv Ophthalmol*. 2007;52(1):32-49.

113. Lee KH, Kim CH, Kim NR. Variations of retinal nerve fiber layer thickness and ganglion cell-inner plexiform layer thickness according to the torsion direction of optic disc. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2014;55(6):3395.
114. Hoffmann EM, Zangwill LM, Crowston JG, Weinreb RN. Optic disc size and glaucoma. *Surv Ophthalmol.* 2007;52(1):32-49.
115. Mrochen M, Jankov M, Bueeler M, Seiler T. Correlation Between Corneal and Total Wavefront Aberrations in Myopic Eyes. *J Refract Surg.* 2003;19:104-112.
116. Wang L, Koch DD. Ocular higher-order aberrations in individuals screened for refractive surgery. *J Cataract Refract Surg.* 2003;29(10):1896-1903.
117. Wang Y, Zhao K, Jin Y, Niu Y, Zuo T. Changes of higher order aberration with various pupil sizes in the myopic eye. *J Refract Surg* 2003;19(2):270-274.
118. Lopez-Gil N, Fernandez-Sanchez V, Legras R, Montes-Mico R, Lara F, Nguyen-Khoa JL. Accommodation-related changes in monochromatic aberrations of the human eye as a function of age. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2008;49(4):1736-1743.
119. He JC, Burns SA, Marcos S. Monochromatic aberrations in the accommodated human eye. *Vision Res* 2000;40(1):41-48.
120. Collins MJ, Buehren T, Iskander DR. Retinal image quality, reading and myopia. *Vision Res* 2006;46(1-2):196-215.
121. Llorente L, Barbero S, Cano D, Dorronsoro C, Marcos S. Myopic versus hyperopic eyes: axial length, corneal shape and optical aberrations. *J Vis* 2004;4(4):288-298.
122. Queirós A, Villa-Collar C, González-Méijome JM, Jorge J, Gutiérrez AR. Effect of pupil size on corneal aberrations before and after standard laser in situ keratomileusis, custom laser in situ keratomileusis, and corneal refractive therapy. *Am J Ophthalmol.* 2010;150(1):97-109.
123. Artal P, Benito A, Tabernero J. The human eye is an example of robust optical design. *Journal of Vision* 2006;6(1),1-7.

124. Lu F, Wu J, Shen Y, Qu J, Wang Q, Xu C, et al. On the compensation of horizontal coma aberrations in young human eyes. *Ophthalmic and Physiological Optics* 2008; 28(3),277–282.
125. Collins MJ, Wildsoet CF, Atchison DA. Monochromatic aberrations and myopia. *Vision Research* 1995;35(9),1157-63.
126. Charman WN. Aberrations and myopia. *Ophthalmic and Physiological Optics* 2005;25(4), 285–301.
127. Atchison DA, Schmid KL, Pritchard N. Neural and optical limits to visual performance in myopia. *Vision Research* 2006;46(21),3707–22.
128. Jinhua Bao RL, Jiangxiu Wu S, Yeyu Fan L, He Ji C. Higher order wavefront aberrations for populations of young emmetropes and myopes. *Journal of Optometry* 2009;2:51–58.
129. Carkeet A, Luo HD, Tong L, Saw SM, Tan DT. Refractive error and monochromatic aberrations in Singaporean children. *Vision Res.* 2002 Jun;42(14):1809-24.
130. He JC, Sun P, Held R, Thorn F, Sun X, Gwiazda JE. Wavefront aberrations in eyes of emmetropic and moderately myopic school children and young adults. *Vision Res.* 2002 Apr;42(8):1063-70.
131. Philip K, Martinez A, Ho A, Conrad F, Ale J, Mitchell P, Sankaridurg P. Total ocular, anterior corneal and lenticular higher order aberrations in hyperopic, myopic and emmetropic eyes. *Vision Res.* 2012 Jan 1;52(1):31-7.
132. Calossi A. Corneal asphericity and spherical aberration. *J Refract Surg* 2007;23:505–14.
133. Kollbaum PS, Bradley A. Correcting aberrations with contact lenses. *Contact Lens Spectr.* 2007:24-31.
134. Miháltz K, Kránitz K, Kovács I, Takács A, Németh J, Nagy ZZ. Shifting of the line of sight in keratoconus measured by a hartmann-shack sensor. *Ophthalmology* 2010;117(1):41-8.

135. Yang Y, Thompson K, Burns SA. Pupil location under mesopic, photopic, and pharmacologically dilated conditions. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2002;43:2508-12.
136. Wang L, Koch DD. Residual higher-order aberrations caused by clinically measured cyclotorsional misalignment or decentration during wavefront-guided excimer laser corneal ablation. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:2057-62.
137. Porter J, Yoon G, Lozano D, Wolfing J, Tumber R, Macrae S, et al. Aberrations induced in wavefront-guided laser refractive surgery due to shifts between natural and dilated pupil center locations. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:21-32.
138. Liu YL, Yeh PT, Huang JY, Wang IJ, Chen WL, Hu FR, Hou YC. Pupil centroid shift and cyclotorsion in bilateral wavefront-guided laser refractive surgery and the correlation between both eyes. *J Formos Med Assoc.* 2013;112(2):64-71.

8. ÖZGEÇMİŞ

Pınar Kösekahya 1984 yılında Kırıkkale’de doğdu. İlk ve orta öğrenimini Denizli’de, lise öğrenimini Kırıkkale’de tamamladı. 2002 yılında girdiği Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesinden 2008 yılında mezun oldu. 2009 yılında Erzurum Bölge Eğitim Araştırma Hastanesi Göz Hastalıklarında asistan doktor olarak çalıştı. 2010 yılından beri Ankara Atatürk Eğitim Araştırma Hastanesi Göz Hastalıkları kliniğinde asistan olarak görev yapmaktadır. Evli ve iki çocuk annesidir.

