



T.C.

**AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ**

GÖZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

**DÜZENSİZ ASTİGMATLI GÖZLERDE SKLERAL KONTAKT LENS
UYGULAMASI SONUÇLARIMIZ**

UZMANLIK TEZİ

Dr. Yusuf Cemal TUR

Antalya,2024



T.C.

**AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ**

GÖZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

**DÜZENSİZ ASTİGMATLI GÖZLERDE SKLERAL KONTAKT
LENS UYGULAMASI SONUÇLARIMIZ**

UZMANLIK TEZİ

Dr. Yusuf Cemal TUR

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Hatice Deniz İLHAN

“Kaynak gösterilerek tezimden yararlanılabilir.”

Antalya,2024

TEŞEKKÜR

Asistanlık eğitimim boyunca bilgi ve tecrübeleriyle yol gösteren, tez danışmanlığımı üstlenerek bana rehberlik eden, aynı zamanda Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı Başkanı olan değerli hocam **Prof. Dr. Hatice Deniz İLHAN**'a,

Tez konumun belirlenmesi, takip süreçlerinin yürütülmesi ve tüm aşamalarında çok değerli katkılarını esirgemeyen, her zaman desteğini yanımda hissettiğim ve bilgi birikiminden yararlandığım kıymetli hocam **Prof. Dr. Mustafa ÜNAL**'a,

Asistanlık sürecimde mesleki yeteneklerimi kazanmamda emekleri olan değerli hocalarım; Sayın **Prof. Dr. Kadri Cemil APAYDIN**, Sayın **Prof. Dr. Yusuf AKAR**, Sayın **Prof. Dr. A. Burak BİLGİN**, Sayın **Prof. Dr. Elif Betül TÜRKOĞLU ŞEN**, Sayın **Doç. Dr. Aslı ÇETİNKAYA YAPRAK**, Sayın **Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Erkan DOĞAN**, Sayın **Dr. Öğr. Üyesi Yusuf AYAZ** ve Sayın **Dr. Öğr. Üyesi Çisil ERKAN POTA**, Sayın **Öğr. Gör. Dr. Olgar ÖCAL**'a

Bu süreçte birlikte çalışmaktan büyük mutluluk duyduğum tüm araştırma görevlisi doktor arkadaşlarıma, kliniğimizde ve ameliyathanede görev alan özverili hemşirelerimize ve personelimize, ölçümlerde bana destek olan teknisyenlerimize,

Her zaman yanımda olan, eğitim hayatım boyunca sevgilerini ve desteklerini esirgemeyen kıymetli aileme; hayatta en büyük desteği bulduğum, her zaman yanımda olan ve bu süreçte her daim sabır ve sevgiyle beni motive eden sevgili eşim **Dr. Kübra Tuğçe ARABACI TUR**'a, sonsuz teşekkür ederim. Onun varlığı, bu zorlu yolculukta bana güç ve umut verdi. Sizlerin desteği olmasaydı bu yolculuk çok daha zor olurdu.

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım...
Dr.Yusuf Cemal TUR

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
Simgeler ve Kısaltmalar Dizini	v
Resimler Dizini	vii
Tablolar Dizini	viii
1.GİRİŞ	1
2.GENEL BİLGİLER	3
2.1.Kornea	3
2.1.1.Kornea Embriyolojisi	3
2.1.2.Kornea Anatomisi	4
2.1.2.1.Epitel	4
2.1.2.2.Bowman Tabakası	5
2.1.2.3.Stroma	6
2.1.2.4.Descement Membranı	7
2.1.2.5.Endotel	7
2.1.3.Korneanın Optik Özellikleri	9
2.1.4.Keratokonus	9

2.1.4.1.Keratokonus Epidemiyolojisi	10
2.1.4.2.Keratokonus Etyoloji ve Histopatogenezi	13
2.1.4.2.A.Genetik Faktörler	13
2.1.4.2.B.Çevresel Faktörler	14
2.1.4.3.Keratokonus Tanısı	17
2.1.4.4.Keratokonus Klinik Bulguları	18
2.1.4.5.Keratokonus Evrelendirilmesi	20
2.1.4.5.A.Morfolojik (Buxton) Sınıflaması	21
2.1.4.5.B.Keratometrik Sınıflama	21
2.1.4.5.C.HOM Sınıflaması	21
2.1.4.5.D.Amsler-Krumeich Sınıflaması	22
2.1.4.5.E.Alio-Shabayek Sınıflaması	22
2.1.4.5.F.Belin ABCD Derecelendirme Sistemi	23
2.1.4.5.G.Sandali Sınıflaması	23
2.1.4.6. Keratokonus Takip ve Tedavi Yaklaşımları	24
2.1.4.6.A. Keratokonus Tedavisinde Cerrahi Olmayan Prosedürler	24
2.1.4.6.A.1. Gözlükle Düzeltme	24
2.1.4.6.A.2. Kontakt Lens İle Refraktif Düzeltme	24
2.1.4.6.A.2.I. Yumuşak Kontakt Lensler	25
2.1.4.6.A.2.II. Sert Gaz Geçirgen Kontakt Lensler	25

2.1.4.6.A.2.III. 'Piggyback' Kontakt Lensler	26
2.1.4.6.A.2.IV. Hibrid Kontakt Lensler	27
2.1.4.6.A.2.V. Skleral Lensler	27
2.1.4.6.B. Keratokonus Tedavisinde Cerrahi Prosedürler	30
2.1.4.6.B.I. Korneal Çapraz Bağlama Tedavisi	30
2.1.4.6.B.II. Refraktif Cerrahi	31
2.1.4.6.B.III. Kornea İçi Halka Segment İmplantasyonu	32
2.1.4.6.B.IV. Kondüktif Keratoplasti	32
2.1.4.6.B.V. Penetran Keratoplasti	33
2.1.4.6.B.VI. Lameller Keratoplasti (Derin Anterior Lameller Keraoplasti)	33
2.1.4.6.B.VI. İntraoküler Refraktif Lens İmplantasyonu	33
2.1.4.7. Keratokonusun Ayırıcı Tanısı	34
2.1.4.7.A. Forme Fruste Keratokonus (Subklinik Keratokonus)	34
2.1.4.7.B. Pellusid Marjinal Dejenerasyon (PMD)	34
2.1.4.7.C. Keratoglobus	35
2.1.4.7.D. Korneal Warpage (Psödo-Keratokons) Sendromu	35
3.MATERYAL VE METOD	37
3.1.Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri	37
3.2. Çalışma Grubuna Dahil Edilmeme Kriterleri	37
3.3. Skleral Kontakt Lens Uygulanması	38

3.3.1. ScleraFlex	38
3.3.2. Misa	40
3.4. Skleral Kontakt Lenslerin Parametreleri	43
3.4.1. Konfor	43
3.4.2. Rotasyon	44
3.4.3. Uyum	44
3.4.4. Blanching (Beyazlaşma)	44
3.4.5. İstatistiksel Analiz	44
4. BULGULAR	45
5. TARTIŞMA	55
6.SONUÇLAR	63
7.ÖZET	64
8.ABSTRACT	66
9.KAYNAKLAR	68

Simgeler ve Kısaltmalar Dizini

AK	Arkuat Keratotomi
ark.	Arkadaşları
CXL	Cross-Linking
DALK	Derin Anterior Lameller Keratoplasti
Dk	Difüzyon Katsayısı
EİDGK	En İyi Düzeltimiş Görme Keskinliği
GK	Görme Keskinliği
HKL	Hibrit Kontakt Lens
IL	İnterlökin
KÇB	Korneal Çapraz Bağlama
Kmax	Maksimum Keratometrik Değer
K1	Düz Keratometri Değeri
K2	Dik Keratometri Değeri
Kmean	Ortalama Keratometri Değeri
LASIK	Lazer in situ Keratomileus
logMAR Resolution	Logarithm of the Minimum Angle of
MMP	Matrix Metalloproteinaz

mtDNA	Mitokondriyal Deoksiribo Nükleik Asit
OKT	Optik Koherens Tomografi
PKP	Penteran Keratoplasti
PRK	Fotorefraktif Keratektomi
RK	Radyal Keratotomi
SGGKL	Sert Gaz Geçirgen Kontakt Lens
TNF-alfa	Tümör Nekrozis Faktör -alfa
UV	Ultraviyole

ŞEKİLLERLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1 : Korneanın Embriyolojik Gelişimi	3
Şekil 2: Kornea Tabakaları	8
Şekil 3: Keratokonuslu bir göz	10
Şekil 4: Keratokonusun dünya genelindeki bildirilmiş prevalans oranları	12
Şekil 5: Dünya genelinde keratokonusun bildirilmiş insidans oranları	12
Şekil 6: Her iki gözde Munson belirtisi	18
Şekil 7: Vogt Stria	19
Şekil 8: Fleischer Halkası	20
Şekil 9: Skleral Kontakt Lensin Zonları	29
Şekil 10: Misa Lens Dizaynı	41
Şekil 11: Uygun Vault Değerine Sahip İyi Konumlanmış Bir Skleral Kontakt Lens Uygulaması	42
Şekil 12: Uygun Vault Değeri Olmayan, Santralde Korneaya Temas Eden bir Skleral Kontakt Lens Uygulaması	42
Şekil 13: Skleral Kontakt Lens Altında Küçük Hava Kabarcığı	43
Şekil 14: Skleral Kontakt Lens Altında Büyük Hava Kabarcığı	43
Şekil 15: Hastaların Cinsiyet Dağılımı	46

Şekil 16: Skleral Kontakt Lense Uyum Oranı

49

Şekil 17: Tanı Dağılımı

50



TABLÖLAR DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 1: Amsler-Krumeich Evrelemesi	22
Tablo 2: ABCD Evrelemesi	23
Tablo 3: ScleraFlex Optik Özellikleri	39
Tablo 4: Scleraflex Endikasyonları İle İlişkili Kodları ve Vault Değeri	40
Tablo 5: Misa Lens Özellikleri	41
Tablo 6: Hastaların Yaş Dağılımı	45
Tablo 7: Cinsiyet Dağılımı	46
Tablo 8: Hastaların Lens Kullanım Öncesi ve Sonrası Görme Keskinliklerinin Değerlendirilmesi	47
Tablo 9: Hastaların Skleral Lens Kullanmadan Önceki Keratometri Değerleri	47
Tablo 10: Hastaların Astigmatizma ve En İnce Noktadaki Kornea Kalınlığının Değerlendirilmesi	48
Tablo 11: Hastaların Lens Kullanımının Değerlendirilmesi	49
Tablo 12: Hastaların Tanılarının Dağılımı	49
Tablo 13: Skleral Kontakt Lens Toplam Çapına ,	50

Lens Markasına Göre Lens Öncesi ve Sonrası Karşılaştırılması

Tablo 14: Sağ Göze Yapılan Cerrahi Müdahalelere Göre 52

Lens Öncesi ve Sonrası Hastaların Görme Keskinliğinin Değerlendirilmesi

Tablo 15: Sol Göze Yapılan Cerrahi Müdahalelere 53

Göre Lens Öncesi ve Sonrası Hastaların Görme Keskinliğinin Değerlendirilmesi



1. GİRİŞ VE AMAÇ

Astigmatizma, kornea veya lensin eğriliğinin düzgün olmaması nedeniyle ışığın retina üzerinde odaklanamamasına yol açan bir kırma kusurudur. (1)

Bu durum görme bulanıklığına neden olur ve genellikle miyopi veya hipermetropi ile birlikte görülür. Astigmatizma, sıklıkla doğuştan gelir ancak travma, cerrahi veya hastalık sonrası da gelişebilir. (2)

Astigmatizma Yunanca kökenli bir kelime olup a; olumsuzluk eki stigma; nokta / iz anlamına gelmektedir. Astigmatizma noktalanamama, odaklanamama anlamlarına gelmektedir.

Düzenli astigmatizma: Korneanın iki dik meridyeni (örneğin, dikey ve yatay eksenler) farklı kırma güçlerine sahiptir, ancak bu fark düzenlidir ve belirli bir düzende ilerler.

Düzensiz astigmatizma: Kornea yüzeyinin kırma gücü farklı eksenlerde düzensizdir ve öngörülemez bir şekilde değişir. (3)

Düzensiz astigmatizma ; idiopatik, korneal distrofilere sekonder , travma sonrası, post enfeksiyöz, postoperatif nedenlere bağlı meydana gelebilir. Keratokonus en önemli düzensiz astigmatizma nedenlerinden birisidir.

Ameliyat sonrası gelişen düzensiz astigmatizma ; Keraoplasti(KP), Fotorefraktif Keratektomi(PRK), Laser in situ Keratomileus (LASIK) , Radyal Keratotomi(RK), Arkuat Keratotomi (AK) ve katarakt cerrahisi sonrası meydana gelebilmektedir.

Keratokonus, korneanın incilmesi ve öne doğru sivrilmesiyle karakterize edilen, ilerleyici bir oküler yüzey hastalığıdır. Genellikle iki gözde birden görülebilmekle birlikte, belirtiler simetrik ya da asimetrik olabilir. Genel nüfusta keratokonusun görülme sıklığı yaklaşık 1/2000'dir ve bu durum özellikle genç bireylerde yaygındır.

Erken teşhis ve tedavi, doğru zamanda uygun bir müdahale için kritik bir öneme sahiptir. (4)

Günümüzde, keratokonus ve diğer düzensiz astigmatizma türlerine sahip hastalarda görme rehabilitasyonu sağlamak, hastalığın ilerlemesini yavaşlatmak ve ileri vakalarda görme kaybını önlemek için çeşitli medikal ve cerrahi yaklaşımlar bulunmaktadır.

Keratokonus tedavisinde önemli bir seçenek olan kontakt lensler, özellikle yüksek düzeyde düzensiz astigmatizmayı düzeltmek amacıyla sıklıkla tercih edilir. Gaz geçirgen skleral lensler, diğer kontakt lens türlerinin yetersiz kaldığı durumlarda hem görme keskinliği hem de hasta konforu açısından etkili bir tedavi alternatifi sunar ve bu sayede keratoplasti (kornea nakli) ihtiyacını azaltmada önemli bir rol oynar.

Skleral lenslerin tasarımı, korneaya doğrudan temas etmeden, limbusun ötesine yerleşecek şekilde geliştirilmiştir. Lens ile kornea arasında kalan sıvı rezervuarı, korneanın düzensizliklerini düzelterek daha düzgün bir optik yüzey oluşturur ve bu da görme keskinliğini artırır. (5) (6)

Bu çalışmadaki amacımız skleral lens uygulanan keratokonus başta olmak üzere düzensiz astigmatlı gözlerde skleral kontakt lenslerin etkinliğini ortaya çıkarmaktır.

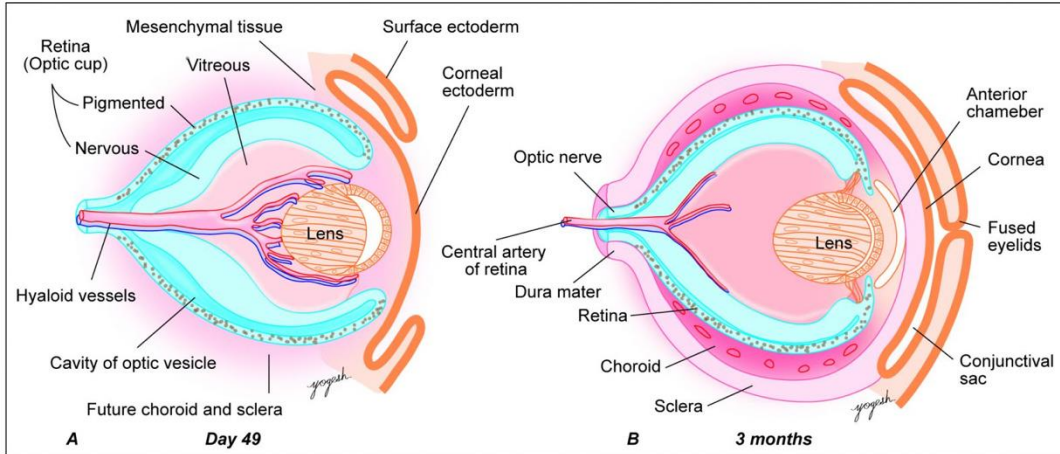
2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kornea

2.1.1. Kornea Embriyolojisi

Kornea gelişimi, gebeliğin 5-6. haftalarında başlar ve çeşitli hücresel süreçlerle ilerler. İlk olarak, lens vezikülünden ayrılan yüzey ektoderm tabakası, kornea epitelini oluşturur. Bu aşamada, nöral krestten köken alan mezenşim hücreleri, gebeliğin 6. haftasında yüzey ektodermi ile lens vezikülü arasına girerek kornea endotelinin oluşumuna katkıda bulunur. Aynı dönemde, kornea fibroblastları da nöral krestten stromaya göç eder. Gebeliğin 12. haftasından itibaren, kornea endotel hücreleri tarafından Descemet membranı üretilir ve bu tabaka korneanın yapısında önemli bir rol oynar. (7)

Bowman tabakası, primer aselüler stromanın bir kalıntısı olarak tanımlanır. Kornea sinirleri, gebeliğin üçüncü ayının sonunda kornea stromasına ulaşır ve beşinci ay itibarıyla kornea epiteline kadar ilerler. (8) (9).



Şekil 1: Korneanın Embriyolojik Gelişimi

2.1.2. Kornea Anatomisi

Kornea, gözün enfeksiyonlara karşı korunmasını ve yapısal bütünlüğünü sağlayan bir bariyer görevi görür. Avasküler ve saydam bağ dokusundan oluşan bu yapı, göz

küresinin ön kısmında yer alır ve toplam yapının yaklaşık altıda birini oluşturur. Ayrıca, gözyaşı filmi ile birlikte, göz için uygun bir kırılma yüzeyi sağlayarak optik fonksiyonlara katkıda bulunur. (10)

Kornea santralde yaklaşık 500 mikron kalınlığında iken periferde doğru gidildikçe bu değer artmaktadır. Korneanın şekli, periferde daha düz ve merkezde daha diktir, bu morfolojik yapı asferik bir optik sistem oluşturur.(10)

Horizontal düzlemde kornea çapı, erişkin bir insanda ortalama 11.5-12.0 mm arasında değişirken, vertikal düzlemde bu değer 10.5-11.0 mm civarındadır. (11)

2.1.2.1. Epitel

Kornea epiteli, limbustan limbusa uzanan lipofilik, nonkeratinize çok katlı skuamöz epitelden oluşur ve genellikle 40-50 mikron kalınlığında, 4-6 hücre tabakası şeklindedir. Bu saydam ve düzenli optik tabaka, gözyaşı tabakasını barındırır ve gözün kırma gücü için önemli olan gözyaşı filmi-kornea arayüzünün ayrılmaz bir parçasıdır. Ayrıca, dış ortam, mikroorganizmalar ve ilaçlara karşı ilk savunma bariyerini oluşturur. (10)

Kornea epitelinin yapısında yüzey hücreleri, kanat hücreleri ve bazal kolumnar hücreler olmak üzere 3 tip hücre bulunmaktadır. Kornea epitelinin 7-10 günlük yaşam döngüsü olduğu bilinmektedir ve düzenli olarak involüsyon, apoptoz ve deskuamasyona uğrarlar. Bu süreçte daha derinde yer alan bazal hücrelerin mitoz yapabilme kabiliyeti sayesinde düzenli apikal yönlü bir şekilde deskuame olan hücreleri yerine koyması sonucu kornea epitel tabakasının yenilenmesini sağlar. (10)

Yüzey hücreleri, yaklaşık 4-5 mikron kalınlığında ve 40-50 mikron çapında geniş ve yassı hücrelerdir. Hücrelerin yüzey alanı, mikrovillus ve mikropikalar aracılığıyla artırılmıştır. Üst kısmında bulunan yaklaşık 300 mikron kalınlığındaki glikokaliks tabakası, göz kırpması sırasında gözyaşının oküler yüzeyde hidrofilik bir şekilde dağılmasını sağlar. (12)

Kornea saydamlığı, epitel hücrelerinin sıkı bağlantıları sayesinde korunur. Bu sıkı bağlantılar, neredeyse homojen bir kırılma indisi ve minimal ışık saçılması sağlayan bir tabaka oluşturur. Yüzey hücreleri üst kenarlarından sıkı bağlantılarla birbirine bağlanarak bariyer işlevini yerine getirir. Ayrıca, bazal ve lateral yüzeylerde diğer hücrelerle gap junction ve desmozom bağlantıları bulunur. Bu bağlantılar, gözyaşının hücreler arasına geçişini engelleyerek korneanın bütünlüğünü destekler. (13)

2.1.2.2.Bowman Tabakası

Yaklaşık 15 mikron kalınlığında olan bu yapı, kornea stromasının ön kısmında yer alır. Periferik bölgelere doğru ilerledikçe kalınlığı artış gösterir. (13)

Aselüler bir tabaka olan bu yapı, korneal sinir sonlanmaları dışında herhangi bir hücre içermez. Üst kısmında epitel bazal membranı, alt kısmında ise stroma yer almaktadır. (14)

Yapısında keratosit içermediğinde hasar gördüğünde rejenerasyon göstermez. (13)

Bowman tabakası mikroorganizma ve tümör hücrelerinin kornea invazyonuna karşı bariyer görevi görür. (15)

Yapısını tip 1,3,5 ve 6 kollajenler oluşturmakta olup yoğunlukla tip 3 kollajen içermektedir. Komşu yapılarla bağlantısında Tip 4 ve 7 kollajen bulunmaktadır. (16)

2.1.2.3. Stroma

Korneal stroma toplam kornea kalınlığının yaklaşık %90'ını oluşturmaktadır. (13)

Korneanın fiziksel dayanıklılığı, şekil stabilitesi ve şeffaflığı büyük ölçüde stromanın anatomik ve biyokimyasal özelliklerine bağlıdır. Şeffaflığın korunmasında, stromadaki kollajen fibrillerinin düzeni ve hücre döngüsünün sürekli ve yavaş bir şekilde ilerlemesi önemli bir rol oynar. Kornea, yaklaşık %78 oranında sudan oluşur. (17)

Stromal kollajen fibriller, korneanın temel gerilme gücünü sağlayan yapılardır ve büyük oranda Tip I kollajenden oluşur. Ancak bu fibriller, dar çaplarını elde edebilmek için Tip V kollajen ile heterodimerik bir kompleks oluşturur. Fibrillerin etrafı, hidrasyonu ve yapısal özellikleri düzenleyen özel proteoglikanlarla (keratan sülfat, kondroitin sülfat, dermatan sülfat) çevrilidir. (18)

Stromanın bütünlüğünü korumakla görevli olan keratositler, bu katmandaki temel hücrelerdir. Bu hücreler, kollajen, glikozaminoglikanlar ve matriks metalloproteinazları üretir (19)

Keratositler, stromal kollajen lamellaları arasında konumlanan düzleşmiş fibroblast hücrelerdir. Kornea boyunca üç boyutlu bir ağ oluşturan bu hücrelerin boyutları ve yoğunlukları stromanın farklı bölgelerinde değişiklik gösterir. (13)

Trigeminal sinirin oftalmik dalına ait nazosiliyer dalından gelen duysal sinirler, anterior stroma boyunca merkezi korneaya doğru radyal bir yol izler. Bowman tabakası ile anterior stroma arasında, bu sinirler subepitelyal sinir pleksusunu oluşturur. Daha sonra Bowman tabakasını geçerek, bazal epitel tabakasını innerve eder. (19)

2013 yılında Dua ve arkadaşları, stromanın en posterior kısmında yer alan ve 6-15 mikron kalınlığındaki Pre-Descemet tabakasını (Dua Tabakası) tanımlamıştır. Elektron mikroskopunda, bu tabakada yer alan kompakt kollajenin 5-8 katmanı farklı bir yapı sergilemektedir. Ayrıca, bu tabaka derin anterior lameller keratoplastide bir bölünme düzlemi olarak kullanılabilmektedir. (18) (13)

2.1.2.4. Descemet Membranı

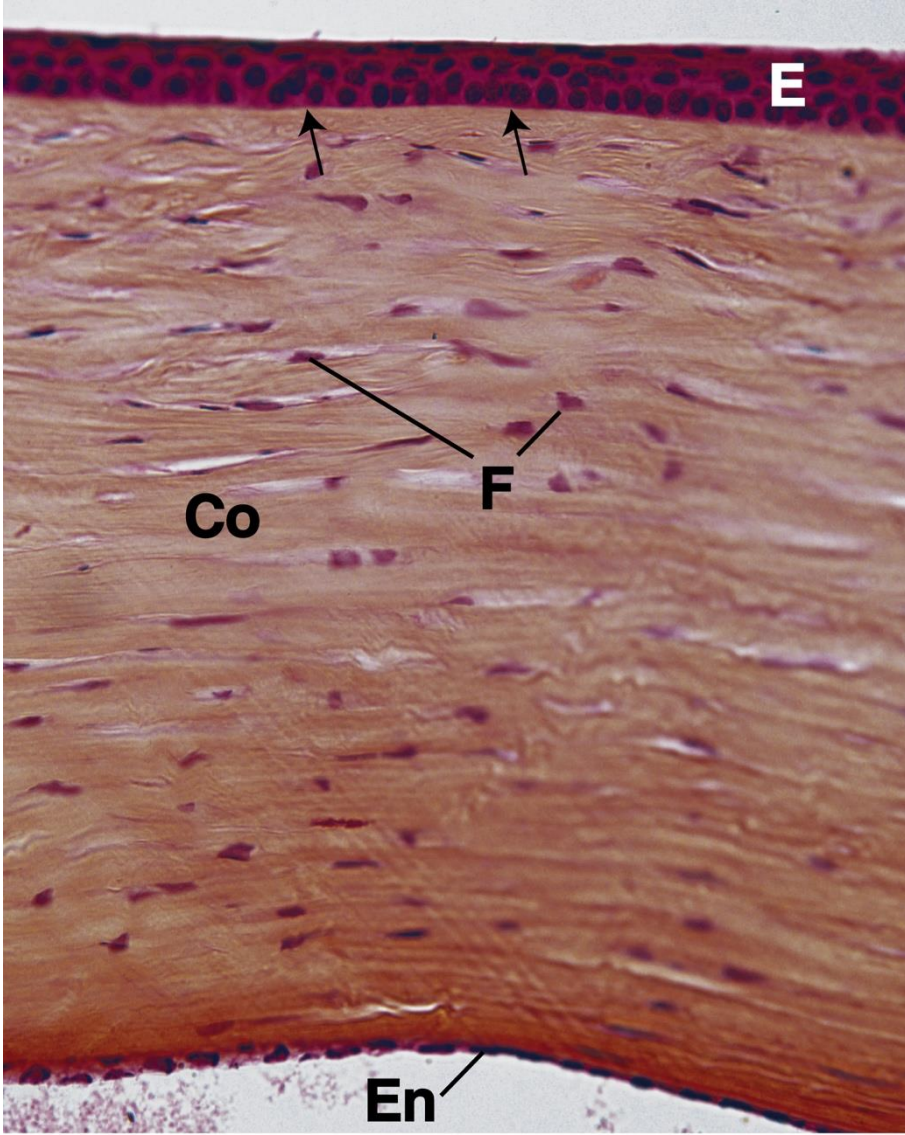
Endotel önünde yer alan, devamlılık göstermeyen ve homojen bir aselüler tabaka bulunmaktadır. Doğumda yaklaşık 3 mikron kalınlığında olan bu yapı, erişkin korneasında 10-12 mikron kalınlığa ulaşır. Schwalbe hattı adı verilen birleşme bölgesi ise, trabeküler ağın başlangıcını ve Descemet membranının sonunu tanımlayan önemli bir gonyoskopik belirteçtir. (13)

2.1.2.5. Endotel

Endotel hücreleri, korneanın arka yüzeyinde yer alır ve genellikle altıgen şekilli mozaik deseninde düzenlenmiş sıkıca interdijitasyon gösteren tek katmanlı hücrelerden oluşur. (13)(18)

Endotel tabakası, doğumda yaklaşık 10 mikron kalınlığında olup zamanla incelir ve yassılaşılarak yaklaşık 4 mikron kalınlığına ulaşır. (18)

Yan duvarlarında bulunan çok sayıda 'gap junction', hücreler arasında sitoplazmik etkileşim ve bağlantıyı sağlar. Hücrelerin ön kamaraya bakan yüzeyinde ise sıkı bağlantılar yer alır ve bu bağlantılar, megamoleküllerin geçişini engeller. Ayrıca, endotelden stromaya sıvı geçişinin kontrolü, bu hücre bağlantıları ile birlikte aktif iyon transport mekanizması aracılığıyla gerçekleştirilir. (10)



Şekil 2: Kornea Tabakaları

E: Yassı epitel

Co: Kollajen fibrillerin olduğu Stroma tabakası

En: Endotel

Oklar: İnce asellüler Bowman tabakası

F: Fibroblastlar

2.1.3. Korneanın Optik Özellikleri

Göze ulaşan ışığın kırılmasında en büyük rolü oynayan anatomik yapı korneadır. Gözün toplam kırma gücünün yaklaşık %74'ü korneadan kaynaklanmaktadır.

Kornea epiteli ve gözyaşı film tabakası, korneanın ön yüzeyinin düzgünlüğünü korumada önemli bir rol oynar. Kornea, ışığın gözyaşı-hava arayüzünde kırılmaya uğradığı koşullarda yaklaşık +43 dioptrilik bir optik güce sahiptir. Merkezden çevreye doğru gidildikçe kırıcılık özelliği azalır. Kornea kalınlığı merkezde 0.51-0.56 mikrometre, çevresel bölgelerde ise 0.60-0.67 mikrometre arasında değişir. Yetişkin bireylerde korneanın merkezi eğrilik yarıçapı 6.8-7.8 mm iken, arka yüzey eğrilik yarıçapı 6.5-7.0 mm arasında ölçülmektedir. (20) (21)

2.1.4. Keratokonus

Keratokonus, korneayı etkileyen bir hastalık olarak ilk kez 1748'de Burchard D. Mauchart ve 1766'da Taylor tarafından tanımlanmıştır. 1854 yılında ise Nottingham, keratokonusun klinik özelliklerini detaylı bir şekilde açıklayarak hastalık hakkında daha kapsamlı bilgi sunmuştur. (22)

Keratokonus, genellikle iki gözü birden etkileyen ve çoğunlukla asimetrik şekilde ilerleyen, korneanın incelmesi ve dikleşmesiyle seyreden bir ektatik kornea hastalığıdır. Bu süreç, düzensiz astigmatizma ve miyopiye neden olarak görme bozukluğuna yol açar. İnflamatuar bir niteliği bulunmayan bu hastalık, ilerleyici özellik taşımaktadır. (23)

Korneal incelme, genellikle santral veya parasantral korneada meydana gelir ve en sık infero-temporal ile infero-nazal bölgelerde görülür.(24)

Keratokonus, genellikle noninflamatuar bir hastalık olarak tanımlanmasına rağmen, güncel bir çalışmada bu hastalıktan etkilenen gözlerde inflammatuar mediatör düzeylerinde önemli değişiklikler tespit edilmiştir.(25)

Keratokonus genellikle iki gözde birden görülmesine rağmen, çoğunlukla bir göz diğerine göre daha ciddi şekilde etkilenir. (26)

Bu hastalık, cinsiyet farkı gözetmeksizin ve tüm etnik gruplarda görülebilir. (27)



Şekil 3: Keratokonusslu bir göz

2.1.4.1. Keratokonus Epidemiyolojisi

Keratokonus, genellikle ergenlik döneminde ortaya çıkar ve ilerlemesi 20-30 yaşları arasında belirginleşir. Hastalık, çoğu zaman 40 yaşından sonra duraklama evresine girer; ancak, nadiren de olsa erken çocukluk döneminde başladığı bildirilmiştir. Her iki gözde de görülebilen bu hastalık, cinsiyet açısından bir baskınlık göstermez. Keratokonussla ilgili epidemiyolojik bilgiler ise genellikle hastanelerde yapılan çalışmalardan elde edilmiştir. (28) (29)

Keratokonus, korneanın en sık karşılaşılan primer ektazik hastalığıdır. (2)

Keratokonussun yaygınlığı, 100.000 kişide 0.2 ile 4.790 arasında değişiklik göstermektedir. Yıllık insidans ise 100.000 kişide 1.3 ile 32.3 arasında farklılık gösterir. Bu veriler, tanı yöntemleri, coğrafi bölgeler ve popülasyonlar arasında önemli ölçüde

değişkenlik gösterir. Asya kökenli bireyler ve Orta Doğu kökenli bireylerde daha yüksek bir yaygınlık dikkat çekmektedir. (30) (31)

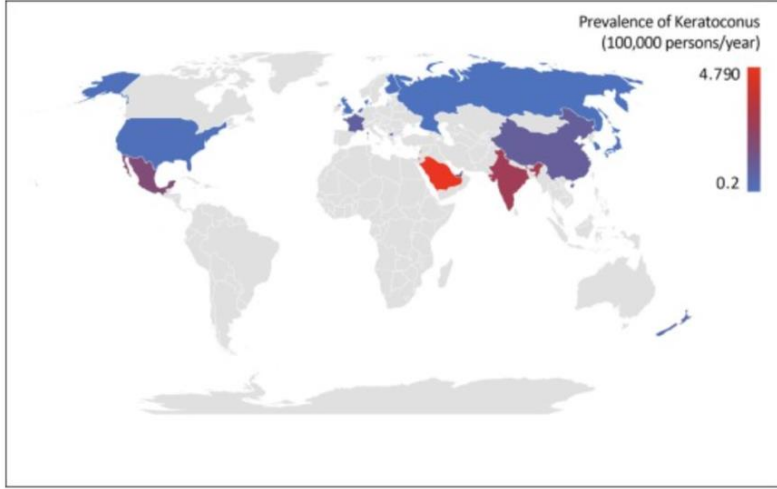
Birleşik Krallık'ta yapılan iki çalışmada Asyalılarda (çoğunlukla Hintli ve Pakistanlı) önemli ölçüde daha yüksek keratokonus yaygınlığı ve insidansı bulunmuştur bu da bu tür farklılıkların coğrafi konumdan ziyade etnik kökenle ilgili olabileceğini gösterebilir. (32)

Yeni Zelanda'da lise öğrencileri üzerinde gerçekleştirilen daha yakın tarihli bir çalışma, Maori adalarında keratokonus yaygınlığının belirgin şekilde daha yüksek olduğunu göstermiştir.(33)

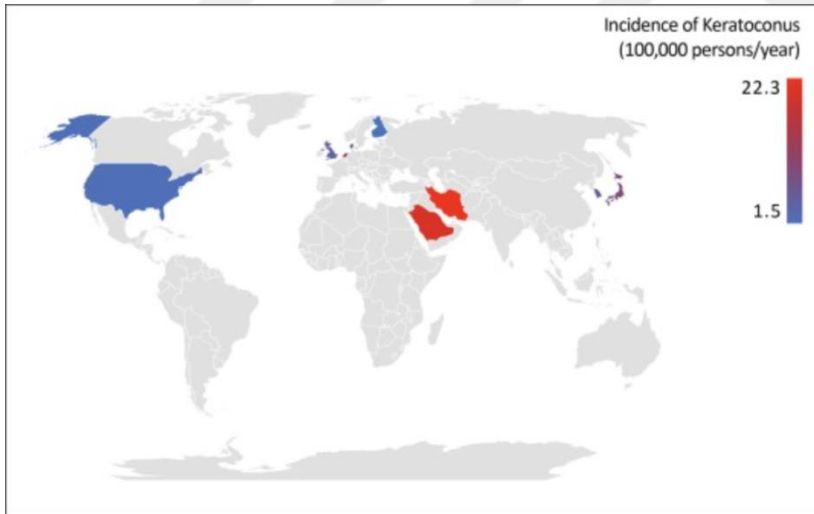
Assiri ve ark. 2005'de yaptığı bir çalışmada 654.163 hastada 125 hasta saptanmıştır.(34)

Ziaei ve ark. yaptığı bir çalışmada ise 990.818 hastada 536 hasta tespit edilmiş.(35)

Georgiou ve ark. yaptığı bir çalışmada ise 176.774 hastada 74 hasta tespit edilmiştir.(36)



Şekil 4: Keratokonusun dünya genelindeki bildirilmiş prevalans oranları (100.000 kişi başına) verilmiştir. Birden fazla epidemiyolojik çalışmanın yapıldığı ülkelerde, en büyük örneklem boyutuna sahip olan ve en baskın etnik grubu temsil eden çalışmaların sonuçları rapor edilmiştir.



Şekil 5: Dünya genelinde keratokonusun bildirilmiş insidans oranları (100.000 kişi/yıl başına). Birden fazla epidemiyolojik çalışmanın yapıldığı ülkelerde, en büyük örneklem büyüklüğüne sahip olan ve en baskın etnik grubu temsil eden çalışmanın sonuçları rapor edilmiştir.

2.1.4.2. Keratokonus Etyoloji ve Histopatogenezi

Keratokonusun gelişim mekanizması tam olarak açıklığa kavuşturulamamıştır. Hayvan modellerinde genom dizilimlerinin insan korneasından farklılık göstermesi, bu alandaki araştırmaların klinik gözlemlerle sınırlı kalmasına neden olmaktadır. Ayrıca, greft kornealar çıkarıldıktan sonra kısa bir süre içerisinde hızla bozulmaktadır. Hastalık, aynı anda meydana gelen hasar verici ve iyileştirici süreçlerin karmaşık bir kombinasyonu şeklinde ilerlemektedir. (37)

2.1.4.2.A. Genetik Faktörler

Keratokonusun ortaya çıkışında hem çevresel hem de genetik faktörlerin etkili olduğu, uzun yıllar süren araştırmalarla kanıtlanmıştır. Çoğu vaka sporadik olarak görülse de, keratokonus hastalarında ailesel yatkınlık yaygınlığı %6 ila %23.5 arasında değişmektedir. Bu hastaların birinci dereceden akrabalarında, genel nüfusa kıyasla daha yüksek bir prevalans tespit edilmiştir. Ayrıca, monozigot ikizler üzerinde yapılan çalışmalarda, keratokonus uyumunun oldukça yüksek olduğu bildirilmiştir. (38)

Keratokonus ile ilişkilendirilebilecek lokusların, insan otozomal kromozomlarının %73'ünde (22 kromozomdan 16'sında) bulunduğu öne sürülmüştür. Bu lokusların %59'unun ise istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki gösterdiği düşünülmektedir. (39)

Normal ve keratokonuslu kornealar arasında kollajen tip 13, 15, 18 'in yapısında farklılıklar olduğu gösterilmiştir.(40)

Bu farklılıkların, normal kornealar ile keratokonuslu kornealar arasında gözlemlenen yara iyileşme süreçlerindeki ayrışmanın temel nedeni olabileceği öne sürülmektedir.(41)

Keratokonuslu kornealarda stromanın aşırı yıkımı, proteaz ve diğer katabolik enzimlerin artışına veya alfa 2 makroglobulin ve alfa1-antiproteaz gibi proteinaz inhibitörlerinin azalmasına bağlı olarak ortaya çıkan proteolitik aktivite sonucu meydana gelmektedir..(42) (43)

Son yıllarda yapılan araştırmalar, ailesel yatkınlık ve genetik sendromlarla ilişkili durumları dikkate alarak, keratokonus patogenezinde multigenik kalıtımın etkili olabileceğini öne sürmektedir. (44)

Bu durum, keratokonusun çok faktörlü bir hastalık olduğunu ve hastalığın özelliklerinin gelişiminde birden fazla genetik faktörün yanı sıra diğerk çevresel faktörlerin de birlikte etkili olduğunu desteklemektedir. (45)

2.1.4.2.B. Çevresel Faktörler

Keratokonus, genetik olarak duyarlı bireylerde, göz ovalama ve kontakt lens kullanımı gibi mikrotravmaya yol açan çevresel faktörler ile endojen faktörlerin birleşimi sonucunda ortaya çıkan bir kornea hastalığıdır. Bu durum, oksidatif stresle ilişkilendirilmekte olup, mitokondriyal disfonksiyon ve mtDNA hasarını içeren multifaktöriyel bir mekanizmaya dayanmaktadır.(46)

Uzun süreli göz ovalamanın, keratokonus gelişimi için önemli ve bağımsız bir risk faktörü olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, yoğun göz ovalama davranışının, penetran keratoplasti sonrasında keratokonusun tekrarlamasına yol açabileceğini gösteren klinik kanıtlar bulunmaktadır. (47)

Keratokonus, klasik anlamda bir inflamatuvar hastalık olarak kabul edilmemekle birlikte, patogenezinde inflamatuvar mediatörlerin rol oynadığı ortaya konmuştur. Keratokonuslu kornealarda artmış apoptotik hücre ölümü nedeniyle keratosit kaybı gözlemlenmektedir. IL-1a ve IL-1b, reaktif nitrojen türlerinin üretimini teşvik ederek, TNF-a gibi sitokinlerle sinerji içinde korneal endotelde apoptozu tetiklemektedir. (46)

Allerji ve atopi, uzun yıllardır keratokonus ile ilişkilendirilmiş olup, prevalans oranının %11 ile %30 arasında değiştiğı belirtilmiştir. Bununla birlikte, keratokonus gelişiminde atopiden ziyade, atopi nedeniyle oluşan göz ovalama davranışının etkili olduğu bildirilmektedir. (48)

Keratokonus hastalarında inflamatuvar belirtiler bulunmayan bazı vakaların serum düzeylerinde, bu temel risk faktörlerine aracılık eden immünoglobulin E'nin yüksek olduğu tespit edilmiştir. (49)

Gözde ultraviyole ışınlarına maruz kalma, özellikle kornea ve stroma tarafından absorbe edilmektedir. Bu durumun oksidatif stres oluşturduğu ve kornea yapısında değişikliklere yol açtığı rapor edilmiştir. (50)

Genel olarak keratokonusun inflamasyon kaynaklı bir hastalık olmadığı düşünülse de, interlökin-6 seviyesinin hastalığın erken evresinde artış göstermesi, patogenezinde kronik inflamasyonun da etkili olabileceği görüşünü desteklemektedir.(51)

Yapılan araştırmalar, oksidatif hasarın keratokonusun ilerlemesinde bir kofaktör olarak rol oynayabileceğini ortaya koymaktadır.Bu çalışmalarda, keratokonuslu kornealarda aldehit dehidrogenaz tip-3 ve süperoksit dismutaz enzim seviyelerinin azaldığı belirlenmiştir. Ayrıca, malondialdehit ve peroksinitrit gibi sitotoksik maddelerin birikimi, korneal dokular için ciddi bir tehdit oluşturabilmektedir. (52)

Oksidatif hasarı tetikleyen başlıca faktörler arasında ultraviyole radyasyon, atopi ve mekanik travma yer almaktadır. (45)

UV ışınlarına bağlı değişimlerin kornea üzerindeki etkileri, korneal epitel ve stromada IL-1, IL-6, IL-8 ve TNF- α gibi proinflamatuvar mediatörlerin reseptör aktivitesindeki artışla doğrudan ilişkili olabilir . (50)

Yapılan bir araştırmada, keratokonus hastalarında keratositlerin, sağlıklı bireylere kıyasla yaklaşık dört kat daha fazla interlökin-1 reseptörü içerdiği tespit edilmiştir.(53)

İnterlökin-1, keratositlerin büyümesi, farklılaşması ve ölümü üzerinde düzenleyici bir etkiye sahiptir. Bu durum, keratokonus hastalığında ortaya çıkan hücre ölümü, stromal doku kaybı ve keratosit azalmasını anlamlandırmada önemli bir mekanizma olarak görülebilir.(54)

Keratokonus durumunda, çevresel risk faktörlerinin neden olduğu kronik epitel yaralanmalarının ardından, apoptoz ve bunun sonucunda serbest bırakılan apoptotik sitokinlerin, epitelin incelmeye yol açabileceği öne sürülmüştür.(37)

Epitel hücrelerinin düzenini kaybetmesiyle birlikte, ön sınırlayıcı lamina kaybı veya hasarı sonucu epitel değişiklikleri ortaya çıkar ve hastalığın şiddeti arttıkça bu değişiklikler daha belirgin hale gelir.(55) (56)

Keratokonusun farklı evrelerinde, korneal incelmenin bir sonucu olarak, bazal epitel ile ön sınırlayıcı lamina arasında yer alan subbazal korneal sinir plexusundaki sinirlerin daha belirgin hale geldiği gözlemlenebilir.(57)

Stromanın kusursuz fibril yapısının bozulması, korneanın şeffaflığını etkiler. Özellikle koni gelişimi ile ilişkilendirilen bölgelerde, ön sınırlayıcı lamina kırıkları veya skar oluşumu gözlenmeksizin kollajen lamellerin sayısında azalma tespit edilmiştir.(58)

Keratokonuslu hastalarda konfokal mikroskop ile yapılan gözlemlerde, özellikle posterior stromada ortaya çıkan koyu ve açık bantların, gerilim altındaki kollajen lamellalarını temsil ettiği düşünülmektedir. Bu bantlar, slit lamba biyomikroskopisi sırasında Vogt stria görünümü ile ilişkilendirilmektedir.(59)

Doku yenilenmesi, değişim ve yara iyileşmesi süreçlerinde önemli bir rol oynayan proteolitik enzim ailesi olan matriks metalloproteinazların (MMP'ler), patogeneze yer aldığı çeşitli çalışmalarla gösterilmiştir. Sağlıklı bir korneada, MMP enzim seviyeleri oldukça düşüktür ve aktiviteleri, doğal inhibitörler olan doku metalloproteinaz inhibitörleri (TIMP'ler) tarafından düzenlenir. Ancak, MMP'lerin artan aktivitesi, ekstrasellüler matriks yapısında bozulmaya yol açarak, korneanın yapısı ve şeffaflığı üzerinde potansiyel olarak yıkıcı etkiler oluşturabilir.(50)

Keratokonuslu hastalar genellikle sert korneal, korneoskleral, skleral lensler, hibrit lensler (çevresinde yumuşak bir etek bulunan sert korneal lensler), yumuşak lensler ve piggyback sistemleri (yumuşak bir kontakt lens üzerine yerleştirilen sert korneal lens) gibi farklı lens türlerini kullandığından ve hastalık ilerledikçe endotelin görüntülenmesi

zorlaştığından, keratokonusta endotelin etkilenip etkilenmediği konusunda bazı tartışmalar bulunmaktadır.(2) (60)

2.1.4.3. Keratokonus Tanısı

Keratokonus, korneanın en sık karşılaşılan primer ektazik hastalığıdır.(2)

Keratokonus tanısı genellikle klinik şüpheyle başlar ve bu süreçte detaylı bir anamnez alınması ile kapsamlı bir muayene yapılması büyük önem taşır. Hastada, özellikle gece görüşünde parlama, yansıma ve halo görme gibi pozitif disfotopsi semptomlarının yanı sıra yüksek sıralı aberasyon belirtileri mevcutsa, keratokonus ihtimali değerlendirilmelidir.(61)

Muayenede tashihle görme keskinliğinin 20/20 düzeyine ulaşamaması ve düzensiz astigmatizmanın saptanması durumunda, keratokonus olasılığı kesinlikle göz önünde bulundurulmalıdır. (62)

Keratokonusun erken teşhisi, hastaların düzenli takiplerle zamanında doğru tıbbi müdahaleye ulaşmasını sağlar. Bu durum, kornea nakli ihtiyacını azaltarak hastaların yaşam kalitesini önemli ölçüde artırmaktadır.(27)

Keratokonus hastaları genellikle ergenlik dönemlerinde başlayan görme bulanıklığı şikayetiyle sağlık merkezlerine başvurur. Belirtiler, hastalığın ilerleme düzeyine bağlı olarak farklılık gösterebilir ve erken aşamalarda sadece refraktif kusur dışında belirgin bir semptom görülmeyebilir.(28)

Keratokonus tanısında uzun yıllardır keratometri, keratoskop, video keratoskop ve kornea topografisi gibi çeşitli teknolojiler kullanılmaktadır. Günümüzde hala geliştirilmeye devam eden kornea topografi cihazları, hastalığın erken evrelerinde teşhis konulmasını mümkün kılmaktadır. Korneanın morfolojisini girişimsel bir yöntem olmadan hem kantitatif hem de kalitatif olarak analiz edebilmesi, kornea topografisini keratokonus tanısında en değerli yöntemlerden biri haline getirmiştir. Bu cihazlar,

projeksiyon ve LED sistemleri gibi ışık yansıma prensiplerine dayalı teknolojileri kullanmaktadır. (63)

Kornea yüzeyinin üç boyutlu değerlendirilmesini mümkün kılan kombine Scheimpflug tomografi sistemleri, Slit-tarama, Scheimpflug ve Placido disk yöntemlerini bir araya getirir. Bu sistemler, korneanın eğriliği, şekli, ön ve arka elevasyonları ile pakimetri haritalarını detaylı bir şekilde analiz etmeyi sağlar.(64)

2.1.4.4. Keratokonusun Klinik Bulguları

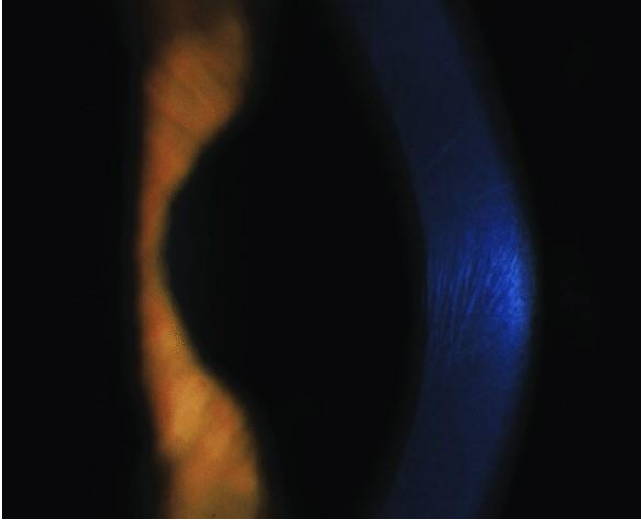
Hastalığın erken evrelerinde, kornea slit lamba muayenesinde tamamen doğal görünebilir. Keratokonus ilerledikçe, stromada kısmi incelme meydana gelir ve koninin tepesi, korneanın en ince noktasına karşılık gelir. İleri aşamalarda, hastanın aşağıya bakması sırasında alt kapak kenarında korneanın öne doğru konik çıkıntı yapması sonucu "V" şeklinde bir görünüm olan Munson belirtisi ortaya çıkabilir. Bu bulgu, genellikle hastalığın geç döneminde görülmekte olup, nonspesifik bir özelliğe sahiptir.



Şekil 6: Her iki gözde Munson belirtisi

Rizzutti işareti, korneanın temporal bölgesine ışık yansıtıldığında, nazal limbusta ışığın odaklanmasıyla karakterize edilen bir bulgudur.

Vogt striaları, derin stromada ve Descemet zarında, koni eksenine paralel şekilde uzanan dikey çizgiler olarak tanımlanır. Bu çizgiler, korneaya basınç uygulandığında kaybolabilir.



Şekil 7 : Vogt Stria

Fleischer halkası, koninin tabanındaki bazal epitelde hemosiderin birikimi sonucu oluşabilir ve biyomikroskopta kobalt mavisi filtre kullanılarak gözlemlenebilir.



Şekil 8: Fleischer halkası

Retinoskopide kırmızı refleksle gözlenen "makaslama bulgusu", genellikle düzensiz astigmatizma ile ilişkilendirilir ve erken dönem keratokonusun tanısında önemli bir işaret olarak kabul edilir.

Charleaux işareti, yağ damlacığı görünümü olarak da bilinen, dilate bir gözde retinoskopi sırasında gözlemlenen bir bulgudur.(65)

Akut keratokonus (korneal hidrops), descemet çatlağı oluşması ile akut stroma ve epitel ödemi görülmesidir. Kornea ödemi 6-8 hafta içinde iyileşir. Akut dönemde hipertonic solüsyonlarla tedavi edilir.

2.1.4.5. Keratokonusun Evrelendirilmesi

Keratokonusun belirtilerinin ve klinik bulgularının hastalığın ilerleme aşamasıyla olan ilişkisi ciddi düzeyde değişkenlik gösterdiğinden, standart bir evrelendirme yöntemi belirlemek oldukça güçtür. Bu nedenle farklı sınıflama sistemleri oluşturulmuş; morfolojik özellikler, keratometrik ölçümler, biyomikroskopik incelemeler ve topografik kriterler gibi çeşitli unsurlar esas alınarak değerlendirmeler yapılmıştır.(27)

2.1.4.5.A. Morfolojik (Buxton) Sınıflama :

Koninin şekli ve pozisyonuna dayalı olarak hastalığı oval, nipple ve keratoglobus olarak sınıflandırır.

1.Nipple koni; çapı ≤ 5 mm' dir ve santral veya parasantral korneada yer alır.

2.Oval koni; elipsoiddir. Genellikle bir veya 2 kornea kadranında etkili olur ve en çok alt kadranın etkilendiği bildirilmiştir. Koni tipik olarak yaklaşık 5-6 mm çapında olup inferotemporal yerleşimlidir.

3.Keratoglobusta koni ; 6 mm' den geniştir. Korneanın %75' inden daha fazla bir alanı kapsar. (66)

2.1.4.5.B. Keratometrik Sınıflama: Bu yaklaşımda keratokonus, korneanın merkez bölgesindeki kırma gücünün büyüklüğü temel alınarak dört ayrı sınıfa ayrılır. (27)

1.Hafif (<45 D)

2.Orta 46-52 D

3.İleri 53-59 D

4.Şiddetli >59D

2.1.4.5.C. HOM Sınıflaması: Bu sistem klinik bulgulara dayanarak keratokonusu dört grup olarak evreler:(2)

(A) Preklinik evre , keratokonusa dair bulgu tespit edilmediğini belirtir;

(B) Hafif vakalarda pakimetride incelme ve makas refleksi görülür;

(C) Orta düşük görsel kalite ve korneal skar olmaksızın pakimetride incelme

(D) Şiddetli keratokonusta pakimetride belirgin incelme ,korneal skar ve hata oranı yüksek güvenilirliği düşük refraksiyon değerleri vardır.

2.1.4.5.D. Amsler-Krumeich Sınıflaması: Keratokonus ile ilişkilendirilen morfolojik ve klinik parametreleri kullanan bir sınıflamadır.(67)

AMSLER-KRUMEICH				
EVRESİ	REFRAKSİYON	KERATOMETRİ	PAKİMETRİ	KORNEA
EVRE 1	Miyopi ve/veya astigmatizma $\leq 5D$	$K \leq 48.0D$	Eksentirik Dikleşme	Korneal opasite yok
EVRE 2	Miyopi ve/veya astigmatizma $>5D$, $\leq 8D$	$K \leq 53.0D$	En ince noktadaki paki değeri ≥ 400 mikron	Korneal opasite yok
EVRE 3	Miyopi ve/veya astigmatizma $>8D$	$>53.0D$	En ince noktadaki paki değeri 200-400 mikron	Korneal opasite yok
EVRE 4	Refraktometriden ölçüm alınamıyor.	$>55.0D$	En ince noktadaki paki değeri <200 mikron	Vogt Stria, Skar

Tablo 1 : Amsler-Krumeich Evrelemesi

2.1.4.5.E. Alio-Shabayek Sınıflaması: Amsler–Krumeich sınıflamasına ek olarak, anterior korneadaki aberasyonlar, özellikle RMS (Root Mean Square) değerlerine dayalı "coma-like" aberasyonlar da değerlendirilerek keratokonusun şiddeti derecelendirilebilir. Bu yaklaşım, keratokonusun optik düzensizliklerini daha ayrıntılı bir şekilde analiz ederek hastalığın ilerleme düzeyini belirlemede daha kapsamlı bir değerlendirme sağlar. (68) (27)

2.1.4.5.F. Belin ABCD Derecelendirme Sistemi: Keratokonus şiddeti, dört ana değişkene dayanarak derecelendirilir:

1. Ön ve arka kornea yarıçapı , (A)
2. Korneanın en ince noktasının merkez alındığı 3.0 mm' lik bölgenin eğimi, (B)
3. Korneanın en ince noktasındaki pakimetri değeri, (C)
4. En iyi düzeltilmiş görme keskinliği, (D)

Bu kriterler, hastalığın ilerleme derecesini belirlemek için kapsamlı bir değerlendirme sağlar. (69)

ABCD Kriterleri	A (Ön eğrilik yarıçapı)	B (Arka eğrilik yarıçapı)	C (En ince kornea kalınlığı)	D (En iyi düzeltilmiş görme keskinliği)	E (Korneal skar, opasite)
Evre 0	>7.25 mm	>5.90 mm	>490 mikron	≥20/20	-
Evre 1	>7.05 mm	>5.70 mm	>450 mikron	<20/20	-,+,++
Evre 2	>6.35 mm	>5.15 mm	>400 mikron	<20/40	-,+,++
Evre 3	>6.15 mm	>4.95 mm	>300 mikron	<20/100	-,+,++
Evre 4	≤6.15 mm	≤4.95 mm	≤300 mikron	<20/400	-,+,++

Tablo 2: ABCD Evrelemesi

2.1.4.5.G. Sandali Sınıflaması: Anterior Segment-OKT, keratokonuslu korneanın mikromimarisi üzerinde meydana gelen yapısal değişiklikleri inceleyerek hastalığın şiddetini derecelendirmeye olanak tanır. Bu yöntem, detaylı görüntüleme sağlayarak keratokonusun evresini değerlendirmede önemli bir araçtır. (70)

2.1.4.6. Keratokonus Takip ve Tedavi Yaklaşımları

Keratokonus tedavisinde hastalığın şiddeti ve progresyon durumuna göre görme keskinliği ve yaşam kalitesini artırmak, ilerlemeyi durdurmak için çeşitli tedavi yaklaşımları vardır.

2.1.4.6.A. Keratokonus Tedavisinde Cerrahi Olmayan Prosedürler

2.1.4.6.A.1. Gözlükle Düzeltme

Keratokonusun erken evresinde, gözlükle sağlanan refraktif düzeltme genellikle yeterli olabilir. Ancak hastalık ilerledikçe düzensiz astigmatizmayı düzeltme konusunda yetersiz kalır ve bu durum, hastanın görsel tatminini sağlamada eksikliklere neden olur. (71)

Bir araştırmada, hastaların %71’inde yalnızca gözlük kullanımıyla 20/40 veya daha iyi bir görme seviyesinin sağlanabildiği belirtilmiştir.(72)

Farklı bir çalışmada ise hastaların %58’inin sadece gözlükle 20/40 ve üzeri görme keskinliğine ulaşabildiği ifade edilmiştir.(73)

2.1.4.6.A.2. Kontakt Lens ile Refraktif Düzeltme

Kontakt lensler, keratokonusun doğası gereği ortaya çıkan korneal morfolojik değişiklikleri daha etkili bir şekilde maskeleyerek, gözlüklere kıyasla daha başarılı bir optik düzeltme ve görsel tatmin sağlar. (71)

Keratokonus hastalarının görsel rehabilitasyonu için farklı tasarım ve teknolojilere sahip kontakt lensler geliştirilmiştir. Erken evrelerde, kornea morfolojisi normal ya da normale yakın olduğunda yumuşak kontakt lensler tercih edilebilir. Ancak, koni morfolojisinin belirginleştiği durumlarda, korneal yüzeyi düzeltmek amacıyla sert gaz geçirgen, hibrid, piggyback ve skleral lens tasarımları kullanılabilir.

2.1.4.6.A.2

I) Yumuşak kontakt Lensler

Keratokonusun erken evrelerinde, düzenli astigmatizma ve miyopiyi düzeltmede etkili olan bu lensler, korneal yüzeydeki düzensizlikleri lens yüzeyine yansıttığı için düzensiz astigmatizmayı düzeltme konusunda yetersiz kalmaktadır.(74)

Sert lensler, optik kusurların düzeltilmesinde daha başarılı olsa da bazı hastalar tarafından tolere edilememesi veya oküler yüzeyde tahrişe neden olması durumunda, yumuşak lenslerin kullanılması gerekebilir. Günümüzde, gelişen teknoloji sayesinde keratokonus hastalarına özel olarak tasarlanabilen yumuşak kontakt lensler üretilmiştir. Bu lensler arasında, HydroCone® (Toris K) (SwissLens, Prilly, Switzerland) ve KeraSoft® IC (Bausch & Lomb Inc., Rochester, NY) gibi farklı firmalara ait özel tasarımlar bulunmaktadır. Bu lensler, hem konforu hem de görme kalitesini artırmayı hedeflemektedir.(75)

Lens tasarımında, santral bölgedeki kalınlığın artırılması ile aberasyonların ve düzensiz astigmatizmanın azaltılması hedeflenmiştir. Ayrıca, periferik bölgedeki daha ince materyal sayesinde oksijen geçirgenliği artırılmış ve bu da lensin kullanım konforunu önemli ölçüde iyileştirmiştir.

II) Sert Gaz Geçirgen Kontakt Lensler (SGGKL)

Sert gaz geçirgen kontakt lensler, korneadaki düzensizlikleri azaltarak düzenli bir ön yüzeyin oluşumuna katkı sağlar. (76)

SGGKL, keratokonus hastalarının görsel rehabilitasyonunda oldukça yaygın bir şekilde kullanılmaktadır ve refraktif düzeltme konusunda yüksek bir başarı oranına sahiptir. (77)

Yapılan araştırmalarda, SGGK'lerin cerrahi müdahale ihtiyacını azalttığı ve geciktirdiği bildirilmiştir. SGGKL'lerin optik başarılarının temel nedeni, düzgün ve

sferik bir ön optik yüzey oluşturarak refraktif düzeltme sağlamalarıdır. Ayrıca, lens ile kornea arasında yer alan gözyaşı tabakası bir sıvı lens gibi işlev görerek, ektatik korneanın neden olduğu ön yüzey düzensizliklerini ve bu düzensizliklere bağlı artan yüksek sıralı aberasyonları maskeleymektedir. Bununla birlikte, bu lensler görme keskinliğini artırsa da görsel kalite açısından, lens kullanılmayan bir göze kıyasla performanslarının daha düşük olduğu bildirilmiştir.(78)

SGGKL kullanımı, yumuşak lenslere göre daha az konforlu olabileceğinden, hastanın lenslerin özellikleri ve kullanım süreci hakkında detaylı şekilde bilgilendirilmesi önemlidir. Ayrıca, hastalığın ilerleyişiyle ilgili bilinçlendirme yapılması ve hastanın tedaviye bağlılığını artırmak için motive edilmesi, başarılı bir tedavi süreci açısından büyük önem taşımaktadır. (79)

Kornea topografisinde koninin büyüklüğü ve konumu, SGGKL uygulama başarısı açısından önemli bir faktördür. Genellikle 8-10 mm çapında olan bu lensler, santral konilerde daha başarılı bir yerleşim sunar.(80)

Aşağı yerleşimli ve dik koni tiplerinde, lensin koni apeksiyle teması sonucu epitel erozyonları ve skar oluşumu meydana gelebilir. (75)

III) ‘Piggyback’ Kontakt Lensler

Piggyback veya çift lens sistemi, yüksek oksijen geçirgenliğine sahip yumuşak bir bandaj lensin üzerine Sert Gaz Geçirgen Kontakt Lens'in (SGGKL) yerleştirilmesi ile edilir. Bu yaklaşım, sert lensin optik performansını yumuşak lensin sağladığı konforla birleştirmeyi mümkün kılar. Piggyback kontakt lens sistemi, ilk kez 1970 yılında, sert lensleri tolere edemeyen ve düşük oksijen geçirgenliği nedeniyle sınırlı başarı elde edilen keratokonuslu hastalarda uygulanmıştır.(81)

Birden fazla lens bakım ürünü kullanımını gerektirmesi, yumuşak lenslerin hasar görme riskinin yüksek olması ve korneaya uyum sorunları yaşanabilmesi gibi bazı dezavantajları bulunmaktadır .(80)

Günümüzde, yüksek-Dk silikon hidrojel ve gaz geçirgen sert malzemelerin kombinasyonu ile oluşturulan Piggyback kontakt lens sistemleri, her iki lensin de yüksek oksijen geçirgenliği sayesinde korneaya yeterli miktarda oksijen iletimine olanak tanımaktadır. Bu kombinasyon, korneayı korurken konfor ve görme kalitesini artırmayı hedefler.(82)

IV) Hibrid Kontakt Lensler

Hibrid Kontakt Lensler (HKL), merkezinde sert gaz geçirgen (RGP) malzeme, çevresinde ise yumuşak lens materyali bulunan özel bir teknolojiyle tasarlanmış lenslerdir. Bu kombinasyon, sert lenslerin üstün görsel performansını yumuşak lenslerin sağladığı konforla birleştirerek kullanıcıya hem net bir görüş hem de rahat bir kullanım deneyimi sunmayı amaçlar.(83)

Hibrid lenslerin yerleşiminde sert kubbe kısmı ve çevresindeki yumuşak etek kısmı ayrı ayrı değerlendirilmelidir. Teknolojideki gelişmelerle birlikte geçmişten günümüze hibrid lens tasarımlarında önemli değişiklikler meydana gelmiştir. Güncel klinik uygulamalarda, lensin merkezi kubbe kısmının hava kabarcığı olmadan tam yerleşmesi, etek kısmında ise hafif temas sağlanması hedeflenir. Merkezdeki yüksek oksijen geçirgen sert bölüm, optik düzeltmeyi sağlarken; çevredeki silikon hidrojel materyal lensin stabilitesini artırır. Ayrıca, bu yüksek Dk değerleri sayesinde hipoksi ve vaskülarizasyon riski azaltılarak daha konforlu bir kullanım imkânı sunulur. (75)

V) Skleral Lensler

Skleral kontakt lensler, ilk kez 1888 yılında Adolf Fick, August Müller ve Eugene Kalt tarafından tanımlanmıştır. (84)

Başlangıçta cam malzemeden üretilen bu lensler, 1950'li yıllarda korneal lenslerin geliştirilmesiyle birlikte popülerliğini yitirmiştir. Bu dönemde, skleral lenslerin üretimi ve uygulaması yalnızca belirli uzman merkezlerde sınırlı kalmıştır.

1983 yılında Ezekiel, 1987 yılında ise Pallum, skleral lenslerin üretiminde kullanılmak üzere gaz geçirgen iki yeni malzemeyi (silikon/akrilat ve fluorosilikon/akrilat) tanımlamışlardır. Bu yenilik, skleral lenslerin hem optik hem de terapötik alanlarda yeniden ilgi görmesine katkı sağlamıştır.

Skleral lensler, tüm korneayı ve limbusu tamamen kaplayan, skleranın üzerindeki konjonktiva üzerine oturan lenslerdir. Bu lensler, korneaya doğrudan temas etmez. Genellikle 15 mm veya daha geniş bir çapa sahip olarak üretilirler. 2019 yılında, Skleral Lens Eğitim Derneği tarafından mini skleral lens ve büyük skleral lens ayrımı kaldırılmış ve bu lensler tek bir sınıflama altında birleştirilmiştir.(85)

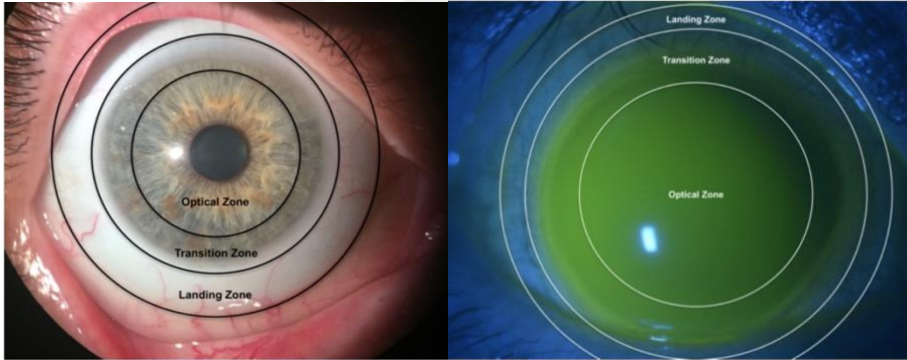
Skleral lensler, göz anatomisine uyum sağlayacak şekilde kişiye özel olarak tasarlanır ve üretilir. Lensin uygunluğunu belirlemek için uygulayıcı, görünür iris çapını yatay düzlemde ve kornea çapını hem yatay hem de eğik düzlemlerde milimetre cinsinden ölçer. Ayrıca, sagittal düzlemde korneoskleral bileşkeden korneal apeks noktasına kadar olan oküler yüzey eğimi mikron cinsinden hesaplanarak lensin ideal yapısı belirlenir.

Skleral lensin oküler yüzey üzerindeki kubbe kısmı, sıvıyla dolu bir alan olan sıvı rezervuarını oluşturur. Bu rezervuar, skleral lensin ön korneal yüzeyi ile arka yüzeyi arasındaki boşlukta yer alır ve genellikle suni gözyaşı, salin (%0.9 sodyum klorür) veya otolog serum gibi çözeltilerle doldurulur. Bu yapı, skleral lensi desteklemek, korneanın kurummasını önlemek ve korneal yüzey düzensizliklerinden kaynaklanan optik sapmaları nötralize etmek amacıyla önemli bir işlev görür. (85)

Kornea ile skleral lens arasındaki rezervuar boşluğunun 100-300 µm arasında tutulması önerilmektedir. Daha düşük korneal açıklık, oksijen iletiminin artmasına, daha net bir görüş sağlanmasına ve hava kabarcığı oluşumunun azalmasına yardımcı olur.

Limbal bölgedeki açıklığın ise ideal olarak yaklaşık 50 µm olması önerilir. Bu ölçü, lens altına daha az debris girişini sağlayarak kullanım konforunu artırır. (75)

Skleral lensler, temel olarak üç bölüme ayrılır: sklera üzerinde konumlanan skleral (haptik) bölüm, kornea ile limbal alanlara açıklık sunan kubbe (vault) bölgesi ve optik kısım. Optik bölüm, yatay düzlemde bakıldığında genellikle iris çapından yaklaşık 0,2 mm daha geniş ölçülür. Skleral lensin göze uyumu ve genel başarısı; haptik bölgenin yanı sıra korneal-limbal açıklıklar ve lens kenar tasarımının bütüncül etkileşimiyle belirlenir. Gözde yer aldıktan sonra neredeyse hiç hareket etmediğinden, haptik bölgenin sklera yapısıyla uyumu son derece önemlidir. Skleranın torisitesi göz önüne alınarak lens kenarlarında bireysel düzenlemeler yapılabilir. Bu sayede, torik bir yapı eklenerek debris birikimi en aza indirgenir ve uzun süreli, konforlu kullanım sağlanır.(86)



Şekil 9: Skleral Kontakt Lensin Zonları

Skleral lens kullanıcılarında korneal hipoksi ve ödem riskini en aza indirmek için, 200 mikrona kadar kalınlığa sahip ve Dk değeri 125 Barrer'in üzerinde olan yüksek-Dk materyal kullanımı önerilmektedir. Ayrıca, lens uygulanırken kornea ile lens arasındaki boşluğun 150 mikrondan az tutulması bu durumu önlemeye yardımcı olmaktadır.(87)

Skleral lensler, keratokonusa bağlı belirgin derecede düzensiz astigmatizmayı kontrol altına almak için yaygın olarak tercih edilmektedir. Özellikle gaz geçirgen özelliğe sahip skleral lensler, diğer kontakt lens seçenekleriyle yeterli görme artışı sağlanamadığında, hastalara hem yüksek görme keskinliği hem de konfor sunarak

güvenilir ve etkili bir çözüm oluşturur. Bu sayede, keratokonuslu bireylerde keratoplasti gereksinimini azaltmada önemli bir rol oynar. (88)

Korneanın ektatik hastalıkları arasında Pellucid marjinal dejenerasyon, keratoglobus ve keratoplasti sonrası gelişen astigmatizma da diğer endikasyonlar arasındadır. Ayrıca, Stevens-Johnson sendromu, kuru göz, graft-versus-host hastalığı ve oküler sikatrisiyel pemfigoid gibi oküler yüzey sorunları da, skleral lenslerin sağladığı sıvı bandaj etkisiyle tedavi edilebilir.(89)

Skleral lenslerin olumsuz yönleri arasında, gözyaşı değişiminin sınırlı olması ve lenslerin takılıp çıkarılmasının zorluk yaratması bulunmaktadır.(90)

Ayrıca, diğer lens türlerine kıyasla daha yüksek maliyete sahip olmaları da bir diğer dezavantaj olarak değerlendirilebilir.(91)

2.1.4.6.B. Keratokonus Tedavisinde Cerrahi Prosedürler

Cerrahi stratejiler hastanın gereksinimlerine göre şekillendirilmektedir. Keratokonusun ilerlemesini durdurma amacıyla UV-A ışını ile uygulanan korneal kollajen çapraz bağlama (KÇB) sıklıkla tercih edilmektedir. Görme keskinliği ve kalitesini iyileştirmeye yönelik ise fotorefraktif keratektomi (PRK), kornea içi halka segment yerleştirilmesi, lameller veya penetran keratoplasti, ayrıca yüksek dereceli refraktif hataların görüldüğü olgularda fakik arka kamara intraoküler lens yerleştirilmesi gibi cerrahi yaklaşımlar planlanabilmektedir.(28)

I) Korneal Kollajen Çapraz Bağlama Tedavisi

KÇB, UV-A ve riboflavin kullanımıyla korneanın biyomekanik stabilitesini ve sertliğini artırarak hastalığın ilerlemesini yavaşlatmayı veya tamamen durdurmayı hedefleyen bir uygulamadır.(27)

Bu yaklaşım, kornea nakline duyulan gereksinimi azaltmayı ve bu gereksinimin ortaya çıkışını olabildiğince ertelemeyi hedeflemektedir. (92)

“Dresden Protokolü”, keratokonus tedavisinde en sık başvurulanan standart yöntemdir. Bu protokol kapsamında, 370 nm dalga boyuna sahip ultraviyole A (UV-A) ışığı 3 mW/cm² yoğunlukla 30 dakika süreyle uygulanırken, eşzamanlı olarak topikal riboflavin kullanımı gerçekleştirilir. (93)

Kornea kalınlığının 400 mikronun altına düştüğü durumlarda, standart uygulama endotel hasarı riski taşıyabileceğinden hipoototik riboflavin solüsyonu kullanılması önerilmektedir. Bu işlem, kornea stromasındaki fibriller arasında yeni kovalent bağların meydana gelmesini sağlarken, ön stromadaki keratositlerin apoptozunu da tetiklemektedir.(94)

Normal koşullar altında uygulanan dalga boyu, lenste ve kornea endotelinde toksik bir etkiye neden olmamaktadır. KÇB tedavisi, korneanın merkezi kalınlığında yaklaşık 30-50 mikronluk bir inceltme yaratır. Bu durum, UV ışınlarına maruziyetin yol açtığı korneal dehidratasyonla ilişkilendirilmektedir.(95)

Günümüzde keratokonusun ilerlemesini klinik olarak kanıtlanmış bir biçimde durdurabilen yegâne yöntem, KÇB (korneal kollajen çapraz bağlama) tedavisidir. (96)

II) Refraktif Cerrahi

PRK, excimer lazer kullanılarak korneal yüzeyin düzenlenmesi ve kırma kusurunun düzeltilmesi amacıyla uygulanan bir refraktif cerrahi yöntemdir. Keratokonus tedavisinde, korneal kollajen çapraz bağlama işleminden (KÇB) sonra PRK uygulanabilir veya her iki girişim aynı seansta birleştirilebilir. Bu sürecin planlamasında ise keratokonusun ilerleme hızı ve merkezi kornea kalınlığı önemli etmenler olarak değerlendirilir. (95)

III) Kornea İçi Halka Segment İmplantasyonu

Bu uygulama, polimetilmetakrilat tabanlı biyoadaptif materyallerden üretilen ve korneal stromaya yerleştirilen halkaların kullanımıyla gerçekleştirilir. Bu halkalar, korneanın yüzeyini düzelterek belirli bir ölçüde refraktif iyileştirme sağlar. Aynı zamanda, geri dönüşlü özelliği ve görme aksını etkilememesi sayesinde kornea nakli ihtiyacını geciktirmeye yönelik bir girişim niteliğindedir. (95)

Bu yöntem, düzeltilmemiş veya düzeltilmiş nihai görme keskinliğini artırmanın yanı sıra yüksek dereceli aberasyonları azaltmaya ve korneayı bir miktar düzleştirerek kontakt lens kullanımına daha uygun bir morfolojik yapı oluşturmaya yardımcı olur.(27)

Halkaların kalınlık, çap ve yerleştirme pozisyonu, hastanın keratokonus düzeyi ile refraktif bozukluklarının derecesine göre seçilmektedir. Bu prosedürün uygulanabilmesi için korneada belirli koşullar aranmaktadır: En ince noktadaki kalınlığın 350 mikronun üzerinde olması, maksimum K değerinin 60 D'nin altında bulunması, sferik eşdeğer baz alınarak refraksiyonun -6.0 D'nin altında seyretmesi ve ayrıca korneada skar ya da stres çizgilerinin bulunmaması gerekmektedir.(95)

IV) Kondüktif Keratoplasti

Bu yöntem, ısı kullanılarak kornea eğriliğinin değiştirilmesini hedefleyen bir girişimdir. Düşük enerjili radyofrekans dalgalarının periferik korneaya uygulanmasıyla bu bölgede düzleşme ve santral korneada dikleşme ortaya çıkar. Keratokonuslu hastalarda, düz aks boyunca gerçekleştirildiğinde, bu eksende dikleşme sağlanarak astigmatizmanın azalmasına katkıda bulunur. Genellikle, bu prosedür geri dönüşlü bir etkiye sahiptir. (95)

V) Penetran Keratoplasti

Bu işlem, korneanın tamamen çıkarılarak yerine donör kornea dokusunun nakledilmesini içerir. Korneal skar bulunan ve kontakt lens ya da diğer girişimsel yöntemlerle istenilen görme düzeyine ulaşılamayan, ileri evre keratokonus vakalarının yaklaşık %10-20'sinde tercih edilmektedir. (97)

Kornea, avasküler bir yapı olduğundan dolayı doku uyumu aranmaz. Eğer eşlik eden bir oküler patoloji ya da vaskülarizasyon durumu yoksa, greft reddi veya ciddi komplikasyonların ortaya çıkması genellikle beklenmez. (92)

VI) Lamellar Keratoplasti(Derin Anterior Lamellar Keratoplasti-DALK)

Keratokonus hastalarında genellikle korneal endotel sağlam kalır. DALK prosedüründe, keratokonusun etkilediği kornea tabakaları çıkarılarak sağlam endotel korunur ve yerine sağlıklı bir kornea dokusu nakledilir. Bu yöntem, keratometrik ölçümü 65D'nin üzerinde olan, kornea kalınlığı 350 mikronun altında bulunan, >6 D sferik eşdeğer refraktif kusura, Vogt strialarına veya korneal skara sahip ileri evre hastalarda tercih edilmektedir. (92)

Penetran keratoplastiye kıyasla, komplikasyon riski daha düşük ve glob bütünlüğü açısından daha güvenli bir cerrahi yöntem olmasına rağmen, refraktif düzeltme açısından üstün bir avantaj sağlamamaktadır. (92)

VII) İntraoküler Refraktif Lens İmplantasyonu

Keratokonus hastalarında, yüksek refraktif kusurları düzeltmek amacıyla, saydam korneaya sahip ve ön segmentte ek bir patoloji bulunmayan uygun hastalara uygulanabilir. Bu yöntem, ön kamara derinliği 2.8 mm'nin üzerinde olan hastalar için uygundur. (95)

Bu prosedür, yalnız başına uygulanabileceği gibi kornea içi halka segment implantasyonu ile kombine şekilde de gerçekleştirilebilir. İki ana implant tasarımı bulunmaktadır: ön kamarada açılı ya da iris destekli olanlar ile arka kamarada iris veya sulkus destekli olanlar. Uygulama kolaylığı, yüksek dereceli refraktif kusurların düzeltilmesindeki başarısı ve gerektiğinde geri dönüşümlü olabilmesi, bu yöntemin öne çıkan avantajları arasındadır.(92)

Arka kamara intraoküler lens uygulaması kristalin lense ve zonüller liflere yakınlığı sebebiyle ön subkapsüler katarakta neden olabilirler. İris pigment dağılımına neden olarak göz içi basıncı yükselmesine neden olabilirler.(98)

Ön kamara intraoküler lens uygulaması ise kornea komplikasyonları, endotel yetmezliği , kronik inflamasyon ve göz içi basıncı yükselmesine neden olur.(99)

2.1.4.7. Keratokonusun Ayırıcı Tanısı

A) Forme Fruste Keratokonus (Subklinik Keratokonus)

Kornea topografisi özellikleri (özellikle ön ve arka yükseklik haritaları) keratokonus bulguları gösteren, ancak klinik olarak keratokonus bulgularına sahip olmayan ve tashihli ya da tashihsiz görme keskinliği tam olan hasta grubunu tanımlamaktadır . (100)

B) Pellusid Marjinal Dejenerasyon (PMD)

Kornea alt kısmında periferik bir bant şeklinde incelme ile tanımlanan, her iki gözü etkileyebilen bir ektatik kornea hastalığıdır. Genellikle 20 ile 40 yaşları arasında ortaya çıkar ve cinsiyet farkı göstermemektedir.(95)

Korneanın üst kısmında normal kalınlığını koruyan bir bölge bulunurken, incelmış alanın hemen üzerinde korneanın öne doğru çıkıntı yapmasına neden olur ve düzensiz astigmatizma gelişimine yol açarak görme bozukluklarına sebebiyet verir.(101)

Bu durum, genellikle belirgin semptomlar göstermese de en iyi düzeltilmiş görme keskinliğinde ilerleyici bir azalma dikkat çeker. Refraktometri ve keratometri ölçümlerinde ise "kurala aykırı" astigmatizma saptanır. (102)

Yarıklı lamba muayenesinde, korneanın alt kısmında periferik bant biçiminde bir incelme fark edilirken, ışık kesitinde bu bölgede ani bir daralma tipik bir bulgu olarak görülür. PMD ile ilişkili topografik anormallikler, genellikle üst korneada düzleşme ve alt periferide dikleşme ile karakterizedir. Bu görünüm, orta periferik alt oblik meridyenlere kadar uzanarak "yengeç kısıkaçı", "kelebek" veya "öpüşen güvercinler" desenine benzer bir şekil oluşturur. (102)

C) Keratoglobus

Keratoglobus, korneanın yaygın ve belirgin şekilde incelmesiyle ortaya çıkan, nadir görülen non-inflamatuvar bir ektatik kornea hastalığıdır. Bu durum, korneanın doğal eğriliğini kaybederek daha küresel bir şekil almasına yol açar. Keratokonus ve PMD' ye kıyasla daha seyrek görülen bu hastalık, genellikle her iki gözde birden etkili olur.(104)

Korneanın limbustan limbusa uzanan yaygın bir incelme ile tanımlanan bu ektatik hastalık, genellikle her iki gözde de ortaya çıkar. İncelme, özellikle limbus çevresinde belirgin hale gelir ve çoğunlukla tüm limbus boyunca devam eder. Hastalık, doğum sonrası erken evrede başlar. (95)

Kornea incelmesi ve şekil bozukluğu, düzensiz astigmatizma ve miyopi nedeniyle görme kaybına neden olurken, genellikle başka belirgin bir semptom görülmez. Bununla birlikte, perforasyon riski taşır ve tedavisi oldukça karmaşık bir süreç gerektirir. (104)

D) Korneal Warpage (Psödo-Keratokonus) Sendromu

Uzun süreli kontakt lens kullanımı veya cerrahi müdahaleler sonucunda korneanın şekil ve yapısında meydana gelen bozulmalarla tanımlanan bir durumdur. Bu deformasyon, korneanın doğal eğriliğinin değişmesine ve düzensiz astigmatizma gibi

görme problemlerine neden olabilir. Ancak, kontakt lens kullanımının bırakılmasından bir süre sonra yapılan kornea topografisi, yüzeyin normale döndüğünü gösterir ve bu özellik, durumu diğer ektatik hastalıklardan ayırır.(95)



3. MATERYAL VE METOD

Çalışmamız Akdeniz Üniversitesi Hastanesi Etik Kurulu'nun TBAEK-636 sayılı kararı ile onayını takiben Helsinki deklarasyonu prensiplerine uygun olarak yapılmıştır.

Akdeniz Üniversitesi Hastanesi Göz Hastalıkları Kliniği Kornea ve Kontakt Lens Biriminde Ocak 2021- Şubat 2024 tarihleri arasında keratokonus tanısı olan ve diğer düzensiz astigmatizma nedenleri olan hastalara Skleral Kontakt Lens uygulamamızı kapsamaktadır.

3.1. Çalışma Grubuna Dahil Olma Kriterleri:

- 18-75 yaş aralığında olmak
- Kornea topografik parametreleri alınarak Amsler Krumeich sınıflamasına göre keratokonus tanısı almak
- Korneal topografi ile düzensiz astigmatizma tanısı almak

3.2. Çalışma Grubuna Dahil Edilmeme Kriterleri:

- Düzenli takiplere gelmeyen hastalar
- 18 yaş altı ve 75 yaş üstü hastalar
- Daha önce Skleral Kontakt Lens kullanım öyküsü olan hastalar Düzenli ilaç kullanımı gerektiren blefarit, glokom, kuru göz gibi oküler yüzey rahatsızlıkları olan hastalar

Hastaların ilk başvuru anında, tam oftalmolojik muayene bulguları (tashihsiz ve en iyi düzeltilmiş görme keskinliği, göz içi basınç ölçümü, biyomikroskopta ön ve arka segment değerlendirilmesi), kornea topografi değerleri incelenerek keratokonus veya diğer düzensiz astigmatizma nedenleri tanımlanmış ve hastaların çalışma grubuna

uygunluğu değerlendirilmiş ve Amsler Krumeich ve ABCD kriterlerine göre hastalığın şiddeti evrelendirilmiştir.

Çalışmaya dahil edilen hastaların yaşı, cinsiyeti, korneal çapraz bağlama tedavi ykwkw olup olmadığı, tashihli görme keskinliğı(en iyi dkwztilmiş görme keskinliğı)(EİDGK), Pentacam Kornea Topografi (OculusGmbH, Wetzlar, Almanya) cihazıyla lwlen kornea n K1, K2 ,Kmean ,Kmax ,astigmatizma , en ince noktadaki kornea kalınlığı (thinnest location) , keratokonus için geçirilmiş cerrahi olup olmadığı, sklera kontakt lensi takıp takamadığı bilgileri kaydedildi.

3.3. Skleral Kontakt Lens Uygulaması

Başta keratokonus olmak wze dkwzensiz astigmatı olan hastaların gzlwkle yeterli görme dkwzeyi sağlanamayan ve sert lense uyum gösteremeyen 98 hastanın 159 gzwne lens uygulandı. Skleral lens uygulamasında hastanın keratometrik ve topografik verilerine uygun vault değerı olan deneme lensi seçildi ve lens uygulama öncesi polivinil povidon içeren suni gözyaşı ve floreseinile doldurularak uygulandı. 30-45 Dakika sonra lens uyumu değerlendirildi.

Uygulanan skleral lenslerin vault değerleri, total çapları ve markaları kaydedildi. Skleral lens uygulaması sonrası görme keskinlikleri lwldw.

Hastalara ScleraFlex (SwissLens, Switzerland) veya Misa Skleral (MicroLens, Netherlands) lensler uygulandı.

3.3.1. ScleraFlex

ScleraFlex, ykwsek kaliteli ve optimum oksijen geçirgenliğine (Dk) sahip malzemelerden wretilmiştir. Bu zellik, korneanın yeterli oksijen almasını sağlayarak göz sağlığını desteklemeyi amaçlar.

Wretiminde, Optimum Infinite, Optimum Extra, ve Boston XO gibi ykwsek oksijen geçirgenliğine sahip malzemeler kullanılır.

Boston skleral lens, Boston skleral lens protez cihazı veya Boston oküler yüzey protezi olarak bilinen PROSE, bilgisayar destekli tasarım ile kişiye özel olarak üretilen bir lensdir. Spline teknolojisi sayesinde lens haptığı skleraya daha iyi uyum sağlar, girinti minimum düzeye iner, gerektiğinde lense kanallar eklenebilir ve ön yüzey eksantrikliği, ileri keratokonuslu hastalarda görme keskinliğini artırır.(105)

Tangible'Hydra PEG yüzey kaplama teknolojisi ile çok daha konforlu kullanım sağlar.

Bu parametreler, ScleraFlex lenslerinin bireysel hasta ihtiyaçlarına uyacak şekilde özelleştirilmesine olanak tanır. Geniş bir aralıkta sunulan ayarlanabilir değerler, yüksek hassasiyetle uyum ve konfor sağlar.

Toplam Çap	15.0 mm ; 16.5 mm
Vault Yüksekliği	3500-5400 mikron
Merkez Kalınlığı	200 mikron
DK Değeri	DK 180
Materyal	Optimum İnfinite
Eksen (Axis)	0-180 derece
Sferik Güç	-25.00D ile +25.00D ; 0.25D aralıklarla
Torik Güç	-0.50D ile -6.00d arasında ; 0.25D aralıklarla
Kenar Kaldırma (Edge Lift)	0 (Standart / - (dik eğim) / + (düz)
Periferik Torus	0.1 ile 0.6 (0.1 aralıklarla)

Tablo 3 : ScleraFlex Optik Özellikleri

Condition	SAG	Code
Very Flat K's	3.500	● 1
Very Shallow AC	3.625	S ● 2
	3.750	● 3
Normal Eyes	3.875	● 1
Early Keratoconus	4.000	M ● 2
Early Pellucid	4.125	● 3
Moderate Keratoconus	4.250	● 1
Moderate Pellucide	4.375	L ● 2
Protruding Graft	4.500	● 3
Severe Keratoconus	4.625	● 1
Severe Pellucid	4.750	XL ● 2
Very Protruding Graft	4.875	● 3

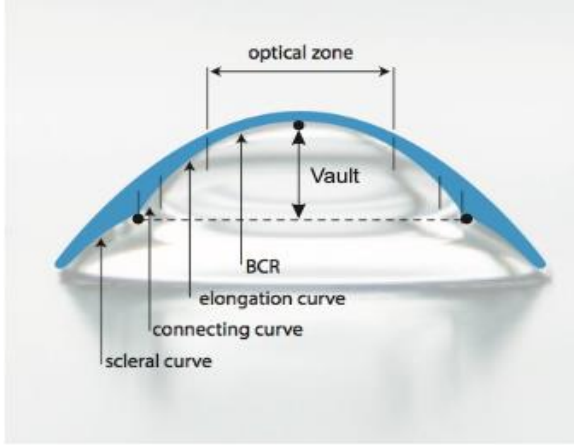
Tablo 4 : ScleraFlex Lenslerinin Endikasyonları ile İlişkili Kodları ve Vault Değerleri

3.3.2. Misa

Misa lensleri diğer tüm skleral kontakt lenslerin kullanım endikasyonlarına sahiptir.

Başta düzensiz astigmatizma, keratokonus ,kuru göz, Steven Jonson Sendromu, ameliyat sonrası astigmatizma gibi durumlarda kullanılabilir.

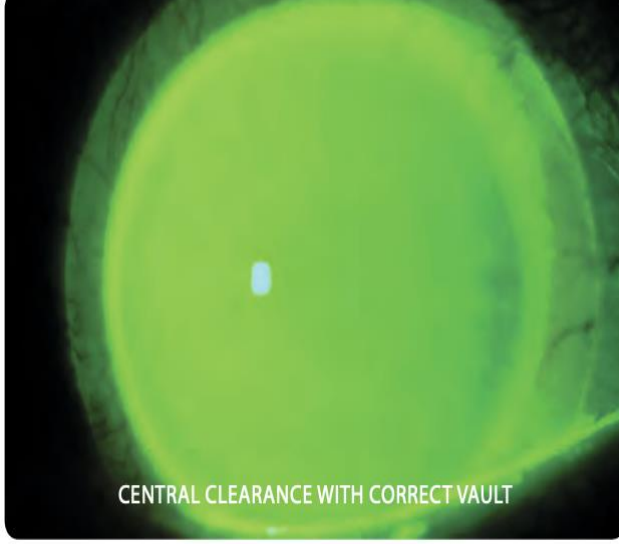
Misa lens üretiminde Optimum Extra, Boston XO ve Tyro 97 gibi yüksek oksijen geçirgenliğine sahip materyaller kullanılmaktadır.



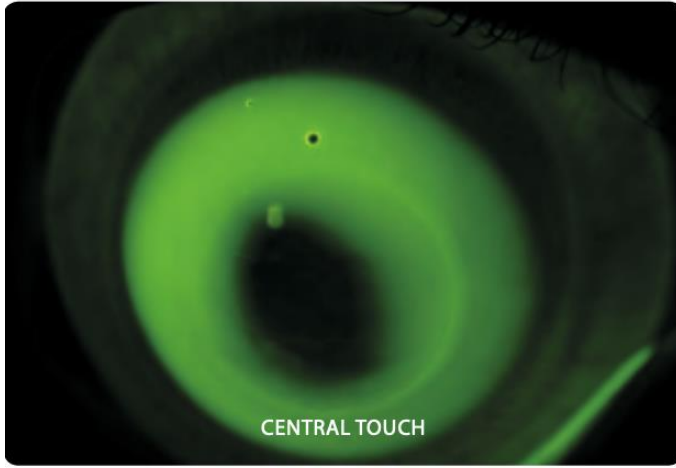
Şekil 10 : Misa Lens Dizaynı

Vault Yükseklikleri	2500-5500 mikron arasında , 125 mikronluk artışlarla
İniş Bölgesi	Normal : 13.0 mm Geniş : 14.0 mm Extra Geniş: 15.0 mm
Optik Alan	8.0 mm
Toplam Çap	16.5 mm , 17.0 mm , 17.5 mm
Güç Aralığı	Sferik -20.00D' den Sferik +20.00D'ye kadar ; 0.25D artışlarla
Temel Eğri Yarıçapı	6.00 mm'den 9.90 mm'ye kadar ; 0.10 mm aralıklarla
Skleral Eğri	12.5 mm ile 15.00 mm aralığında ; 0.25 mm aralıklarla
Merkez Kalınlık	300 mikron
Torik Skleral Eğri	0.75 mm ile 2.25 mm aralığında ; 0.25 mm aralıklarla
Ön Torik Lensler	-0.75D ile -4.75D aralığında ; 0.50D aralıklarla

Tablo 5 : Misa Lens Özellikleri



Şekil 11: Uygun Vault değerine sahip , iyi konumlanmış bir skleral kontakt lens uygulaması



Şekil 12 : Uygun Vault değeri olmayan , santralde korneaya temas eden bir skleral kontakt lens uygulaması



Şekil 13: Skleral kontakt lens altında küçük hava kabarcığı



Şekil 14: Skleral kontakt lens altında büyük hava kabarcığı

3.4. Skleral Kontakt Lens Uyum Parametreleri

3.4.1. Konfor

Skleral eğri ile sklera arasında iyi bir uyum olduğunda hasta deneme lensiyle konforlu bir ilk deneyim yaşar. Daha uzun bir kullanım süresinin ardından, lensi kullanan kişi size şunları söyleyebilir:

- Eğer lens çok sıkı hissediliyorsa, muhtemelen daha düz bir skleral eğriye ihtiyaç vardır.
- Eğer basınç noktaları hissediliyorsa genellikle bu noktaların gözde nerede olduğunu tarif edebilirler.

3.4.2. Rotasyon

Lensin alt kısmına hafifçe dokunarak ve manuel olarak döndürerek rotasyon değerlendirilir; lens üzerindeki gravür, slit lamba ile gözlemlenerek rotasyon miktarı belirlenir. Rotasyon kolayca gerçekleşmeli ve bu sırada konjonktiva hareket etmemelidir.

3.4.3. Uyum

Skleral eğrinin uygunluğunu değerlendirmek için skleraya hafif bir baskı yaparak lens altına hava girişi olup olmadığını kontrol edilir çok fazla baskı gerekiyorsa eğri çok dik, hafif bir baskı ile hava giriyorsa eğri çok düz olabilir. Floresein kullanarak lens kenarlarının altındaki açıklıkları değerlendirmek bu sürece yardımcı olur.

3.4.4. Blanching (Beyazlaşma)

Skleral lens uygulamaları sırasında sık karşılaşılan bir komplikasyon blanchingdir. (beyazlaşma).Blanching, her zaman kötü hizalanmış skleral eğrinin bir sonucu olarak ortaya çıkar ve konjonktivada kan damarlarının tıkanmasına yol açar.

Bu durum, iniş bölgesine yakın skleral eğrinin tabanında meydana geldiğinde skleral eğri çok düz demektir ve daha dik hale getirilmelidir. Eğer bu durum lensin kenarında oluşuyorsa, skleral eğri daha düz yapılmalıdır.

Günümüzde presbiyopik keratokonus hastaları için multifokal skleral kontakt lensler üretilmektedir. (106)

3.4.5.İstatistiksel Analiz

Kategorik değişkenler için frekans analizi, sürekli verilere sahip değişkenler için ise, tanımlayıcı istatistikler hesaplanmıştır. Sürekli verilere sahip değişkenlerin dağılımı Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk normallik testleri ile test edilmiştir. Normallik testleri sonucunda değişkenlerin normal dağılıma uymadığı belirlenmiştir. Bağımsız örneklem karşılaştırmalarında parametrik olmayan Mann-Whitney U testi, bağımlı örneklemelerde ise Wilcoxon işaret testi kullanılmıştır. Test sonuçlarının anlamlılık düzeyi olarak $p<0.05$ seçilmiştir. Yapılan istatistiksel analizler IBM SPSS 26 programında yapılmıştır.

4. BULGULAR

Veri analizi için tüm görme keskinlikleri minimum çözünürlük açısının logaritmasına dönüştürüldü.

Çalışmaya 98 hastanın 159 gözü dahil edilmiş ve ölçümler değerlendirilmiştir. Hastalara ait demografik göstergeler olan yaş ve cinsiyet ile ilgili tanımlayıcı istatistikler aşağıda sunulmuştur. Çalışmaya dahil edilen hastalar genel olarak genç orta yaş grubundadır.

Tablo 6: Hastaların Yaş Dağılımı

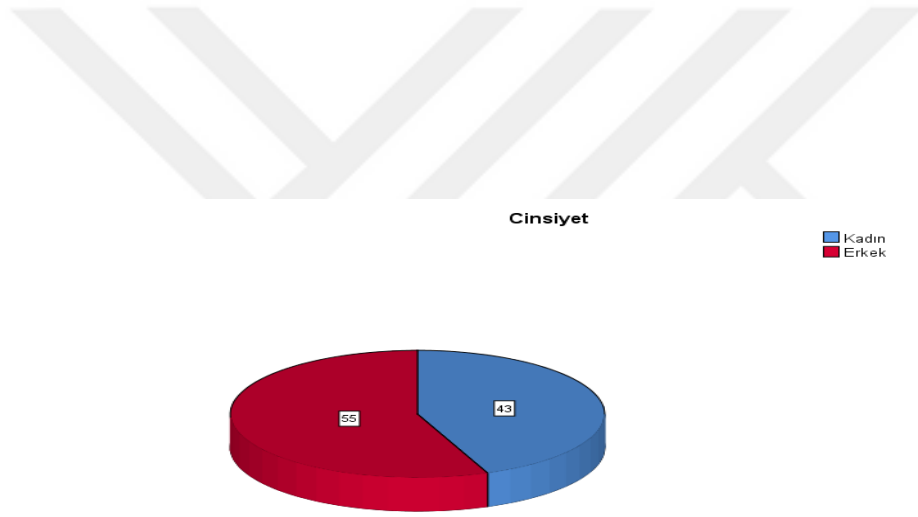
N	98
Ortalama	33,67
Ortanca	30,50
Mod	24,00
Std. Sapma	12,52
Minimum	16,00
Maximum	74,00

Tablo 6’de 98 hastanın yaş bilgisi yer almakta, yaşların aritmetik ortalaması 33,67, medyanı 30,5 ve en sık görülen yaş (mod) 24’tür. Minimum yaş 16, maksimum yaş ise 74 olup, standart sapma 12,52’dir, bu da yaşların geniş bir aralıkta dağıldığını göstermektedir. Ortalamadan düşük olan medyan, veride birkaç büyük değer ortalamayı yukarı çekmiş olabileceğini düşündürmektedir. Genel olarak verinin genç-orta yaş ağırlıklı olduğu ifade edilebilir.

Tablo 7: Cinsiyet Dağılımı

Cinsiyet	Sıklık	%
Kadın	43	43,9
Erkek	55	56,1
Toplam	98	100,0

Tablo 7’deki veriler, çalışmaya katılan 98 hastanın cinsiyet dağılımını göstermektedir. Katılımcıların %43,9’u (n=43) kadın, %56,1’i (n=55) ise erkeklerden oluşmaktadır. Bu bilgiler Şekil 1’de pasta grafiği halinde de sunulmuştur.



Şekil 15: Hastaların Cinsiyet Dağılımı

Tablo 8 : Lens Öncesi ve Sonrası Görme Keskinliği Tanımlayıcı İstatistikleri

	N	Ortalama	Ortanca	Minimum	Maksimum	Std.Sapma
GK SKLERAL LENS ÖNCESİ(logMAR) SAĞ	80	,555	0,520	,00	1,10	,36112
GK SKLERAL LENS SONRASI (logMAR) SAĞ	80	,162	0,150	,00	1,00	,16101
GK SKLERAL LENS ÖNCESİ(logMAR) SOL	79	,493	0,400	,00	1,10	,33749
GK SKLERAL LENS SONRASI (logMAR) SOL	79	,122	0,100	,00	,40	,12092

Tablo 8 'de lens uygulaması öncesi ve sonrası görme keskinliği ölçümlerinin ortalama değerlerine bakıldığında, sağ göz için lens öncesi ortalama değerinin 0,520 logMAR lens sonrası ortalama değerinin ise 0,150 logMAR olduğu görülmektedir. Sol göz için lens öncesi ortalama değer 0,400 logMAR iken, lens sonrası 0,100 olarak bulunmuştur. Her iki gözde de skleral kontakt lens kullanımı sonrası görme keskinliğinde anlamlı artış olduğu tespit edilmiştir.($p<0.001$)

Tablo 9 : Hastaların Skleral Kontakt Lens Kullanmadan Önceki Keratometri Değerleri

	N	Ortalama	Ortanca	Std.Sapma	Minimum	Maksimum
K1 sağ	80	47,37	45.70	6,565	32,20	70,30
K1 sol	79	45,74	44.90	6,774	20,70	66,80
K2 sağ	80	52,34	51.50	7,518	35,50	80,20
K2 sol	79	50,55	49.90	6,740	39,80	75,20
Kort.sağ	80	49,57	47.80	6,894	33,80	73,80
Kort.sol	79	47,54	46.60	6,127	27,02	70,80
Kmaxsağ	80	58,44	56.10	10,14	43,00	92,20
Kmaxsol	79	57,13	56.10	9,610	43,50	87,30

Veriler, her ölçüm parametresinde genel olarak sağ göz değerlerinin sol göz değerlerinden daha yüksek ortalama ve ortanca değerlere sahip olduğunu göstermektedir.

Tablo 10 : Hastaların Astigmatizma ve En İnce Noktadaki Kornea Kalınlığının Değerlendirilmesi

	Astigmatizma Sağ	Astigmatizma Sol	En ince noktadaki kornea kalınlığı sağ	En ince noktadaki kornea kalınlığı sol
N	159	159	159	159
Mean	4,967	4,927	443,7	441,5
Median	4,000	4,100	447,0	441,0
Std. Deviation	3,565	3,813	61,48	67,60
Minimum	0,000	0,200	189,0	137,0
Maximum	16,90	19,90	594,0	563,0

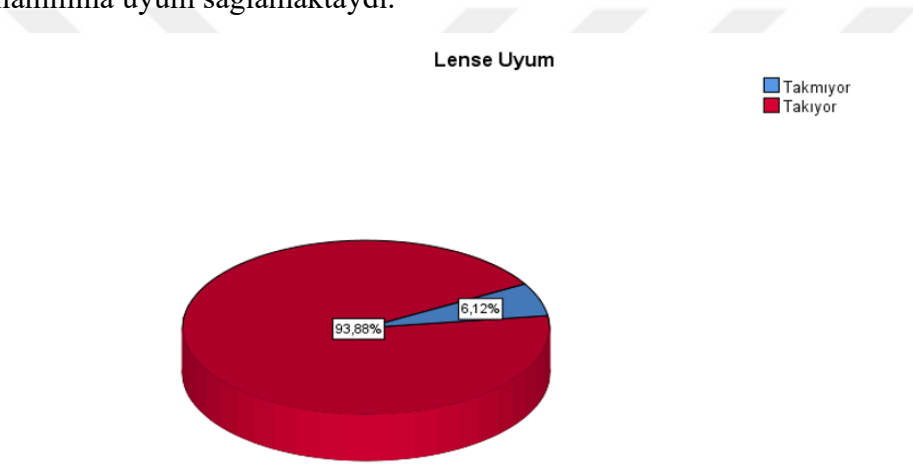
Tablo 10, astigmatizma ve en ince noktadaki kornea kalınlığı ölçümlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikleri sağlamaktadır. Astigmatizma için sağ gözde ortalama 4,967 ve sol gözde 4,927 olarak bulunmuş olup, her iki gözde benzer seviyelerde bir astigmatizma görülmektedir.

En ince noktadaki kornea kalınlığı için ise sağ gözde ortalama 443,7 μm , sol gözde ise 441,5 μm olarak belirlenmiştir. Kornea kalınlığı ve astigmatizma açısından bireyler arasında farklılıklar mevcuttur.

Tablo 11 : Hastaların Lens Kullanımının Değerlendirilmesi

Lense Uyum	Sıklık	%
Takmıyor	6	6,1
Takıyor	92	93,9
Toplam	98	100,0

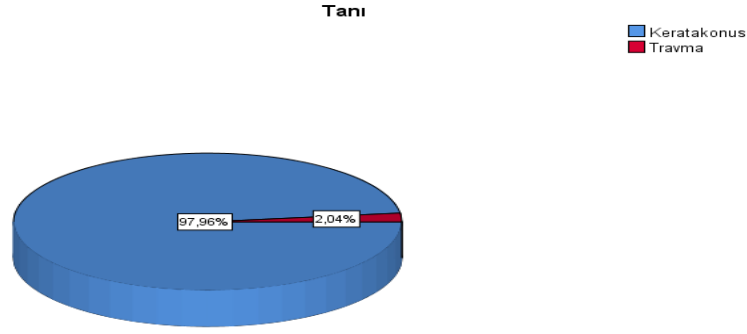
Tablo 11, katılımcıların kontakt lens kullanım durumunu göstermektedir. Verilere göre, 98 katılımcının %93,9'u (n=92) kontakt lens kullanırken, %6,1'i (n=6) lens kullanmamaktadır. Çalışmaya dahil edilen katılımcılar büyük çoğunlukta lens kullanımına uyum sağlamaktaydı.

**Şekil 16: Skleral Kontakt Lense Uyum Oranları****Tablo 12: Hastaların Tanılarının Dağılımı**

Tanı	Sıklık	%
Keratakonus	96	98,0
Travma	2	2,0
Toplam	98	100,0

Tablo 12, örneklemdeki tanı dağılımını sunmaktadır. Verilere göre, katılımcıların büyük çoğunluğu (%98) keratokonüs tanısı almışken, geri kalan %2'si travma tanısı almıştır. Bu, örneklem büyük kısmının keratokonüs bireylerden oluştuğunu ve travma tanısı alan

bireylerin oldukça az olduğunu göstermektedir. Bu dağılım, çalışmanın çoğunluğunun keratokonus tanısı üzerine odaklandığını ve keratokonusun ilgili popülasyonda baskın bir göz hastalığı olduğunu ortaya koymaktadır.



Şekil 17: Tanı Dağılımı

	GK LENS SONRASI SAĞ- GK LENS ÖNCESİ SAĞ	GK LENS SONRASI SOL- GK LENS ÖNCESİ SOL
Lens çapı 15 mm		
ScleraFLEX		
Test istatistiği	-4.417	-5.106
P	0.000	0.000
MISA		
Test istatistiği	-4.219	-3.960
P	0.000	0.000
Lens çapı 16.5 mm		
ScleraFLEX		
Test istatistiği	-2.936	-2.496
P	0.003	0.013
MISA		
Test istatistiği	-4.219	-3.960
P	0.000	0.000
Lens çapı 17 mm		
ScleraFLEX		
Test istatistiği	-2.936	-2.496
P	0.003	0.013
MISA		
Test istatistiği	-4.219	-3.960
P	0.000	0.000

Tablo 13: Skleral Kontakt Lens Toplam Çapına , Lens Markalarına Göre Skleral Kontakt Lens Öncesi ve Sonrası Karşılaştırılması

Tablo 13'de, farklı lens çaplarına göre sağ ve sol gözdeki lens markalarına ait lens öncesi ve sonrası değerler Wilcoxon testi ile karşılaştırılmıştır. Her lens çapı için sağ ve sol gözdeki iyileşmelerin düzeyini inceleyebiliriz.

Lens Çapı 15 mm:

ScleraFLEX: Sağ göz için test istatistiği -4.417, $P < 0.001$ sol göz için test istatistiği -5.106, P değeri < 0.001 olarak bulunmuştur. Her iki gözde de P değeri 0.05'ten küçük olduğu lenslerin her iki gözde de etkili olduğu görülmektedir.

MISA: Sağ göz için test istatistiği -4.219, P değeri < 0.001 , sol göz için test istatistiği -3.960, P değeri < 0.001 olarak bulunmuştur. Sağ ve sol gözde de lens sonrası görme keskinliğinde belirgin bir iyileşme olduğu anlaşılmaktadır. Her iki gözde de lenslerin etkili olduğu belirtilmektedir.

Lens Çapı 16.5 mm:

ScleraFLEX: Sağ göz için test istatistiği -2.936, P değeri 0.003, sol göz için test istatistiği -2.496, P değeri 0.013'tür. Sağ gözde P değeri 0.003 ve sol gözde P değeri 0.013, her ikisi de 0.05'ten küçük olduğu için her iki gözde de lens sonrası anlamlı bir iyileşme yaşanmıştır.

MISA: Sağ göz için test istatistiği -4.219, P değeri < 0.001 , sol göz için test istatistiği -3.960, P değeri < 0.001 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar her iki gözde de için lenslerin etkili olduğu ve her iki gözde de iyileşme sağlandığı anlaşılmaktadır.

Lens Çapı 17 mm:

ScleraFLEX: Sağ göz için test istatistiği -2.936, P değeri 0.003, sol göz için test istatistiği -2.496, P değeri 0.013'tür. Burada da her iki gözde de P değeri 0.05'ten küçük olduğundan her iki gözde lensin anlamlı bir iyileşme sağladığı sonucuna varılır.

MISA: Sağ göz için test istatistiği -4.219, P değeri < 0.001 , sol göz için test istatistiği -3.960, P değeri < 0.001 olarak bulunmuştur. Yine her iki gözde de lenslerin her iki gözde de etkili olduğu ve anlamlı iyileşme sağladığı söylenebilir.

Her iki lens markası (ScleraFLEX ve MISA) için farklı çaplarda, sağ ve sol gözde de lenslerin öncesi ve sonrası karşılaştırıldığında anlamlı bir iyileşme gözlemlenmiştir. Lens çapı 15 mm, 16.5 mm ve 17 mm her ölçüde, sağ ve sol gözlerdeki P değerleri 0.05'ten küçük olup, **skleral kontakt lenslerin her iki gözde de görme keskinliğini artıran bir etkisi** olduğu sonucuna varılmaktadır. Bu sonuçlar, her iki lens markasının da gözlerde gözle görülür bir iyileşme sağladığını ve lens çapı arttıkça da iyileşmenin devam ettiğini göstermektedir.

	GK LENS ÖNCESİ SAĞ	GK LENS SONRASI SAĞ
Cerrahi Geçirmeyen Grup		
N	29	29
Ortalama	0.520	0.141
Ortanca	0.520	0.100
Std.Sapma	0.359	0.145
Minimum	0.000	0.000
Maksimum	1.100	0.400
Korneal Çapraz Bağlama		
N	41	41
Ortalama	0.590	0.194
Ortanca	0.520	0.200
Std.Sapma	0.352	0.183
Minimum	0.000	0.000
Maksimum	1.100	1.000
Keratoplasti		
N	5	5
Ortalama	0.572	0.117
Ortanca	0.520	0.150
Std.Sapma	0.414	0.106
Minimum	0.000	0.000
Maksimum	1.100	0.300

Tablo 14 : Sağ Göze Yapılan Cerrahi Müdahalelere Göre Lens Öncesi ve Sonrası Görme Keskinliğinin Değerlendirilmesi

Tablo 14, sağ göze uygulanan cerrahi müdahalelerin, görme keskinliği (GK) değerleri lens öncesi ve sonrası açısından tanımlayıcı istatistiklerini sunmaktadır. Tüm gruplarda görme keskinliğinde skleral lens sonrasında artış olduğu saptanmıştır. Bu artış tüm gruplarda istatistiksel olarak anlamlı tespit edildi.($p<0.005$). Sonuç olarak lens öncesi ve

lens sonrası görme keskinliği arasındaki fark ; cerrahi müdahale yapılmayan, korneal çapraz bağlama ve KP yapılan hastalarda anlamlı bulunmuştur.

Perforasyon tamiri yapılan yalnızca bir hastada ise lens öncesi ve sonrası GK değerleri sırasıyla 1.000 ve 0.400'dür. Skleral lens ile perforasyon tamiri sonrasında da görme keskinliğinde artış olduğu tespit edildi.

	GK LENS ÖNCESİ SOL	GK LENS SONRASI SOL
Cerrahi geçirmeyen grup		
N	27	27
Ortalama	0.507	0.126
Ortanca	0.400	0.100
Std.Sapma	0.343	0.128
Minimum	0.000	0.000
Maksimum	1.100	0.400
Korneal Çapraz Bağlama		
N	42	42
Ortalama	0.453	0.118
Ortanca	0.400	0.100
Std.Sapma	0.334	0.118
Minimum	0.000	0.000
Maksimum	1.000	0.400
Keratoplasti		
N	7	7
Ortalama	0.592	0.109
Ortanca	0.500	0.100
Std.Sapma	0.330	0.097
Minimum	0.100	0.000
Maksimum	1.100	0.300

Tablo 15: Sol Göze Yapılan Cerrahi Müdahalelerin Lens Öncesi ve Sonrası Görme Keskinliğinin Değerlendirilmesi

Tablo 15' te hastalar sol göze uygulanan cerrahi müdahalelere göre gruplandırılarak, lens öncesi ve sonrası GK değerleri hesaplanmıştır. Tüm gruplarda görme keskinliğinde artış olduğu saptanmıştır. Bu artış tüm gruplarda istatistiksel olarak anlamlı tespit edildi.($p<0.005$)

Sonuç olarak lens öncesi ve lens sonrası görme keskinliği arasındaki fark; cerrahi müdahale yapılmayan, korneal çapraz bağlama ve KP yapılan hastalarda anlamlı bulunmuştur.

İntrastromal halka uygulanmış bir hastada lens öncesi görme keskinliği değeri 0.2 logMAR iken lens sonrası ise 0.000 logMAR olarak belirlenmiştir.

Perforasyon tamiri yapılan tek bir hastada, lens öncesi görme keskinliği değeri 0.400 olarak hesaplanmış olup lens sonrası görme keskinliği değeri 0.000' logMar olarak ölçülmüştür.

1 **intrastomal halka** ve 1 **perforasyon tamiri** yapılan hastanın da lens öncesi ve lens sonrası görme keskinliği arasında anlamlı bir fark olduğu göstermektedir. Bu 2 özel durum lens kullanımının görme keskinliği üzerine ciddi bir etki yarattığını göstermektedir. Ancak örneklem büyüklüğünün azlığı nedeniyle genelleme yapmanın zor olduğu düşünülmektedir.

Sonuç olarak, sol gözde yapılan cerrahi müdahalelerin lens öncesi ve lens sonrası medyan görme keskinliği arasındaki farklar, cerrahi müdahale türlerine bağlı olarak farklılık göstermektedir. Cerrahi müdahale yapılmayan hastalar, korneal çapraz bağlama ve keratoplasti yapılan hastalar için lens kullanımı önemli bir iyileşme sağlamıştır. Bu bulgular, cerrahi müdahalenin türüne ve hastaların özel durumlarına göre lens kullanımının etkisinin değişkenlik gösterdiğini ortaya koymaktadır.

5. TARTIŞMA

Skleral lenslerin terapötik etkisinin birçok çalışma ile klinik olarak kanıtlanması ve tasarımlarındaki teknolojik ilerlemeler, bu lenslerin kullanımını her geçen gün artırmıştır. Sert gaz geçirgen kontakt lenslerin rahatsızlık verdiği, yumuşak lenslerin ise düzensiz astigmatizmayı düzeltmekte yetersiz kaldığı durumlarda, skleral lensler oldukça önemli bir alternatif haline gelmiştir.

Skleral lenslerin yapısal özelliklerine genel olarak baktığımızda, bu lenslerin kornea apeksini ve limbusu tamamen kaplayacak şekilde tasarlandığı görülmektedir. Ayrıca, skleraya temas eden etek kısmının, altındaki dokulara optimum bir basınç uygulaması ve yüzeysel dokular üzerinde (konjonktiva, Tenon kapsülü ve episklera) minimal olumsuz etki bırakması hedeflenmektedir.(107)

Keratokonus, korneanın santral ve parasantral bölgelerini etkileyen, incelme ve dikleşme sonucunda görme kaybına yol açan, inflamatuvar özellik taşımayan bir ektatik hastalık olarak tanımlanır. Patogenezinin neden olan faktörler yıllar boyunca birçok çalışmayla açıklanmaya çalışılmış olsa da, hastalık hâlâ araştırılmaya devam eden bir konudur.

Keratokonus tedavisinde cerrahi ve cerrahi dışı çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Skleral lens uygulamasının, korneal aberasyonları düzeltme üzerindeki etkisi ve gözlük ya da sert gaz geçirgen lenslere kıyasla daha iyi görme keskinliği sağlaması, bu tedavi yöntemini cerrahiye alternatif bir seçenek haline getirmiştir.(108)

Skleral kontakt lens uygulaması cerrahi müdahaleyi erteleme ya da tamamen önleme potansiyeline sahip olduğunu açık bir şekilde göstermektedir.(88)

Keratokonus hastalarında skleral lenslerin, yüksek hasta memnuniyeti sağladığı ve diğer lens tasarımlarına kıyasla daha iyi görme kalitesi, kullanım rahatlığı, sıvı rezervuarı oluşturma yeteneği ve korneaya temas etmemesi sayesinde oküler yüzeyi koruduğu belirtilmiştir. Bu özellikleri, lenslerin daha uzun süreli kullanımını mümkün kılmaktadır. Sağladığı görüş kalitesi ve konfor avantajları dikkate alındığında, skleral lenslerin daha erken evrelerde de reçete edilebileceği düşünülmektedir.(109)

Skleral lensler, keratokonus hastalarında, hem erken hem de ileri evrelerde güvenle kullanılabilen, tatminkâr bir optik kalite ve konfor sağlayan iyi bir alternatiftir.

Literatürde, skleral lens tasarımlarının stabil ve konforlu yapısı sayesinde hasta uyumunun daha yüksek olduğu ve kullanım rahatlığının yaşam kalitesini artırdığına dair bulgular paylaşılmıştır.(109) (80)

Çalışmamızı planlarken ; keratokonus başta olmak üzere düzensiz astigmatlı hastaların skleral kontakt lens kullanım sonrası görme keskinliklerinde değişiklik ön planda tutuldu. Keratokonus için uygulanan PKP , CXL veya intrastromal halka işlemi geçiren hastalarda da farklı bir düzensiz astigmatizma durumu olduğu düşünülmüş ve çalışmaya bu hastalarda dahil edildi. Ayrıca 2 hastada da travma nedeniyle düzensiz astigmatizması vardı.

Bergmanson ve ark.'nın yaptığı 24 gözün dahil edildiği bir çalışmada skleral kontakt lens kullanan keratokonus hastalarındaki görme keskinliğindeki artış , daha önceki kullandıkları kontakt lens çeşitlerine göre anlamlı derecede yüksek olarak bulunmuş. Aynı çalışmada skleral kontakt lens kullanan hastaların daha az göz kuruluğu yaşadığı, daha yüksek konforda görüş sağladıkları belirtilmiş, skleral kontakt lenslerin üstün görüş ve konfor özellikleri nedenleri ile keratokonus ve diğer düzensiz astigmatizma nedenlerinde daha erken evrelerde tedavide planlanması önerilmiştir. (110)

Nguyen ve ark.'nın yaptığı 10 hastanın 14 gözünün dahil edildiği başta keratokonus olmak üzere PMD, nörotrofik keratopati, Steven-Johnson Sendromu, kuru göz, fasial sinir paralizisi sonrası açıkta kalma keratopatisi gibi düzensiz astigmatlı gözlerde skleral

kontakt lenslerin etkinliğini araştırdığı bir çalışmada ; hastaların ortalama görme keskinliklerinde belirgin artış saptanmıştır. Dokuz hasta görme bulanıklığını azalttığını belirtmiş, hastaların tümünde göz kızarıklığı ,ağrı ve kuru göz semptomlarında belirgin azalma saptanmıştır. (111)

Hamida ve ark.'nın yaptığı bir çalışmada görme keskinliği, gözlükle elde edilen $0,23 \pm 0,07$ logMAR olan başlangıç ortalamasından, 1 aylık SCL kullanımının ardından $0,10 \pm 0,04$ logMAR değerine belirgin bir şekilde yükselmiştir. ($P < 0,001$) (112)

Literatürden çeşitli örnekleri yukarda belirtildiği üzere ; bizim çalışmamızın da gösterdiği sonuç düzensiz astigmatizmalı gözlerde skleral lenslerin etkinliğini gösteren , yüksek konfor sağladığı bilgisini veren birçok çalışma mevcuttur.

Çalışmamızda da 98 hastanın 92' sinde (%93.8) lense uyum sağlama tespit edilmiş olup literatür verileri ile uyumludur.

Bir çalışmada yüksek uyum nedeni olarak skleral kontakt lenslerin duyuşal sinir terminallerinin en yüksek yoğunluğa sahip olduğu oküler yapı olan korneaya temas etmemesine bağlanmıştır. (113)

Ancak skleral kontakt lenslerin üzerine oturduğu konjonktiva ve sklera korneadan daha az uyarılacak duyuşal terminale sahiptir.(113)

Skleral kontakt lensler arasında da görsel iyileşme bireyler arasında farklılık gösterebilir. Bu durumu açıklayabilecek birkaç faktör bulunmaktadır; bunlardan biri vault seçimi olabilir.(114)

Otchere ve ark.'nın yaptığı klinik bir çalışmada, optik koherens tomografi (OCT) ile ölçülen kornea sagittal yüksekliğine 375 μ m eklenerek uyumlandırılan bir skleral kontakt lensin görme keskinliği ile konfor derecelendirmelerinin en iyi kombinasyonunu sağladığını belirtmiştir. (114)

Ancak, Sonsino ve Mathe ve ark.'nın yaptığı 220 μ m'den 600 μ m'ye kadar vault değerlerine sahip skleral kontakt lenslerle uyumlandırılan hastaları içeren

çalışmalarında, vault büyüklüğü ile logMAR görme keskinliği arasında bir ilişki bulamamıştır. Dolayısıyla, skleral kontakt lenslerin keratokonuslu hastalarda sağladığı görme iyileşme düzeyini etkileyen başka faktörler de bulunmaktadır. (115)

Pritikin ve ark. 'nın yaptığı 251 hastanın 445 gözünün dahil edildiği bir çalışmada ; skleral kontakt lens markasının , total çapının ve hangi endikasyonla skleral kontakt lens taktığının lens değiştirme süresine istatistiksel olarak anlamlı olmadığı saptanmıştır.(116)

Bizim yaptığımız çalışma da göstermiştir ki; kullanılan skleral lens markasının , toplam çapının ve endikasyonunun bağımsız olarak görme keskinliğinde artış saptanmış olmasıdır.

Ülkemizden Çubuk ve ark.'nın yaptığı bir olgu sunumunda keratokonus tanılı 5 yıldır skleral kontakt lens kullanan 1 hastada Acontomoeba keratiti tanısının olduğu belirtilmiştir.2020' de yayınlanan bu makale skleral kontakt lens kullanan bir hastadan saptanmış olan 2. Acontomoeba keratiti olgusudur.(117)

Jacobs ve ark. 'nın yaptığı kronik greft versusu host hastalığı için skleral kontakt lens kullanan 33 hastanın çalışmaya alındığı bir kohort derlemesinin hiçbirinde enfektif keratit bulgu saptanmamıştır.(118)

Ancak aynı yazarlar tarafından kalıcı epitel defekti nedenli skleral kontakt lens kullanan 13 hastanın dahil edildiği bir çalışmada ise 4 mikrobiyal keratit vakası tespit etmişler.(119)

Ayrıca , kornea ektazisi nedenli skleral kontakt lens kullanacılarının katıldığı bir çalışmada ise korneal enfeksiyon bulgusu saptanmamıştır. (120)

Tüm kontakt lens çeşitlerinde olduğu gibi skleral kontakt lenslerde de enfeksiyon riski bulunmaktadır. Ancak yapılan çalışmalarda oranın oldukça düşük olduğu belirtilmiştir.

Bizim çalışmamızda ise skleral kontakt lens takan hiçbir hastanın takibinde enfektif şikayet olmamış ve enfektif bulgu saptanmamıştır.

CXL işleminin ; kornea dikliğini azaltarak , görme keskinliğini arttırarak, topografik düzensizlikleri azaltarak, faydalı görsel ve optik özellikleri olduğunu çalışmalar göstermektedir.

Severinsky ve ark. 'nın 9 hastanın 10 gözünü dahil ettiği bir çalışmada ; CXL sonrasında 1-3 ay sonra SHmS skleral kontakt lens uygulaması yapılmış. Görme keskinliğinde skleral kontakt lens sonrası belirgin artış saptanmış. Günde 10 saat skleral kontakt lens kullanımı başarı olarak değerlendirilmiş. Hastaların hiçbirinde 6. ay kontrollerinde korneal ödem , korneal neovaskülarizasyon saptanmamış. Hastaların ortalama Kmax değeri 53.6 olarak saptanmış.(121)

Bizim çalışmamızda da keratokonus zemininde CXL uygulanan hastaların hepsinde görme keskinliklerinde anlamlı artış saptanmıştır.

Lee ve ark.'nın yaptığı çeşitli kornea bozuklukları olan Koreli hastalarda skleral kontakt lens uygulaması sonuçlarını bildirdiği bir çalışmada ; başta keratokonus olmak üzere kimyasal yanık, Peters anomalisi, ,keratoplasi sonrası , fliktenüler, laserasyon tanıları olan hastalar değerlendirilmiş. Hastaların tümünde skleral kontakt lens uygulaması sonrasında görme keskinliğinde artış sağlanmış. (122)

Bizim çalışmamızda da keratokonus ağırlıklı olmak üzere 2 vakamızda da travma öyküsü bulunmaktadır. Tüm bu düzensiz astigmatizma nedenlerinin tedavisinde skleral lenslerin görme keskinliğindeki artış sağlamasını bizim çalışmamızda ortaya koymuştur.

PKP ; çeşitli kornea patolojilerinde hala en iyi seçenek olmaya devam ediyor. Ancak ameliyat sonrası yüksek düzensiz astigmatizma , düzensizlik, anizometropi gibi nedenlerle istenilen görme keskinliğine ulaşılamıyor. Bu devrede skleral kontakt lensler devreye giriyor.

Guilherme ve ark.'nın yaptığı PKP uygulanmış 21 hastanın 27 gözünün dahil edildiği bir çalışmada skleral kontakt lens uygulaması sonrası görme keskinliğinde anlamlı artış saptanmış. PKP endikasyonu olarak en sık neden keratokonus olduğu belirtilmiş. 6 hastada ise enfektif bulgular saptanmış.(123)

KP sonrası skleral kontakt lenslerin etkinliğinin araştırıldığı Hyojin ve ark.'nın yaptığı 2 vakalılık bir derlemede ; PKP uygulanan hastalarda skleral kontakt lens uygulaması sonrası görmede belirgin artış olduğu saptanmış. Asya kökenli bu çalışmada kullanılan skleral kontakt lens toplam çapı ise 14.7 mm olarak seçilmiş.PKP endikasyonları ise ilk hastada delici kesici alet yaralaması sonrası, 2. hastada ise korneal ülser olarak değerlendirilmiş.(124)

Bizim yaptığımız çalışmada da keratokonus zemininde yapılmış olan PKP ve DALK yapılmış hastalarda da skleral kontakt lens uygulaması sonrasında görme keskinliğinde artış saptanmıştır.1 hastamızda da delici kesici alet yaralaması sonrasında PKP yapılmıştı. Sonrasında skleral kontakt lens uygulamasıyla anlamlı görme keskinliği artışı saptandı.

 ntrastromal halka takılması sonrasında skleral kontakt lenslerin etkinliğinin araştırıldığı Dalton ve ark.'nın yaptığı 1 vakanın dahil edildiği çalışmada şiddetli keratokonus için kornea içi halka takılan bir hastanın ; operasyon sonrası astigmatizmasının belirgin azaldığı ancak tatmin edici olmayan bir görme keskinliğine sahip olduğu belirtilmiş. Hastaya 15.8 çaplı skleral kontakt lens uygulanmış. Hastanın düzenli takipler neticesinde 6. ay kontrolünde görme keskinliğinin 0.00 logMAR olduğu belirtilmiş. Skleral kontakt lens takılan her iki gözünde de işlem öncesi olan punktat epiteliyopati ve ağır kuru göz bulgularının tamamen gerilediği belirtilmiş. (125)

Bizim  alışmamızda da 3 hastamızın daha önce ge irilmış kornea içi halka öyküsü bulunmaktaydı. Hastalardan birinde görme keskinliği 0.1 logMAR olduğu için skleral kontakt lens kullanmak istemedi. 1 hastamız skleral kontakt lens uygulaması öncesi 0.2 logMAR olan görme keskinliği 0.00 logMAR seviyesine yükseldi. 1 hastamızda skleral lens kullanım subjektif yakınmalarla lens kullanmak istemediğini belirtti.

Ancak literatürde kornea içi halka takılma sonrası rezidü astigmatizma ile skleral kontakt lens uygulamasının araştırıldığı çok az veri bulunmaktadır. Bu konuda daha çok araştırmaya ihtiyaç olduğu bellidir.

Çalışmamızda kullanılan skleral kontakt lens çapı minimum 15.00 mm ' dir.

Fadel ve ark.'nın ve yaptığı modern skleral lenslerin değerlendirildiği bir derlemede; skleral lens çapının küçük olmasının daha iyi görme keskinliği ile ilişkili olabileceğine dair veriler saptamış. Mini skleral lenslerin kornea tepesini aşmak için daha az sagittal derinliğe ihtiyaç duyduğuna dayandırılmış. Ve böylece daha ince bir açıklık olduğu düşünülmüş. Daha ince bir merkezi açıklık ; artan oksijen iletimi , daha iyi görme keskinliği , daha az kabarcık oluşumu gibi faydaları olduğu düşünülmüş. (126)

Bizim yaptığımız çalışmada ise skleral lenslerin total çapı ile görme keskinliği artışı arasında istatistiksel olarak anlamlı bağlantı saptanmadı.

Hyojin ve ark.'nın çalışmasının Asyalı bir popülasyonda olduğu düşünürse ; daha küçük çaplı skleral kontakt lens kullanılması makul olarak değerlendirilebilir.

Skleral lens kullanımına bağlı olarak görülen yaygın fizyolojik komplikasyonlar arasında hipoksi nedeniyle korneal ödem, neovaskülarizasyon, korneal epitel defektleri, enfeksiyonlar ve solüsyon toksisitesine bağlı sorunlar yer almaktadır. Ayrıca, lense bağlı "midday fogging" (öğle sonrası bulanıklık), protein birikintileri, dev papiller konjonktivit ve hastalığın ilerlemesiyle ortaya çıkan kötü lens uyumu gibi sorunlar da bildirilmiştir. Skleral lens uygulanan hastaların 5 yıllık verilerini inceleyen bir çalışmada, bu lenslerin diğer tasarımlara göre daha iyi görsel sonuçlar sağladığı, daha az inflamatuvar reaksiyona neden olduğu ve ön segment komplikasyonlarının daha az görüldüğü belirtilmiştir. (127)

15 mm ve daha küçük çaplı skleral lenslerin kullanıldığı hasta serilerinde, bu lenslerin kullanım konforu, stabilizasyon ve görsel sonuçlar açısından daha büyük çaplı lenslerle benzer performans sergilediği rapor edilmiştir. Bu lenslerin, korneal yüzey düzensizlikleri ve oküler yüzey problemlerinde etkili bir seçenek olarak kullanılabileceği belirtilmiştir. Skleral lenslerin arka yüzeyi ile korneanın ön yüzeyi arasında yer alan sıvı rezervuarı, korneal düzensizlikleri maskeleyerek tatmin edici görsel sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır. Ancak, ileri evre vakalarda veya lens uyumunun sağlanamadığı durumlarda daha geniş çaplı lenslerin denenmesi önerilmektedir. (128)

Çalışmamızda, hastaların oküler yüzey durumu ve keratokonus evreleri göz önünde bulundurularak 15.0, 16.5 ve 17.0 mm çapındaki üç farklı lens tasarımı değerlendirilmiş ve görsel iyileşme ile kullanım konforu açısından benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Skleral kontakt lensler oküler yüzey hastalıklarının da tedavisinde kullanılır.

Zorlu tıbbi durumlarda, skleral lensler cerrahi müdahaleyi ertelemek veya önlemek amacıyla diğer tedavi yöntemleriyle (örneğin, topikal kayganlaştırıcılar, siklosporin, topikal kortikosteroidler, punktum oklüzyonu, topikal otolog serum, amniyotik membran grefti ve tarsorafi) bir arada kullanılabilir.(129) (130)

Skleral lensler, oküler yüzeyi koruma, sürekli yüzey hidrasyonu sağlama, gözyaşı filmi stabilitesini destekleme ve aynı zamanda ideal görsel düzeltme sunma özellikleriyle, oküler yüzey hastalığı olan hastalar için önemli bir tedavi seçeneği olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca, diğer tedavilerle birlikte kullanılabilme avantajı da bu lenslerin değerini artırmaktadır.(131) (132) (133)

6.SONUÇLAR

Sonuç olarak, skleral kontakt lensler hem erken hem de ileri evre keratokonus hastalarında güvenle tercih edilebilecek, yüksek düzeyde konfor ve optik kalite sunan etkili bir seçenektir. Ancak, skleral lens uygulamalarında başarı sağlanabilmesi için hastalara yeterli zaman ayrılması ve sürecin mutlaka deneyimli bir uzman tarafından gerçekleştirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Skleral kontakt lensler , günümüzde keratokonus başta olmak üzere , pellucid marjinal dejenerasyon, keratoglobus, keratoplasti veya cerrahi sonrası oluşan ektaziler gibi düzensiz kornealarda kullanılmakta ve ayrıca aşırı kuru göz sendromu, Sjögren sendromu, Stevens-Johnson sendromu, skarlı oküler pemfigoid, nörotrofik kornea hastalığı ve atopik keratokonjonktivit gibi ciddi oküler yüzey hastalıkları olan hastalarda sağladığı endikasyonlarla önemli bir etki alanına sahiptir.(134)

Skleral kontakt lensler daha keratokonus için daha önce geçirilmiş KP, CXL işlemleri gibi cerrahi prosedürler sonrasında rezidü düzensiz astigmatizma tedavisinde başarılı olarak uygulanmaktadır. Görme keskinliği skleral kontakt lens sonrası tüm hastalarda görme keskinliğinde artış saptanıp; istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

İntrastromal halka cerrahisi geçiren hastaların rezidü düzensiz astigmatizmalarının tedavisinde de skleral kontakt lensler etkili görsel enstrümanlardan biridir.

Skleral kontakt lens kullanımının bir diğer uygulama alanı da travma nedenli perforasyon tamiri yapılan hastalarda postoperatif korneal düzensiz astigmatizmanın düzeltilmesidir. Bununla ilgili de çalışmamızda hasta bulunmakta olup, örneklem düşüklüğü nedeniyle genelleme yapılamamaktadır. Ancak bilinmektedir ki PKP gibi ciddi düzensiz astigmatizma tedavisinde skleral kontakt lensler en etkili görsel rehabilitasyon araçlarından biridir.

Çalışmamızda skleral kontakt lenslerin toplam çapının ve kullanılan 2 lens markasının görme keskinliği artışı üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi bulunmamaktadır.

7.ÖZET

Düzensiz Astigmatlı Gözlerde Skleral Kontakt Lens Uygulaması Sonuçlarımız

Amaç: Keratokonus başta olmak üzere düzensiz astigmatlı gözlerde skleral kontakt lenslerin etkinliliğini araştırmak.

Materyal ve Metod: Çalışmamız, Akdeniz Üniversitesi Göz hastalıkları Kliniği Kornea ve Kontakt Lens birimine başvuran Ocak 2021- Şubat 2024 tarihleri arasındaki başta keratokonus tanısı olan ve diğer düzensiz astigmatizma nedenleri olan hastalara skleral kontakt lens uygulamamızı kapsamaktadır.

Çalışmamız Akdeniz Üniversitesi Hastanesi Etik Kurulunun TBAEK-636 sayılı kararı ile onayını takiben Helsinki deklarasyonu prensiplerine uygun olarak yapılmıştır.

Hastaların verileri retrospektif olarak değerlendirilmiştir. 98 hastanın 159 gözüne uygulanan skleral kontakt lens sonuçlarını içermektedir. Skleral kontakt lens uygulaması sonrası görme keskinliği değişiklikleri ve görme keskinliğini etkileyebilecek parametreler değerlendirilmiştir. Hastaların skleral kontakt lens öncesi K1,K2, Kmaks,Kort , görme keskinliği, en ince noktadaki kornea kalınlığı ,geçirilmiş oküler cerrahileri , ve lense uyum sağlayıp sağlayamadıkları değerlendirilmiştir.

Bulgular: Skleral kontakt lensler keratokonus başta olmak üzere düzensiz astigmatlı gözlerin tedavisinde önemli bir yer tutmaktadır. CXL, KP veya intrastromal halka gibi daha önce geçirilmiş cerrahi nedenli düzensiz astigmatların tedavisinde de skleral kontakt lensler anlamlı olarak görme keskinliğinde artış sağlarlar. Görme keskinliği artışını araştırdığımız çalışmada 2 farklı marka lens denenmiştir ; lenslerin birbirine üstünlüğü saptanmamıştır. Kullanılan sklerla kontakt lenslerin çaplarının görme keskinliği. Artışı ile ilişkisi saptanmamıştır.Cinsiyet dağılımında %56.1 ile erkek cinsiyet daha önde bulunmuştur . En ince noktadaki kornea kalınlığı minimum 189 maksimum 594 mikron olarak ölçülmüştür. Kmax sağ gözde 58.44, sol gözde ise 57.13 olarak bulunmuştur.

Skleral kontakt lenslere uyum %93.9 olarak bulunmuştur.% 98 hasta oranı ile keratokonus hastalarımızın büyük bir kısmını temsil etmektedir.

Sonuç: Keratokonus başta olmak üzere düzensiz astigmatizmalı gözlerde uygulanan skleral kontakt lensler ile görme keskinliği belirgin olarak artmaktadır. Skleral kontakt lensler uygulaması sonrasında yüksek oranda uyum gösterilen lenslerdir. Hastaların skleral kontakt lens uygulaması sonrasında ; daha önce var olan oküler yüzey şikayetlerinde belirgin olarak azaldığı görülmüştür.

Anahtar Sözcükler: Keratokonus, Düzensiz Astigmatizma, Skleral Kontakt Lens



8.ABSTRACT

Our Outcomes of Scleral Contact Lens Application in Irregular Astigmatic Eyes

Purpose: To investigate the effectiveness of scleral contact lenses in eyes with irregular astigmatism, particularly in cases of keratoconus.

Material and Method : Our study covers the application of scleral contact lenses to patients with keratoconus and other causes of irregular astigmatism who applied to the Cornea and Contact Lens Unit of Akdeniz University Ophthalmology Clinic between January 2021 and February 2024.

Our study was conducted in accordance with the principles of the Declaration of Helsinki following the approval of the Ethics Committee of Akdeniz University Hospital with the decision numbered TBAEK-636.

The data of the patients were evaluated retrospectively. It included the results of 159 eyes of 98 patients with scleral contact lenses. Visual acuity changes after scleral contact lens application and parameters that may affect visual acuity were evaluated. K1, K2, Kmax, K_{ort}, visual acuity, corneal thickness at the thinnest point, previous ocular surgeries, and lens adaptability were evaluated before scleral contact lens application.

Results: Scleral contact lenses have an important place in the treatment of irregular astigmatic eyes, especially keratoconus. Scleral contact lenses also significantly improve visual acuity in the treatment of irregular astigmatism caused by previous surgery such as CXL, CP or intrastromal ring. In the study in which we investigated visual acuity improvement, 2 different brands of lenses were tested; no superiority was found between the lenses. The diameters of the scleral contact lenses used were not found to be related to visual acuity. In the gender distribution, male gender was found to be more prominent with 56.1%. Corneal thickness at the thinnest point was measured as minimum 189 and maximum 594 microns. Kmax was 58.44 in the right eye and 57.13

in the left eye. Compliance with scleral contact lenses was found to be 93.9%, representing a large proportion of our keratoconus patients with a rate of 98%

Conclusion: Visual acuity increases significantly with scleral contact lenses applied in eyes with irregular astigmatism, especially keratoconus. Scleral contact lenses are lenses with a high rate of compliance after the application of scleral contact lenses. After the scleral contact lens application of the patients; It has been observed that the pre-existing ocular surface complaints have decreased significantly.

Keywords: Keratoconus, Irregular Astigmatism, Scleral Contact Lens

9. KAYNAKLAR

1. Kanski&Bowling 2016. In: Kanski&Bowling 2016. 2016.
2. Rabinowitz YS. Keratoconus. *Surv Ophthalmol*. 1998 Jan;42(4):297–319.
3. Belin MW, Meyer JJ, Duncan JK, Gelman R, Borgstrom M. Assessing Progression of Keratoconus and Cross-linking Efficacy: The Belin ABCD Progression Display. *Int J Keratoconus Ectatic Corneal Dis*. 2017 Jun 24;6(1):1–10.
4. Orman G, Fırat PG, Doganay S, Doganay D. Assessment of ganglion cell complex, macular thickness, and optic disc parameters in keratoconus patients. *Saudi Journal of Ophthalmology*. 2020 Oct;34(4):256–60.
5. Koppen C, Kreps EO, Anthonissen L, Van Hoey M, Dhubhghaill SN, Vermeulen L. Scleral Lenses Reduce the Need for Corneal Transplants in Severe Keratoconus. *Am J Ophthalmol*. 2018 Jan;185:43–7.
6. Şengör T, Aydın Kurna S. Update on Contact Lens Treatment of Keratoconus. *Turk J Ophthalmol*. 2020 Aug 1;50(4):234–44.
7. Murphy C, Alvarado J, Juster R. Prenatal and postnatal growth of the human Descemet's membrane. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1984 Dec;25(12):1402–15.
8. Kıvanç SA, G. G. Gözün Embriyolojisi. in *Temel Göz Hastalıkları* (ed. O'Dwyer PA, A. Y.) 3–10 (Güneş Tıp Kitabevi, 2015). In: *Temel Göz Hastalıkları* (ed O'Dwyer, P A Y eds). 2015. p. 3–10.
9. Akova Y, editor. Akova YA. Kornea Hastalıkları, Temel Göz Hastalıkları, Kısım 6. in *Temel Göz Hastalıkları* (ed. O'Dwyer, P. A. Y. eds) 235–238 (Güneş Tıp Kitabevi, 2015). In: *Temel Göz Hastalıkları* (ed O'Dwyer, P A Y eds). 2015. p. 235–8.
10. DelMonte DW, Kim T. Anatomy and physiology of the cornea. *J Cataract Refract Surg*. 2011 Mar;37(3):588–98.
11. Rüfer F, Schröder A, Erb C. White-to-White Corneal Diameter. *Cornea*. 2005 Apr;24(3):259–61.
12. Gipson IK, Yankauckas M, Spurr-Michaud SJ, Tisdale AS, Rinehart W. Characteristics of a glycoprotein in the ocular surface glycocalyx. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1992 Jan;33(1):218–27.

13. American Academy of Ophthalmology Basic and Clinical Science Course 2019-2020 Section:8 External Disease and Cornea. (2019). . In: American Academy of Ophthalmology. 2019.
14. Komai Y, Ushiki T. The three-dimensional organization of collagen fibrils in the human cornea and sclera. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1991 Jul;32(8):2244–58.
15. Cibis, G.W., *Fundamentals and principles of ophthalmology* .2007; American Academy of Ophthalmology) . In.
16. Marshall GE, Konstas AG, Lee WR. Immunogold fine structural localization of extracellular matrix components in aged human cornea. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*. 1991 Mar 1;229(2):157–63.
17. (Mannis, M. J. and H. E. J. *Cornea*. (Elsevier Health Sciences, 2021). . In.
18. (Yanoff, M. D. J. S. *Yanoff Oftalmoloji*. in *Korneal Anatomi, Fizyoloji ve Yara İyileşmesi* 155–159) (Güneş Tıp Kitabevi, 2022). In.
19. Eghrari AO, Riazuddin SA, Gottsch JD. Overview of the Cornea. In 2015. p. 7–23.
20. (Krachmer, Jay H., Mark J. Mannis, and Edward J. Holland. *Cornea e-book*. Elsevier Health Sciences, 2010.) . In 2010.
21. Rapuano , C.J., J. Fishbaugh , and D.J. Strike , Nine point corneal thickness measurements . *Insight (San Fransisco, Calif.)*, 1993.18(4): p.16-22. . In 1993. p. 16–22.
22. Grzybowski A, Mcghee CN. The early history of keratoconus prior to Nottingham's landmark 1854 treatise on conical cornea: a review. *Clin Exp Optom*. 2013 Mar 1;96(2):140–5.
23. Li X, Yaron S Rabinowitz, Karim Rasheed, Huiying Yang. Longitudinal study of the normal eyes in unilateral keratoconus patients. *Ophthalmology*. 2004 Mar;111(3):440–6.
24. Romero-Jiménez M, Santodomingo-Rubido J, González-Méijome JM. The Thinnest, Steepest, and Maximum Elevation Corneal Locations in Noncontact and Contact Lens Wearers in Keratoconus. *Cornea*. 2013 Mar;32(3):332–7.
25. Galvis V, Sherwin T, Tello A, Merayo J, Barrera R, Acera A. Keratoconus: an inflammatory disorder? *Eye*. 2015 Jul 1;29(7):843–59.

26. Nichols JJ, K Steger-May, T B Edrington, K Zadnik. The relation between disease asymmetry and severity in keratoconus. *British Journal of Ophthalmology*. 2004 Jun 1;88(6):788–91.
27. Santodomingo-Rubido J, Carracedo G, Suzaki A, Villa-Collar C, Vincent SJ, Wolffsohn JS. Keratoconus: An updated review. *Contact Lens and Anterior Eye*. 2022 Jun;45(3):101559.
28. Basu S, Vazirani J. Keratoconus: current perspectives. *Clinical Ophthalmology*. 2013 Oct;2019.
29. Fink BA, Wagner H, Steger-May K, Rosenstiel C, Roediger T, McMahon TT, et al. Differences in Keratoconus as a Function of Gender. *Am J Ophthalmol*. 2005 Sep;140(3):459.e1-459.e12.
30. Gomes JAP, Rodrigues PF, Lamazales LL. Keratoconus epidemiology. *Saudi Journal of Ophthalmology*. 2022 Jan;36(1):3–6.
31. Lucas SEM, Burdon KP. Genetic and Environmental Risk Factors for Keratoconus. *Annu Rev Vis Sci*. 2020 Sep 15;6(1):25–46.
32. Pearson AR, Soneji B, Sarvananthan N, Sandford-Smith JH. Does ethnic origin influence the incidence or severity of keratoconus? *Eye*. 2000 Jul;14(4):625–8.
33. Papali'i-Curtin AT, Cox R, Ma T, Woods L, Covello A, Hall RC. Keratoconus Prevalence Among High School Students in New Zealand. *Cornea*. 2019 Nov 15;38(11):1382–9.
34. Assiri AA. Incidence and severity of keratoconus in Asir province, Saudi Arabia. *British Journal of Ophthalmology*. 2005 Nov 1;89(11):1403–6.
35. Ziaei H, Jafarinasab MR, Javadi MA, Karimian F, Poorsalman H, Mahdavi M, et al. Epidemiology of Keratoconus in an Iranian Population. *Cornea*. 2012 Sep;31(9):1044–7.
36. Georgiou T, Funnell CL, Cassels-Brown A, O'Connor R. Influence of ethnic origin on the incidence of keratoconus and associated atopic disease in Asians and white patients. *Eye*. 2004 Apr 7;18(4):379–83.
37. Brookes NH, Loh IP, Clover GM, Poole CA, Sherwin T. Involvement of corneal nerves in the progression of keratoconus. *Exp Eye Res*. 2003 Oct;77(4):515–24.
38. Chen S, Li XY, Jin JJ, Shen RJ, Mao JY, Cheng FF, et al. Genetic Screening Revealed Latent Keratoconus in Asymptomatic Individuals. *Front Cell Dev Biol*. 2021 May 31;9.

39. Bykhovskaya Y, Rabinowitz YS. Update on the genetics of keratoconus. *Exp Eye Res.* 2021 Jan;202:108398.
40. Määttä M, Heljasvaara R, Sormunen R, Pihlajaniemi T, Autio-Harmainen H, Tervo T. Differential Expression of Collagen Types XVIII/Endostatin and XV in Normal, Keratoconus, and Scarred Human Corneas. *Cornea.* 2006 Apr;25(3):341–9.
41. Gumus K, Kahraman N. A New Fitting Approach for Providing Adequate Comfort and Visual Performance in Keratoconus: Soft HydroCone (Toris K) Lenses. *Eye & Contact Lens: Science & Clinical Practice.* 2016 Jul;42(4):225–30.
42. Fukuchi T. Lysosomal Enzyme Activities in Conjunctival Tissues of Patients With Keratoconus. *Archives of Ophthalmology.* 1994 Oct 1;112(10):1368.
43. Sawaguchi S. Lysosomal Enzyme Abnormalities in Keratoconus. *Archives of Ophthalmology.* 1989 Oct 1;107(10):1507.
44. Gordon-Shaag A, Millodot M, Shneor E, Liu Y. The Genetic and Environmental Factors for Keratoconus. *Biomed Res Int.* 2015;2015:1–19.
45. Cristina Kenney M, Brown DJ. The Cascade Hypothesis of Keratoconus. *Contact Lens and Anterior Eye.* 2003 Sep;26(3):139–46.
46. Toprak I, Kucukatay V, Yildirim C, Kilic-Toprak E, Kilic-Erkek O. Increased systemic oxidative stress in patients with keratoconus. *Eye.* 2014 Mar 6;28(3):285–9.
47. Jafri B, Lichter H, Stulting RD. Asymmetric Keratoconus Attributed to Eye Rubbing. *Cornea.* 2004 Aug;23(6):560–4.
48. Bawazeer AM, W G Hodge, B Lorimer. Atopy and keratoconus: a multivariate analysis. *British Journal of Ophthalmology.* 2000 Aug 1;84(8):834–6.
49. Ahuja P, Dadachanji Z, Shetty R, Nagarajan S, Khamar P, Sethu S, et al. Relevance of IgE, allergy and eye rubbing in the pathogenesis and management of Keratoconus. *Indian J Ophthalmol.* 2020;68(10):2067.
50. Delic NC, Lyons JG, Di Girolamo N, Halliday GM. Damaging Effects of Ultraviolet Radiation on the Cornea. *Photochem Photobiol.* 2017 Jul 28;93(4):920–9.
51. Lema I, Sobrino T, Duran JA, Brea D, Diez-Feijoo E. Subclinical keratoconus and inflammatory molecules from tears. *British Journal of Ophthalmology.* 2009 Jun 1;93(6):820–4.

52. Behndig A, Svensson B, Marklund SL, Karlsson K. Superoxide dismutase isoenzymes in the human eye. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1998 Mar;39(3):471–5.
53. Bureau J, Fabre EJ, Hecquet C, Pouliquen Y, Lorans G. Modification of prostaglandin E2 and collagen synthesis in keratoconus fibroblasts, associated with an increase of interleukin 1 alpha receptor number. *C R Acad Sci III.* 1993;316(4):425–30.
54. WILSON SE, HE YG, WENG J, LI Q, McDOWALL AW, VITAL M, et al. Epithelial Injury Induces Keratocyte Apoptosis: Hypothesized Role for the Interleukin-1 System in the Modulation of Corneal Tissue Organization and Wound Healing. *Exp Eye Res.* 1996 Apr;62(4):325–38.
55. Mathew JH, Goosey JD, Bergmanson JPG. Quantified Histopathology of the Keratoconic Cornea. *Optometry and Vision Science.* 2011 Aug;88(8):988–97.
56. Hollingsworth JG, Bonshek RE, Efron N. Correlation of the Appearance of the Keratoconic Cornea In Vivo by Confocal Microscopy and In Vitro by Light Microscopy. *Cornea.* 2005 May;24(4):397–405.
57. Sherwin T, Brookes NH. Morphological changes in keratoconus: pathology or pathogenesis. *Clin Exp Ophthalmol.* 2004 Apr 8;32(2):211–7.
58. Morishige N, Wahlert AJ, Kenney MC, Brown DJ, Kawamoto K, Chikama TI, et al. Second-harmonic imaging microscopy of normal human and keratoconus cornea. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2007 Mar;48(3):1087–94.
59. Erie JC, Patel S V, McLaren JW, Nau CB, Hodge DO, Bourne WM. Keratocyte density in keratoconus. A confocal microscopy studyaaInternetAdvance publication at ajo.com Sept 17, 2002. *Am J Ophthalmol.* 2002 Nov;134(5):689–95.
60. Khaled ML, Helwa I, Drewry M, Seremwe M, Estes A, Liu Y. Molecular and Histopathological Changes Associated with Keratoconus. *Biomed Res Int.* 2017;2017:1–16.
61. Sinjab MM. Keratoconus: A historical and prospective review. *Oman J Ophthalmol.* 2023 Sep;16(3):401–14.
62. Romero-Jiménez M, Santodomingo-Rubido J, Wolffsohn JS. Keratoconus: A review. *Contact Lens and Anterior Eye.* 2010 Aug;33(4):157–66.

63. Cavas-Martínez F, De la Cruz Sánchez E, Nieto Martínez J, Fernández Cañavate FJ, Fernández-Pacheco DG. Corneal topography in keratoconus: state of the art. *Eye and Vision*. 2016 Dec 22;3(1):5.
64. Swartz T, Marten L, Wang M. Measuring the cornea: the latest developments in corneal topography. *Curr Opin Ophthalmol*. 2007 Jul;18(4):325–33.
65. Naderan M, Jahanrad A, Farjadnia M. Clinical biomicroscopy and retinoscopy findings of keratoconus in a Middle Eastern population. *Clin Exp Optom*. 2018 Jan 1;101(1):46–51.
66. Perry HD, Buxton JN, Fine BS. Round and Oval Cones in Keratoconus. *Ophthalmology*. 1980 Sep;87(9):905–9.
67. Krumeich JH, Daniel J, Knülle A. Live-epikeratophakia for keratoconus. *J Cataract Refract Surg*. 1998 Apr;24(4):456–63.
68. Peña-García P, Sanz-Díez P, Durán-García ML. Keratoconus Management Guidelines. *Int J Keratoconus Ectatic Corneal Dis*. 2015 Apr;4(1):1–39.
69. Belin M, Duncan J. Keratoconus: The ABCD Grading System. *Klin Monbl Augenheilkd*. 2016 Jan 20;233(06):701–7.
70. Sandali O, El Sanharawi M, Temstet C, Hamiche T, Galan A, Ghouali W, et al. Fourier-Domain Optical Coherence Tomography Imaging in Keratoconus. *Ophthalmology*. 2013 Dec;120(12):2403–12.
71. Kim KH, Mian SI. Refractive approaches to visual rehabilitation in patients with keratoconus. *Curr Opin Ophthalmol*. 2020 Jul;31(4):261–7.
72. Weed KH, MacEwen CJ, McGhee CNJ. The Dundee University Scottish Keratoconus Study II: a prospective study of optical and surgical correction. *Ophthalmic and Physiological Optics*. 2007 Nov 19;27(6):561–7.
73. ZADNIK K, BARR JT, STEGER-MAY K, EDRINGTON TB, MCMAHON TT, GORDON MO. Comparison of Flat and Steep Rigid Contact Lens Fitting Methods in Keratoconus. *Optometry and Vision Science*. 2005 Dec;82(12):1014–21.
74. Jinabhai A, Radhakrishnan H, Tromans C, O'Donnell C. Visual performance and optical quality with soft lenses in keratoconus patients. *Ophthalmic and Physiological Optics*. 2012 Mar 24;32(2):100–16.
75. Şengör T, Aydın Kurna S. Update on Contact Lens Treatment of Keratoconus. *Turk J Ophthalmol*. 2020 Aug 1;50(4):234–44.

76. Zadnik K, Barr JT, Edrington TB, Everett DF, Jameson M, McMahon TT, et al. Baseline findings in the Collaborative Longitudinal Evaluation of Keratoconus (CLEK) Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1998 Dec;39(13):2537–46.
77. Gomes JAP, Tan D, Rapuano CJ, Belin MW, Ambrósio R, Guell JL, et al. Global Consensus on Keratoconus and Ectatic Diseases. *Cornea*. 2015 Apr;34(4):359–69.
78. Negishi K, Kumanomido T, Utsumi Y, Tsubota K. Effect of Higher-Order Aberrations on Visual Function in Keratoconic Eyes with a Rigid Gas Permeable Contact Lens. *Am J Ophthalmol*. 2007 Dec;144(6):924-929.e1.
79. Kymes SM, Walline JJ, Zadnik K, Gordon MO. Quality of life in keratoconus. *Am J Ophthalmol*. 2004 Oct;138(4):527–35.
80. Barnett M, Mannis MJ. Contact Lenses in the Management of Keratoconus. *Cornea*. 2011 Dec;30(12):1510–6.
81. Soft and Hard Contact Lenses Worn in Combination : Optometry and Vision Science.
82. Rodd AB, Cooper-White JJ, Dunstan DE, Boger DV. Polymer concentration dependence of the gel point for chemically modified biopolymer networks using small amplitude oscillatory rheometry. *Polymer (Guildf)*. 2001 Apr;42(8):3923–8.
83. Nau AC. A Comparison of Synergeyes Versus Traditional Rigid Gas Permeable Lens Designs for Patients With Irregular Corneas. *Eye & Contact Lens: Science & Clinical Practice*. 2008 Jul;34(4):198–200.
84. Pearson RM, Efron N. Hundredth anniversary of August Müller’s inaugural dissertation on contact lenses. *Surv Ophthalmol*. 1989 Sep;34(2):133–41.
85. Michaud L, Lipson M, Kramer E, Walker M. The official guide to scleral lens terminology. *Contact Lens and Anterior Eye*. 2020 Dec;43(6):529–34.
86. VISSER ES, VISSER R, VAN LIER HJJ. Advantages of Toric Scleral Lenses. *Optometry and Vision Science*. 2006 Apr;83(4):233–6.
87. Compañ V, Oliveira C, Aguilera-Arzo M, Mollá S, Peixoto-de-Matos SC, González-Méijome JM. Oxygen Diffusion and Edema With Modern Scleral Rigid Gas Permeable Contact Lenses. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 2014 Oct 14;55(10):6421.

88. Segal O, Barkana Y, Hourovitz D, Behrman S, Kamun Y, Avni I, et al. Scleral Contact Lenses May Help Where Other Modalities Fail. *Cornea*. 2003 May;22(4):308–10.
89. Rathi VM, Taneja M, Dumpati S, Mandathara PS, Sangwan VS. Role of Scleral Contact Lenses in Management of Coexisting Keratoconus and Stevens–Johnson Syndrome. *Cornea*. 2017 Oct 26;36(10):1267–9.
90. Baran I, Bradley JA, Alipour F, Rosenthal P, Le HG, Jacobs DS. PROSE treatment of corneal ectasia. *Contact Lens and Anterior Eye*. 2012 Oct;35(5):222–7.
91. Schornack MM, Patel S V. Scleral Lenses in the Management of Keratoconus. *Eye & Contact Lens: Science & Clinical Practice*. 2010 Jan;36(1):39–44.
92. Burcu A. Keratokonus Tedavisinde Güncel Girişimsel Yöntemler. *Türk Oftalmol Derg*. 2013 Sep 5;43(4):263–9.
93. Choi M, Kim J, Kim EK, Seo KY, Kim T im. Comparison of the Conventional Dresden Protocol and Accelerated Protocol With Higher Ultraviolet Intensity in Corneal Collagen Cross-Linking for Keratoconus. *Cornea*. 2017 May 22;36(5):523–9.
94. Sorkin N, Varssano D. Corneal Collagen Crosslinking: A Systematic Review. *Ophthalmologica*. 2014;232(1):10–27.
95. Çağın N, SMM. Sinjab, M. M. Keratokonus Tedavisine Pratik Yaklaşım. (Springer, 2014). In: *Keratokonus Tedavisine Pratik Yaklaşım*. 2014.
96. Meek KM, Hayes S. Corneal cross-linking – a review. *Ophthalmic and Physiological Optics*. 2013 Mar 13;33(2):78–93.
97. Cohen E. BASELINE FACTORS PREDICTIVE OF INCIDENT PENETRATING KERATOPLASTY IN KERATOCONUS. *Evidence-Based Ophthalmology*. 2007 Apr;8(2):86–7.
98. Jonker SR, Berendschot TJM, Saelens IY, Bauer NC, Nuijts RMA. Phakic intraocular lenses: An overview. *Indian J Ophthalmol*. 2020;68(12):2779.
99. At the Forefront of the IOL Revolution. *J Cataract Refract Surg*. 1997 Apr;23(3):306–7.
100. Atalay E, Özalp O, Erol MA, Bilgin M, Yıldırım N. A Combined Biomechanical and Tomographic Model for Identifying Cases of Subclinical Keratoconus. *Cornea*. 2020 Apr 15;39(4):461–7.

101. Krachmer JH. Pellucid Marginal Corneal Degeneration. *Archives of Ophthalmology*. 1978 Jul 1;96(7):1217–21.
102. Jinabhai A, Radhakrishnan H, O'Donnell C. Pellucid corneal marginal degeneration: A review. *Contact Lens and Anterior Eye*. 2011 Apr;34(2):56–63.
103. Snell, R.S. and M.A. Lemp , Development of the eye and ocular appendages. *Clinical anatomy of the eye*, 1997: p.1-20.) . In 1997. p. 1–20.
104. Wallang BS, Das S. Keratoglobus. *Eye*. 2013 Sep 28;27(9):1004–12.
105. Rosenthal P, Croteau A. Fluid-Ventilated, Gas-Permeable Scleral Contact Lens Is an Effective Option for Managing Severe Ocular Surface Disease and Many Corneal Disorders That Would Otherwise Require Penetrating Keratoplasty. *Eye & Contact Lens: Science & Clinical Practice*. 2005 May;31(3):130–4.
106. Vincent SJ, Fadel D. Optical considerations for scleral contact lenses: A review. *Contact Lens and Anterior Eye*. 2019 Dec;42(6):598–613.
107. Vincent SJ, Alonso-caneiro D, Collins MJ. Optical coherence tomography and scleral contact lenses: clinical and research applications. *Clin Exp Optom*. 2019 May 1;102(3):224–41.
108. Formisano M, Franzone F, Alisi L, Pistella S, Spadea L. Effects of Scleral Contact Lenses for Keratoconus Management on Visual Quality and Intraocular Pressure. *Ther Clin Risk Manag*. 2021 Jan;Volume 17:79–85.
109. Bergmanson JPG, Walker MK, Johnson LA. Assessing Scleral Contact Lens Satisfaction in a Keratoconus Population. *Optometry and Vision Science*. 2016 Aug;93(8):855–60.
110. Bergmanson JPG, Walker MK, Johnson LA. Assessing Scleral Contact Lens Satisfaction in a Keratoconus Population. *Optometry and Vision Science*. 2016 Aug;93(8):855–60.
111. Nguyen MTB, Thakrar V, Chan CC. EyePrintPRO therapeutic scleral contact lens: indications and outcomes. *Canadian Journal of Ophthalmology*. 2018 Feb;53(1):66–70.
112. Sidi Mohamed Hamida A, Marta GB, Pedro RF, Piñero DP. Characterization and prediction of the clinical result with a specific model of mini-scleral contact lens in corneas with keratoconus. *Eye Vis (Lond)*. 2022 Oct 6;9(1):39.
113. Azar DT. Corneal angiogenic privilege: angiogenic and antiangiogenic factors in corneal avascularity, vasculogenesis, and wound healing (an American

- Ophthalmological Society thesis). *Trans Am Ophthalmol Soc.* 2006;104:264–302.
114. Otchere H, Jones L, Sorbara L. The Impact of Scleral Contact Lens Vault on Visual Acuity and Comfort. *Eye & Contact Lens: Science & Clinical Practice.* 2018 Nov;44(2):S54–9.
 115. Sonsino J, Mathe DS. Central Vault in Dry Eye Patients Successfully Wearing Scleral Lens. *Optometry and Vision Science.* 2013 Sep;90(9):e248–51.
 116. Pritikin E, Rodman J, Chiu GB. Average Scleral Lens Replacement Period at a Tertiary Care Hospital. *Eye & Contact Lens: Science & Clinical Practice.* 2023 Jul 27;
 117. Cubuk MO, Al FD, Usluca S, Bilgihan K. Acanthamoeba Keratitis Associated with Scleral Contact Lens Use in a Keratoconus Patient. *Beyoglu eye journal.* 2020;5(1):53–6.
 118. Jacobs DS, Rosenthal P. Boston Scleral Lens Prosthetic Device for Treatment of Severe Dry Eye in Chronic Graft-Versus-Host Disease. *Cornea.* 2007 Dec;26(10):1195–9.
 119. Rosenthal P, Cotter JM, Baum J. Treatment of persistent corneal epithelial defect with extended wear of a fluid-ventilated gas-permeable scleral contact lens. *Am J Ophthalmol.* 2000 Jul;130(1):33–41.
 120. Baran I, Bradley JA, Alipour F, Rosenthal P, Le HG, Jacobs DS. PROSE treatment of corneal ectasia. *Contact Lens and Anterior Eye.* 2012 Oct;35(5):222–7.
 121. Severinsky B, Wajnsztajn D, Frucht-pery J. Silicone hydrogel mini-scleral contact lenses in early stage after corneal collagen cross-linking for keratoconus: a retrospective case series. *Clin Exp Optom.* 2013 Nov 1;96(6):542–6.
 122. Lee KE, Moon SY, Nam S, Jang JH, Kim JY, Tchah H, et al. Scleral Lens Applications Focused on Korean Patients with Various Corneal Disorders. *Korean Journal of Ophthalmology.* 2023 Apr 5;37(2):157–65.
 123. Rocha GA do N, Miziara POB, Castro ACV de, Rocha AA do N. Visual rehabilitation using mini-scleral contact lenses after penetrating keratoplasty. *Arq Bras Oftalmol.* 2017;80(1).
 124. Kim H, Yanase Park T, Joo CK. Mini-Scleral Contact Lens for Asian Eyes Post-Penetrating Keratoplasty with Smaller Palpebral Aperture: Case Reports. *Clin Optom (Auckl).* 2021 May;Volume 13:161–6.

125. Dalton K, Sorbara L. Fitting an MSD (Mini Scleral Design) rigid contact lens in advanced keratoconus with INTACS. *Contact Lens and Anterior Eye*. 2011 Dec;34(6):274–81.
126. Fadel D. Modern scleral lenses: Mini versus large. *Contact Lens and Anterior Eye*. 2017 Aug;40(4):200–7.
127. Fuller DG, Wang Y. Safety and Efficacy of Scleral Lenses for Keratoconus. *Optometry and Vision Science*. 2020 Sep;97(9):741–8.
128. Porcar E, Montalt JC, España-Gregori E, Peris-Martínez C. Fitting Scleral Lenses Less Than 15 mm in Diameter: A Review of the Literature. *Eye & Contact Lens: Science & Clinical Practice*. 2020 Mar;46(2):63–9.
129. Donnenfeld ED, Selkin BA, Perry HD, Moadel K, Selkin GT, Cohen AJ, et al. Controlled Evaluation of a Bandage Contact Lens and a Topical Nonsteroidal Anti-inflammatory Drug in Treating Traumatic Corneal Abrasions. *Ophthalmology*. 1995 Jun;102(6):979–84.
130. Jeng BH. Use of Autologous Serum in the Treatment of Ocular Surface Disorders. *Archives of Ophthalmology*. 2011 Dec 1;129(12):1610.
131. Rosenthal P, Croteau A. Fluid-Ventilated, Gas-Permeable Scleral Contact Lens Is an Effective Option for Managing Severe Ocular Surface Disease and Many Corneal Disorders That Would Otherwise Require Penetrating Keratoplasty. *Eye & Contact Lens: Science & Clinical Practice*. 2005 May;31(3):130–4.
132. Visser ES, Visser R, van Lier HJJ, Otten HM. Modern Scleral Lenses Part I: Clinical Features. *Eye & Contact Lens: Science & Clinical Practice*. 2007 Jan;33(1):13–20.
133. Lim P, Ridges R, Jacobs DS, Rosenthal P. Treatment of Persistent Corneal Epithelial Defect With Overnight Wear of a Prosthetic Device for the Ocular Surface. *Am J Ophthalmol*. 2013 Dec;156(6):1095–101.
134. Alipour F, Jabarvand Behrouz M, Samet B. Mini-scleral lenses in the visual rehabilitation of patients after penetrating keratoplasty and deep lamellar anterior keratoplasty. *Contact Lens and Anterior Eye*. 2015 Feb;38(1):54–8.



























