

2007-2008

Klinik Optik



**AMERICAN ACADEMY
OF OPHTHALMOLOGY**

The Eye M.D. Association

CİLT

3

Temel ve Klinik Bilimler Kursu



GÜNEŞ TIP KİTABEVLERİ

Klinik Optik

Cilt 3

2007-2008

(Son güncelleme 2005-2006)

Çeviri Editörü

Prof. Dr. Pınar Aydın O'Dwyer



GÜNEŞ TIP KİTABEVLERİ

Çeviri Editörünün Önsözü

Değerli Meslekdaşlarım,

Şu anda elinizde tuttuğunuz kitap **Amerikan Göz Akademisi'nin** (American Academy of Ophthalmology) 13 ciltlik Temel ve Klinik Bilimler Kursu dizisinin üçüncüsüdür. Konularının uzmanlarınca son derece titiz bir çalışmayla hazırlanmış olan bu dizi oftalmoloji alanında “olmazsa olmaz” bilgileri içermektedir. Hem daima güncelleniyor olması hem de içinde başvuru kaynakları içermesi açısından eşsiz bir kaynak ve güvenilir bir dosttur.

İlk çağlardan bu yana kendisi de bir fotoğraf makinası olan göz'ün işleyişini anlamak ve görme yetisini en yüksek düzeye çıkarabilmek için Optik, araştırmacıların ilgilendiği bir konu olmuştur. Günümüzde optik bilgisi ve uygulama becerisi, hemen her göz doktorunun deyim yerindeyse “ekmek kapısı” durumundadır. Optik konusundaki bilgiler gerek mükemmel muayene ve tanı gerekse üst düzey görme sağlayabilmek açısından gerekli ana anahtardır. Mesleğe başladığınız andan itibaren sık sık tekrar başvuracağınız bu cildi dikkat ve zaman vererek okumanızı içtenlikle öneririm.

Onbeş meslekdaşımız bu cildi sizler için üç ay gibi son derece kısa bir sürede temiz bir Türkçe ile çevirdiler. Üç ay bilgilerin eskimemesi açısından kısa bir süre ama bir genç kişinin yaşamı için bir çok değişiklik olabilecek kadar uzun bir süre. Bu süre içinde evlenen, çocuğu olan, asistanken uzman olan, zorunlu hizmetini bitirenler de oldu. Yaşamlarında birçok değişiklik olurken çevirileri zamanında ve en güzel şekliyle yapmaları için kendilerine emekleri için, yakınlarına da sabırları için sizler adına çok teşekkür ediyorum.

Amerikan Göz Akademisi'nin başkanı Prof. Dr. H. Dunbar Hoskins, Jr. ile genel müdürü David J. Noonan'a ve çeviri bölümü sorumlusu Warren Drabek'e destek ve güvenleri için teşekkür ediyorum.

Güneş Tıp Kitabevleri Sahipleri Murat Yılmaz ve Polat Yılmaz'a, Yayın Koordinatörü Nuran Karacan'a, Kurumsal İletişim Sorumlusu Ayşegül Şahin'e ve dizgi ve düzenlemesini yapan İhsan Ağın'a beraber çıktığımız bu uzun yoldaki güven, emek ve titiz çalışmaları için içtenlikle teşekkür ediyorum.

Bu cilt üçüncü adım, devamı geliyor. Hep yanınızda olabilmek dileği ve sevgilerimle,

Prof. Dr. Pınar Aydın O'Dwyer
Çeviri Editörü

Çeviriye Katkıda Bulunanlar

Doç. Dr. Mehmet Akif Acar

*S.B. Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi
2. Göz Kliniği*

Uzm. Dr. Reis Avşar

Selçuk Devlet Hastanesi, Göz Bölümü

Uzm. Dr. Doğan Ceyhan

Van Asker Hastanesi

Arş. Gör. Dr. Nihal Demir

*S. B. Ankara Numune Eğitim ve Araştırma
Hastanesi 1. Göz Kliniği*

Uzm. Dr. Elif Demirkılınc Biler

*İzmir Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi
2. Göz Kliniği*

Uzm. Dr. Serdar Dervişoğulları

*Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi
Konya, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı*

Doç. Dr. Sait Eğrilmez

*Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi
Göz Hastalıkları Anabilim Dalı*

Uzm. Dr. Kubilhan Elmas

Kudret Göz Hastanesi

Uzm. Dr. Orhan Erden

*Ankara Atatürk Göğüs Hastalıkları ve Göğüs
Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi
Göz Kliniği*

Doç. Dr. Sedef Kutluk

*S. B. Ankara Numune Eğitim ve Araştırma
Hastanesi 1. Göz Kliniği*

Uzm. Dr. Sezin Özdoğan Erkul

Nizip Devlet Hastanesi Göz Hastalıkları Kliniği

Doç. Dr. Deniz Somer

*S.B. Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi
Göz Hastalıkları Kliniği*

Doç. Dr. Önder Üretmen

*Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi
Göz Hastalıkları Anabilim Dalı*

Doç. Dr. Turgut Yılmaz

Serbest Hekim, Elazığ

Uzm. Dr. Ulviye Yiğit

*S.B. Şişli Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi
2. Göz Kliniği*

İçindekiler

Çeviri Editörü Önsözü	vi
Çeviriye Katkıda Bulunanlar	vii
Genel Giriş	xv
Çeviri: Dr. Nihal Demir	
Amaçlar	1

1 Optik Fizik

Çeviri: Dr. Turgut Yılmaz

Dalga Teorisi	3
Işığın Foton (Partikül) Görünümü	7
Girişim ve Uyumluluk (İnterferans ve Koherans)	7
Girişim ve Uyumluluğun Uygulaması	8
Kutuplaşma (Polarizasyon)	10
Kutuplaşmanın Uygulaması	10
Kırınım (Difraksiyon)	11
Saçılma (Scatter)	12
Yansıtma (Refleksiyon)	13
İletim ve Emilme (Transmisyon ve Absorpsiyon)	14
Aydınlatma (İllüminasyon)	14
Laser Esasları	17
Laser Işığının Özellikleri	17
Laserlerin Unsurları	19
Laser Kaynakları	22
Laser-Doku Etkileşimi	23

2 Geometrik Optik

Çeviri: Dr. Reis Avcı, Dr. Sait Eğrilmez

İğne Deliği (Pinhole) Görüntüleme	25
Mercekler ve Aynalar ile Görüntüleme	28
Cisim Özellikleri	30
Görüntü Özellikleri	30
Büyütme	30
Görüntü Konumu	34
Odak Derinliği	35
Görüntü Kalitesi	36
Parlaklık ve Aydınlanma (İrradiyans)	39
Işık Yayılması (Propagasyon)	39
Optik Ortam ve Kırılma (Refraktif İndeksi (Göstergesi)	39
Doğrusal Yayılma Kanunu	41
Optik Arayüzler (Interface)	41
Aynasal Yansıma: Yansıma Kanunu	42
Aynasal İletim (Speküler Transmisyon): Kırılma Kanunu	44
Dik Geliş (Normal Incidence)	46
Toplam İçsel Yansıtma (Total İnternal Refleksiyon)	47

Dağılma (Dispersiyon)	49
Eğri Yüzeylerde Yansıma ve Kırılma	51
Fermat İlkesi	51
Tek Bir Kırıcı Yüzey Kullanılarak Stigmatik Görüntüleme	53
Birinci Düzey Optik	55
Görüntü Kalitesini Görmezden Gelme (Ignoring Image Quality)	56
Paraksiyel (Optik eksene yakın) Yuvarlama	56
Küçük Açı Yuvarlaması (Aproksimasyon)	58
Mercek Üreticisi Denklemi	60
Oftalmik Mercekler	62
Verjans ve İndirgenmiş Verjans	62
Tek Bir Kırıcı Yüzey İçin Transvers Büyütme	65
İnce Mercek Yuvarlaması (İnce Lens Aproksimasyonu)	66
Mercek Kombinasyonları	67
Sanal Görüntüler ve Cisimler	67
Odak Noktaları (Focal Points) ve Düzlemler	69
Dışbükey Merceklerde Paraksiyel Işın Rotalarını Belirleme	71
İçbükey Mercekler	72
İçbükey Küresel Merceklerde Paraksiyel Işın Rotası Çizimi	74
Sonsuzdaki Cisimler ve Görüntüler	74
Ana Düzlemler ve Noktalar	75
Bilinmeyen Bir Optik Sistemin Oluşturulması	76
Kalın Mercekler	78
Odak Uzaklıkları	79
Gauss İndirgemesi (Gauss Redüksiyon)	80
Knapp Kanunu, Badal İlkesi ve Lensmetre	80
Odaksız Sistemler (Afokal Sistemler)	81
Oftalmik Prizmalar	84
Düz Paralel Tabaka (Plane Parallel Plate)	84
Sapma Açısı (Deviasyon açısı)	84
Prizma Dioptrisi	85
Prizmalar ile Görüntü Yerinin Değiştirilmesi	86
Merceklerin Prizmatik Etkisi (Prentice Kuralı)	87
Prizmaların Vektöryel Toplaması	88
Prizma Sapmaları	89
Fresnel Prizmaları	89
Aynalar	90
Yansıtma Gücü (Reflecting Power)	90
Görüntü Boşluğunun Tersine Çevrilmesi (Reversal of Image Space)	90
Aynalar için Merkezi Işın	91
Verjans Hesaplamaları	92
Optik Sapmalar (Aberasyonlar)	93
Düzenli Astigmatizma	93
Transpozisyon	98
Sferosilindirik Merceklerin Birleştirilmesi (Kombinasyonu)	99
Silindirlerin Oblik Eksende Birleştirilmesi	100
Küresel Sapma (Sferik Aberasyon)	101
Renksel Sapma (Kromatik Aberasyon)	102

3	İnsan Gözünün Optiği	105
	<i>Çeviri: Dr. Elif Demirkılınc Biler</i>	
	Bir Optik Sistem Olarak İnsan Gözü	105
	Şematik Göz	105
	Gözün Önemli Hatları	108
	Pupilla Boyutu ve Görsel Çözünürlüğe Etkisi	109
	Görme Keskinliği	111
	Kontrast Duyarlılık ve Kontrast Duyarlılık Fonksiyonu	112
	Gözün Refraktif Durumları	115
	Kırma Kusurlarının Epidemiyolojisi	119
	Gelişimsel Miyopi	120
	Gelişimsel Hipermetropi	122
	Kırma Kusurlarının Önlenmesi	122
	Kırma Kusurlarının Tedavisi	123
4	Klinik Refraksiyon	125
	<i>Çeviri: Dr. Kubilhan Elmas</i>	
	Objektif Refraksiyon: Retinoskopi	125
	Konumlandırma ve Hizalama	126
	Sabitleme ve Sisleme	126
	Retina Reflesi	126
	Düzeltilici Mercek	128
	Nötraliteyi Bulmak	129
	Düzenli Astigmatın Retinoskopisi	129
	Retinoskopik Refle Sapmaları	133
	Retinoskopi Özeti	133
	Sübjektif Refraksiyon Teknikleri	134
	Astigmat Kadranı Tekniği	134
	Çapraz Silindir Tekniği	136
	Çapraz Silindir Refraksiyonun Özeti	139
	Sferik Düzeltme	139
	Binoküler Denge	140
	Sikloplejik ve Sikloplejik Olmayan (Bariz) Refraksiyon	141
	Aşırı Refraksiyon	142
	Ametropilerin Gözlükle Düzeltilmesi	143
	Sferik Düzeltme Mercekleri ve Uzak Nokta Kavramı	143
	Verteks (Tepe) Mesafesi	143
	Silindirik Mercekler ve Uzak Nokta Kavramı	145
	Çocuklarda Tedavi	145
	Miyopi	146
	Hipermetropi	146
	Anizometropi	147
	Klinik Uyum (Akomodasyon) Sorunları	147
	Presbiyopi	147
	Uyum (Akomodasyon) Yetersizliği	147
	Aşırı Uyum (Akomodasyon)	148
	Akomodatif Konverjans/Akomodasyon Oranı (AC/A)	148
	Gözlük ve Kontakt Lens Düzeltmesinin	
	Uyum ve Konverjansa Etkisi	149
	Çok Odaklı Gözlük Reçeteleri	150
	İki Odaklı Ek Gücünü Tespit Etmek	150

İki Odaklı Mercek Türleri	152
Üç Odaklı Mercekler	152
Geçişli Mercekler	152
Prentice Kuralı ve İki Odak Tasarımı	155
Mesleki ve Okuma Gözlüğü	163
Özel Mercek Tedavileri	164
Afakik Mercekler	164
Emici (Absorptif) Mercekler	165
Özel Mercek Malzemeleri	168
Prizmaların Tedavi Amaçlı Kullanımı	169
Tek Gözle Diplopi	170
5 Kontakt Lensler	173
<i>Çeviri: Dr. Ulviye Yiğit</i>	
Giriş	173
Kontakt Lens Sözlüğü	174
Kontakt Lens Optiklerinin Klinik Olarak Önemli Özellikleri	177
Görme Alanı	177
Görüntü Boyutu	177
Akomodasyon	179
Konverjans İhtiyacı	180
Gözyaşı Lensi	180
Astigmatizmanın Düzeltilmesi	181
Presbiyopinin Düzeltilmesi	182
Kontakt Lens Materyalleri ve Üretimi	183
Materyaller	183
Üretim	185
Hasta Muayenesi ve Kontakt Lens Seçimi	186
Hasta Muayenesi	186
Kontakt Lens Seçimi	186
Kontakt Lens Uygulaması	189
Yumuşak Kontakt Lensler	189
RGP Kontakt Lensleri	191
Torik Yumuşak Kontakt Lensler	195
Bifokal Kontakt Lensler	198
Keratokonus ve Anormal Kornea	199
Gaz Geçirgen Skleral Kontakt Lensler	200
Terapötik Lens Kullanımı	202
Ortokeratoloji ve Korneal Yeniden Şekillendirme	203
Kişiyi Özel Kontakt Lensler ve Wavefront (Dalga Önü) Teknolojisi	205
Kontakt Lens Bakımı ve Solüsyonlar	206
Kontakt Lense Bağlı Problemler ve Komplikasyonlar	207
Kornea	207
Kırmızı Göz	209
Kontakt Lens Bakımında HIV Geçişİ	211
Federal Yasa ve Kontakt Lensler	211
6 Göziçi Mercekleri	213
<i>Çeviri: Dr. Sezin Özdoğan Erkul, Dr. Önder Üretmen</i>	
Göziçi Mercekleri Çeşitleri	213
Ön Kamara Mercekleri	214

Arka Kamara Mercekleri	215
Göziçi Merceklerinin Optik Olarak Değerlendirilmesi	215
Görüntü Büyümesi	216
Göziçi Merceği Gücünün Seçimi	216
Piggyback (üstüste) Göziçi Mercekleri	221
Kornea Refraktif Cerrahisi Sonrası Göziçi Merceği Gücü	221
Merceğe Bağlı Görsel Bozukluklar	222
Sferik Olmayan Optik Değerler	224
Göziçi Merceği Standartları	225
Mültifokal Göziçi Mercekleri	225
Mültifokal Göziçi Mercek Tipleri	226
Mültifokal Göziçi Merceklerinin Klinik Sonuçları	228
Akomodatif Göziçi Mercekleri	229
7 Refraktif Cerrahide Optik Değerlendirme	231
Çeviri: Dr. Mehmet Akif Acar	
Kornea Şekli	231
Kappa Açısı	235
Pupilla Çapı	235
Düzensiz Astigmatizma	236
Wavefront (Dalga Önü) Analizi	237
Düzensiz Astigmatizma Nedenleri	241
Sonuç	242
8 Görsel Rehabilitasyon	243
Çeviri: Dr. Orhan Erden, Dr. Serdar Dervişoğulları	
Görme Bozukluğu Epidemiyolojisi	244
Az Görmeye Önemli Tanımlar	244
Yasal Körlük	245
Az Görme	245
Görsel İşlev	245
İşlevsel Görme Bozukluklarının Sınıflandırılması	246
Bulanık Ortam	246
Santral Alan Bozuklukları	246
Çevresel Alan Bozuklukları	248
Hastanın Değerlendirilmesi	248
İşlevsel Öykü	248
Görsel İşlevinin Ölçülmesi	249
Hastaların Daha İyi İşlev Görmesine Yardımcı Olmak	254
Refraksiyon	254
Uzak Gözlükleri	254
Büyütme Sağlayan Optik Yardım Cihazları	254
Optik Olmayan Cihazlar	260
Kontrast Arttırmak	263
Işıklandırma ve Kamaşma Denetimi	264
Eğitim ve Öğretim	264
Danışma ve Destek Grupları	264
Görsel Rehabilitasyon Profesyonelleri ve Servisleri	264
Görsel Rehabilitasyon Servislerinin Seviyeleri	265
Çocuklarda Az Görme Konuları	266
Süt Çocukları	266
Okul Öncesi Çocuklar	266
Okul Çağı Çocukları	266
Gençler	267

9 Teleskop ve Optik Cihazlar	269
<i>Çeviri: Dr. Doğan Ceyhan</i>	
Direkt Oftalmoskop	269
İndirekt Oftalmoskop	272
Fundus Görüntüsü Oluşmasının Optiği	272
Havada Oluşan Görüntü	272
Pupillaların Birleşimi	272
Fundusun Aydınlatılması	275
Binoküler Gözlem	275
Fundus Kamerası	275
Yarık (Slit)-Lambalı Biyomikroskop	279
Astronomik Teleskop	280
Görüntüyü Ters Çeviren (Inverting) Prizma	280
Galile Teleskopu	280
Objektif Lens	281
Aydınlatma Sistemi	281
Binoküler Görüntüleme Sistemi	284
Biyomikroskopla Kullanılan Fundus Mercekleri	285
Goldmann Applanasyon Tonometresi	289
Pakimetre	293
Speküler Mikroskop	294
Ameliyat Mikroskopu	296
Keratometre	298
Kornea Topoğrafisi	302
Manuel Lensmetre	304
Bifokal İlaenin (Add) Ölçülmesi	306
Otomatik Lensmetre	307
Tanısal Ultrasonografi	308
Kırma Kusurunun Otomatik Ölçümü	312
Makula İşlevinin Muayenesi	315
Laser İnterferometre	315
Potansiyel Görme Keskinliği Ölçüm Aracı (Potential Acuity Meter/PAM)	316
Kamaşma Testi (Glare Testi)	317
Wavefront Aberometer (Dalga Sınırı Sapmaları Ölçüm Cihazı)	318
Wavefront (dalga sınırı) Analizi	318
Hartmann-Shack Aberometresi	320
Tscherning Aberometresi	320
Retinal Işın İzleyici (Raytracing) Teknik	320
Optik Koherens Tomografi	322
Ek: Silindirik Cam Yazımında Ortak Kabul Gören Yol Göstericiler	325
<i>Çeviri: Dr. Deniz Somer</i>	
Temel Metinler	341
Konuya İlişkin Akademi Materyelleri	343
Çalışma Soruları	345
<i>Çeviri: Dr. Sedef Kutluk</i>	
Cevaplar	355
<i>Çeviri: Dr. Sedef Kutluk</i>	
Dizin	365
<i>Çeviri: Dr. Doğan Ceyhan</i>	

Optik Fizik

Çeviri: Dr. Turgut Yılmaz

Işık nedir?. Bu soru, yüzyıllardır süregelen şiddetli tartışmalara konu olmuştur. Önce bir bilim okulu, Christian Huygens tarafından ortaya atılıp Young ve Maxwell tarafından genişletilen dalga teorisini benimseyip desteklemiştir. Buna karşılık daha sonra Newton tarafından ortaya atılıp Planck tarafından desteklenen parçacık teorisi savunulmuştur. Nihayet, ışığın oluşumundaki tüm olgularda tüm bu teoriler yerini bulmuştur. Plank'ın kuantum teorisi ile keşfedilmiş olan kuantum mekanikleri bilimi, ışığın hem parçacık hem de dalga boyu özelliklerinin kavranması ile doğal ışığın yapısını başarılı olarak ortaya koymuştur.

Optik fenomenin tanımı yaygın olarak fiziksel optik, geometrik optik ve kuantum optik olarak ayrı alanlara ayrılmaktadır. *Fiziksel optik* bu fenomenleri halihazırda ışığın dalga özelliklerinin anlaşılması ile tanımlamaktadır. *Geometrik optik* ışığı, ışıma ve dağılım karakterleri ile lens ve aynaların görüntü özellikleri zemininde irdelemektedir. *Kuantum optiği* ise ışık ile cisim arasındaki ilişkiyi irdelemekte ve ışığın hem dalga hem de parçacık (foton) karakteristiği gösterdiğini belirtmektedir.

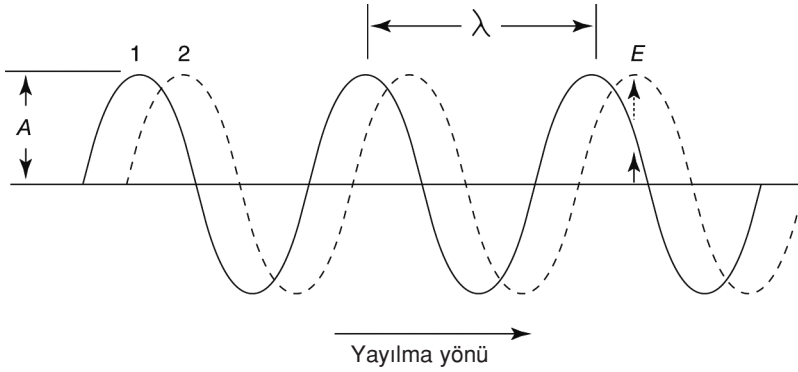
Özetle ışık *dalgaya* benzemekte, hava, boşluk ve şeffaf materyallerden geçmektedir. Işık üretildiği ve emildiği zaman *parçacıkların* (foton) bazı özelliklerini göstermektedir. *Işın modeli*, ışığın yayılmasını tanımlamak için basitleştirilmiş bir yöntemdir. Bu yöntem her ne kadar kırılım ve diğer fiziksel optik fenomenleri gözönüne almazsa da lens ve görüntülerin hesaplanmasında güçlü bir yöntemdir.

Bizim önceliğimiz şeffaf oküler dokular da dahil olmak üzere ışığın ortamda yayılması olduğundan, daha çok ışığın dalga ve ışın özellikleri üzerinde yoğunlaşıp bazen de foton özelliklerine değineceğiz.

Dalga Teorisi

Su dalgası ışık dalgasının anlaşılması yönünden güzel bir benzerlik göstermektedir. Dalga su yüzeyinde hareket ederken yüzeydeki parçacıklar dalga boyunca hareket etmeyip, yukarı ve aşağı doğru hareket etmektedir. Işık modelinde ise dalga yayılması sırasında herhangi bir madde materyali hareket etmemektedir. Dahası her noktada elektrik alanı artmakta, azalmakta ve dalga yönünün tersine yönelmektedir (Şekil 1-1). Elektrik alanı her zaman yayılma yönüne dik olmaktadır.

Dalganın iki esas karakteristiği olan dalgaboyu (λ) ve amplitüd (A) Şekil 1-1'de gösterilmiştir. *Dalgaboyu* dalganın tepeleri arasındaki uzaklık olarak tanımlanmaktadır. *Amplitüd* ise dalga yayılmasındaki elektrik alanı ile ulaşılan maksimum değerdir. Bu, dalganın yoğunluğunu tanımlamaktadır. Dalganın üçüncü karakteristiği olan *frekansı*, Şekil 1-1'de



Şekil 1-1 Anlık bir ışık dalgası. 1 dalga boyunun küçük bir parçasının sağa doğru ilerlemesinden sonra bir anlık bir ışık anını tanımlamakta; 2 kısa bir zaman sonraki dalgayı tanımlamaktadır. Dalgaboyu, λ , dalga'nın tepeleri arasındaki uzaklıktır. Bir özel noktadaki elektrik alanı, E, dalga 1 ile dalga 2'nin çıkış çizgisi arasındaki kesin hat olarak ifade edilir. Dalga'nın amplitüdü, A, elektrik alanının maksimum değeridir. Frekans, sabit bir noktadan her saniyede geçen dalga dalga sayısı olup, dalga'nın hızına bağlıdır. (C.H. Wooley tarafından yeniden çizilmiştir.)

gösterilmemiş olup, her saniyede sabit bir noktadan geçen dalga tepesinin sayısıdır. Sonuç olarak birden çok dalgalar yoğunluklarını çiftleştirdiği zaman "faz içi", yoğunluklarını bozup sildikleri zaman ise "faz dışı" olarak tanımlanmakta; bazen ise aralarındaki bazı seviyelerde orta düzeyli bir yoğunluk oluşturmaktadır (Şekil 1-2).

Elektrik alanına ilaveten, bir dalga boyu elektrik alanı ile artıp azalan bir magnetik alana da sahiptir. Şekil 1-3'de gösterildiği gibi magnetik alan (H) ışığın yayılma yönüne ve elektrik alanına diktir. Magnetik alan elektrik alanından daha önemsiz olup ışık dalgasının tanımlanmasında sıklıkla ihmal edilmektedir.

Şekil 1-4 elektromagnetik dalga spektrumunu görünür ışığın çok küçük kısmı da dahil olmak üzere göstermektedir. Yaygın kullanımda ışık terimi elektromagnetik dalga spektrumunun görünür kısmını ifade etmekle birlikte, kızıl-ötesi radyasyon ve spekturumun yakın mor-ötesi kısmı içinde kullanılabilir. Her ne kadar görünür ışık bölgesi normalde 400-700 nanometre (nm) olarak tanımlansa da sınır kesin olmayıp bazı durumlarda gözün sensitivitesi kızıl-ötesi ve mor-ötesi bölgesine kadar yayılmaktadır. Örneğin afaki de UV absorbe eden doğal lensin olmayışı ile retina 400 nm altındaki dalga boylarını fark edebilir. X-ışınları da retinada cevap oluşturabilmekte, ancak gözün optik komponentlerinde odaklanmamaktadır.

Işığın boşluktaki hızı (c) temel bir sabit özellik olup yaklaşık 3×10^8 m/sn dir. Bir ışık dalgasının dalgaboyu frekansının eşitliği ile ilgilidir (v).

$$\lambda v = c$$

Boşluk dışında herhangi bir şeffaf ortamdan (m) geçerken hızı (v) azalır. Ortamın kırma indeksi (n) ışığın boşluktaki hızının verilen ortamdaki hıza oranını tanımlanmakta olup

Geometrik Optik

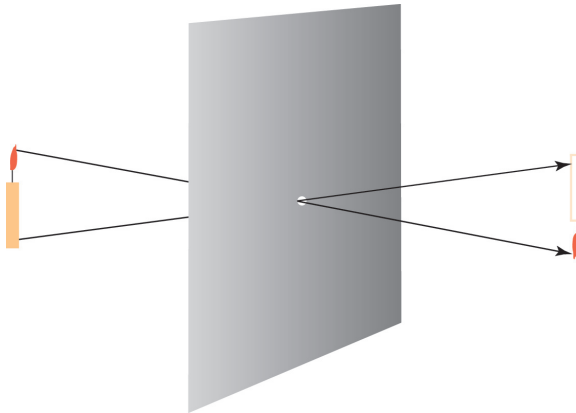
Çeviri: Dr. Reis Avcı, Dr. Sait Eğrilmez

Geometrik optik temel olarak görüntü ile ilgilendir: Işık kullanılarak nasıl görüntü oluşur ve parlaklık, boyut, konum gibi görüntü özellikleri nasıl işlenir? İsminden de anlaşıldığı gibi geometrik optik, geometrik ilke terimleri ile büyük ölçüde anlaşılabilir. Bunun aksine fiziksel optik ise ışığın dalga özelliği üzerinde durmaktadır. Bu yazıda bahsedilmeyecek olan kuantum optiği ise ışığın tanecik özelliği ile ışık ve madde ilişkisini incelemektedir.

İğne Deliği (Pinhole) Görüntüleme

En basit görüntüleme yöntemi iğne deliği açıklığını kullanarak yapılandır. Şöyle basit bir deney yapılabilir. İnce bir alüminyum levha yaprağının ortasına bir küçük bir delik açın. Odadaki tüm ışıklar kapalı iken bir mum yakın. Düz beyaz bir kağıdı (veya daha iyisi parafinli bir kağıdı) mumun (2 feet) (= 30.48cm) uzağına koyun; mum ile kağıdın tam ortasına da iğne deliğini yerleştirin. Kağıttaki ters mum alevi görüntüsünü göreceksiniz (Şekil 2-1) .

Görüntü soluktur ama cisim özellikleri aynen kopyalanmıştır. Dahası, görüntü özellikleri kolayca değiştirilebilir. Örneğin, kağıdı sabit tutarken iğne deliği muma yaklaştırılırsa daha büyük bir görüntü elde edilir.



Şekil 2-1 İğne deliği Görüntüleme (Çizim Dr. Edmond H. Tall ve Dr. Kevin M. Miller tarafından geliştirilmiş ve C. H. Wooley tarafından çizilmiştir.)

Cisim bir noktalar birlikteliği olarak ele alınabilir. Geometrik optik her bir cisim noktasını *noktasal bir ışık kaynağı* olarak kabul eder. Bu noktasal kaynak (matematiksel anlamdaki nokta) bölünemeyecek kadar küçüktür ve eşit olarak her yöne ışık yayar. Her ne kadar noktasal kaynak aslında var olmasa da, bazı cisimler kullanışlı olması amacıyla noktasal kaynak olarak kabul edilir. Örneğin güneş dışındaki yıldızlar yerküreden çok uzakta oldukları için noktasal kaynak gibi davranır. Noktasal kaynak temelde kavramsal bir araçtır: Genellikle bir optik sistem az sayıda noktasal kaynaktan oluşuyormuş gibi kabul edilirse daha kolay anlaşılır.

Her bir cisim noktası için eşsiz bir karşılık görüntü noktası vardır. Bu yüzden cisim noktaları ile görüntü noktaları arasında birebir uygunluk mevcuttur. Optikte cisim ve görüntü noktaları arasındaki bu uygunluk (*konjuge*) terimi ile adlandırılır. Bir cisim noktası ile bu noktanın karşılığı olan görüntü noktası bir çift olarak *uygunluk noktaları* oluşturur (Klinik Örnek 2-1) . Bir görüntü noktası kendi karşılığı olan cisim noktasının uygunluk noktasıdır ve aynı durum tam tersi için de geçerlidir. Genel uygulamada bir cisim noktasını tanımlamak için bir harf kullanılır ve aynı noktanın uygunluk görüntü noktası da o harfin üssü olarak gösterilir (Ör. A ve A') .

Işın; bir cisim noktasından uygunluk görüntü noktasına giden ışığın izlediği yolu gösteren geometrik çizimdir. Işıklar sadece rotayı gösterir; yol boyunca giden ışığın dalgaboyu veya miktarını (başka bir deyişle yoğunluğunu) göstermez. Işın üzerindeki ok başları gidiş yönünü gösterir, ancak çok fazla ok başı çizimlerde karışıklık yaratır. Bu sorunu en aza indirmek için, aksi belirtilmedikçe ışığın yönü soldan sağa olacak şekilde çizilir.

Işık demet'i terimi; aynı yöne doğru giden ışık ışınlarının küçük bir demetidir. Bir demet küçüldükçe (daha küçük iğne deliği açıklığına yapılırsa) tek bir ışın gibi davranmaya başlar.

Iğne deliği görüntüleme 1000 yıldır bilinmektedir ama iğne deliği ile oluşan görüntü kullanışlı olamayacak kadar zayıftır. Sadece nadir bazı durumlarda iğne deliği görüntüleme uygulanabilir olmaktadır. Örneğin, güneş tutulmasında bir iğne deliği kullanılarak güneş görüntüsü bir kağıt üzerine düşürülüp güvenle gözlenebilir. Tabii ki iğne deliği açıklığından doğrudan güneşe bakılmamalıdır!

KLİNİK ÖRNEK 2-1

Uygunluk noktaları kavramı retinoskopi ile örneklenabilir. Retinoskopi uygulanırken, hekim hastanın pupillasından çıkan ışık yansımalarını gözler. Hekimin retinası hastanın pupillası ile uygunluk içindedir (Şekil 2-2A). Refraksiyonun nötralize (eşitlendiği: dengelendiği) olduğu noktada hastanın retinası retinoskopun gözetleme deliği ile uygunluk içindedir (Şekil 2-2B). Çalışma uzaklığı ayarlaması sonrası hastanın retinası optik sonsuzluk ile uygunluk içindedir (Şekil 2-2C). (Retinoskopi Bölüm 4 Klinik Refraksiyon' da ayrıntılı olarak anlatılmaktadır)

Uygunluk olma durumuna başka bir örnek direkt oftalmoskopi ile gösterilmiştir. Oftalmoskopun mercekle kadranı ile hekim ve hastanın kırılma kusurlarını giderecek ayarlama yapıldıktan sonra, her iki retina uygunluk içindedir (Şekil 2-3) . Hastanın gözüne giren ışık yoğun ve rahatsız edici olduğundan, ayrıca hekimin gözünü çok az ışık aydınlattığından hasta hekimin retinasını göremez.

İnsan Gözünün Optiği

Çeviri: Dr. Elif Demirkılınç Biler

Bir Optik Sistem Olarak İnsan Gözü

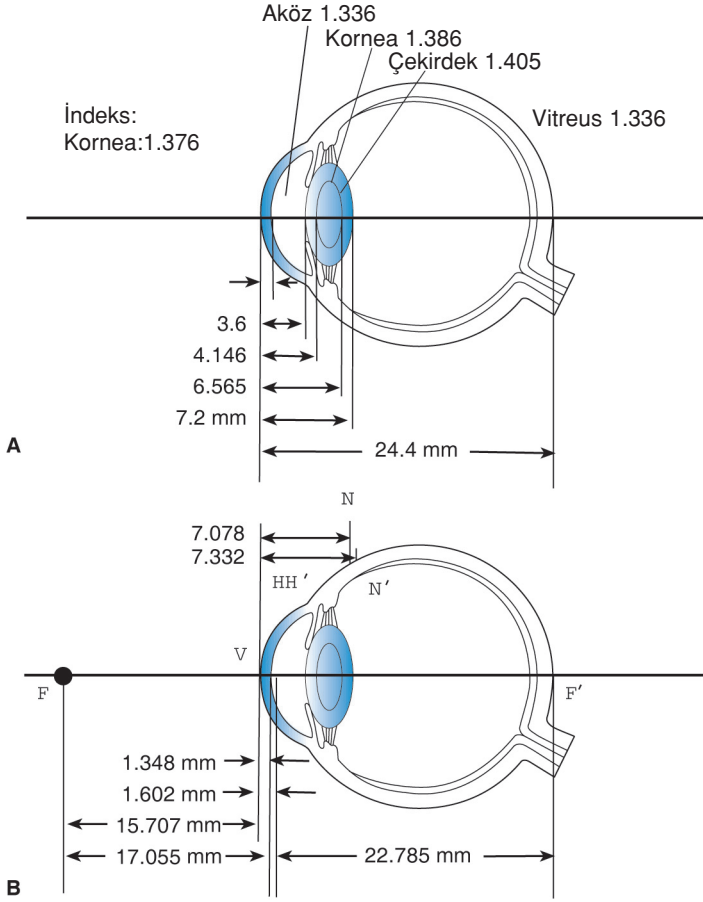
Gözümüz, etrafımızdaki dünyayı inceleme yeteneğimizde temel rol üstlenmekte ve optik bir aygıt ile benzer prensiplere göre çalışmaktadır. Örneğin ameliyat mikroskobu gibi karmaşık bir optik sistemin tasarlanması esnasında da, mühendisler, mikroskoplar ile aynı optik prensiplere dayanan insan göz optiğini dikkate almalıdır. Bu bölümde göz optiğinin dikkate değer özellikteki dahili çalışma mekanizmalarını anlamak üzere geliştirilmiş kavramsal araçlar (“şematik göz”) tanıtılacaktır. Ayrıca, gözün “görme” yeteneğini ölçmek üzere kullanılan çeşitli yöntemlerden bahsedilecek, kırma kusuru tiplerinin genel bir gözden geçirmesi de yapılacaktır.

Şematik Göz

İnsan gözünün optiğini anlamak üzere pek çok deneme yapılmıştır. Çözülmesi gereken en büyük sorun, bazı bireylere ait gözlerin optik elemanlarının karmaşık yapısında ve bu elemanların ideal matematiksel modellerle karşılaştırıldığında ortaya çıkan “eksikliklerinde” yatar. Basitleştirme ve yakın tahminler, bu modellerin anlaşılmasında ve kullanılmasında kolaylık yaratmakla birlikte gözün tüm karmaşık yapısının ve inceliğinin açıklanmasında yetersiz kalır. Örneğin, korneanın ön yüzü sferik değildir ve limbusa doğru düzleşme eğilimindedir. Bir başka örnek olarak, kristalin lensin merkezi kornea ve gözün görme eksenine göre genellikle merkezden uzaktadır.

Gözün optik sistemi ile ilgili olarak yıllar içinde, dikkatli anatomik ölçümlere ve dengeli tahminlere dayanan pek çok matematiksel model geliştirilmiştir. Listing, Donders, Tscherning ve von Helmholtz tarafından yaygın olarak kabul edilmemiş modeller ortaya konmuştur. İsveçli bir oftalmoloji profesörü olan Gullstrand geliştirdiği insan gözüne çok yakın olan şematik göz modeli ile 1911 yılında Nobel ödülünü kazanmıştır. Gullstrand’ın şematik gözünün boyutları Şekil 3-1’de gösterilmiş ve Tablo 3-1’de listelenmiştir.

Gullstrand’ın şematik gözü, gözün optik modelinin oluşturulması için yararlı olduğu gibi, bazı klinik hesaplamaların yapılabilmesi için kullanışsızdır ve daha fazla basitleştirilebilir. Kornea ve lensin önemli noktaları birbirine yakın olduğu için, onları tek bir orta noktaya indirgeyebiliriz. Yine benzer şekilde, kornea ve lensin nodal noktaları gözün tek bir nodal noktası olarak birleştirilebilir. Bu nedenle gözü, iki farklı kırma indeksine sahip (hava için 1.0 ve göz için 1.3) iki ayrı ortamı birbirinden ayıran ideal bir sferik yüzey, tek



Şekil 3-1 Gullstrand'ın şematik gözünün optik sabitleri. **A**, Ortamların kırma indeksleri ve refraktif yüzeylerin pozisyonları. **B**, Optik hesaplamalarda kullanılan ana noktaların pozisyonları. (Şekil C. H. Wooley tarafından çizilmiştir.)

bir refraktif eleman olarak kabul edebiliriz (Şekil 3-2). Bu şekil, *indirgenmiş şematik göz* olarak bilinir.

İndirgenmiş şematik göz kavramının kullanımı ile, okuyucu Snellen karakteri gibi uzaydaki bir objenin retinal görüntü büyüklüğünü hesaplayabilir. Bu hesap için, ışığın göze girerken veya gözü terk ederken kırılmadan içinden geçtiği basitleştirilmiş nodal nokta kavramı kullanılır. Retina görüntüsü büyüklüğü şu bilgiler mevcudiyetinde geometrideki benzer üçgenler prensibi yardımı ile hesaplanabilir: (1) Eşeldeki Snellen harfinin gerçek boyutları, (2) Göz ile eşel arasındaki mesafe, (3) Retina ile nodal nokta arasındaki mesafe (17 mm). Bu hesaplama için formül şu şekildedir:

$$\frac{\text{Retinal görüntü yüksekliği}}{\text{Snellen harf yüksekliği}} = \frac{\text{nodal nokta ile retina arası mesafe}}{\text{eşel ile göz arası mesafe}}$$

Klinik Refraksiyon

Çeviri: Dr. Kubilhan Elmas

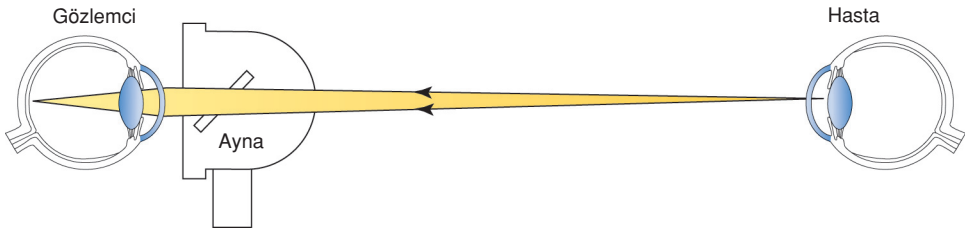
Objektif Refraksiyon: Retinoskopi

Retinoskop hekimin objektif olarak refraktif sferosilindirik bozukluğu tespit etmesini sağlar hem de düzenli veya düzensiz astigmatizmi tanımlar ve ek olarak opasite ve düzensiz durumları tespit eder.

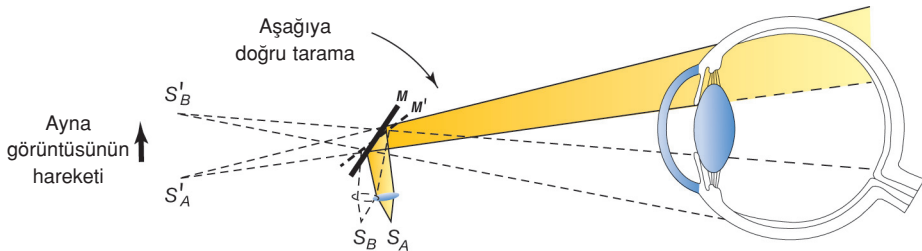
Copeland tarafından geliştirildiği gibi günümüzdeki birçok retinoskoplar çizgi projeksiyon sistemi ile çalışmaktadır. Retinoskopun aydınlanması düz bir filaman ile projeksiyonunda çizgi olan özel bir lamba ile sağlanmaktadır. Işık, yarı gümüş (Welch-Allyn modeli) veya çevresi tamamen gümüş, küçük halkalı ve gümüş olmayan bir deliği olan cihazdan (Copeland cihazı) yansıtılmaktadır (Şekil 4-1).

Filaman sisteminde olan tümsek merceğe bağlantılı olarak hareket ettirilebilir. Işık hafifçe ıraksak ise, retinoskopun arkasında olan bir noktadan geldiği görünmektedir, sanki ışık düz aynadan yansıtılıyor gibi ("düz ayna ayarı," Şekil 4-2).

Diğer bir seçenek olarak, tümsek mercek ile filaman aralığı tutamacın üstündeki kol hareket ettirilerek artırılabilir ve böylelikle birbirine yaklaşan ışığın yayılmasını sağlar. Bu



Şekil 4-1 Gözlem sistemi: hastanın göz bebeğinden ışık yörüngesi, ayna ile gözlemcinin retinasına (Modified from Corboy JM. *The Retinoscopy Book: A Manual for Beginners*. Thorofare, NJ: Slack; 1979:13.)



Şekil 4-2 Aydınlatma sistemi: Düz ayna etkisi ile kaynak pozisyonu.

durumda, sanki ışık içbükey aynadan yansıtılıyor gibi filamanın görüntüsü muayene eden ve hasta arasında olur (Şekil 4-3).

Retinoskopi genelde düz ayna ayarları kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Tüm retinoskoplar bu ayna ayarı için aynı kol pozisyonunu kullanmamaktadır. Örneğin, orijinal Copeland retinoskop düz pozisyonunda ve kol yukarıdadır; Welch-Allyn ise düz pozisyonunda kol aşağıdadır. Çizginin göz eksenini kol çevrilerek döndürülmektedir.

Konumlandırma ve Hizalama

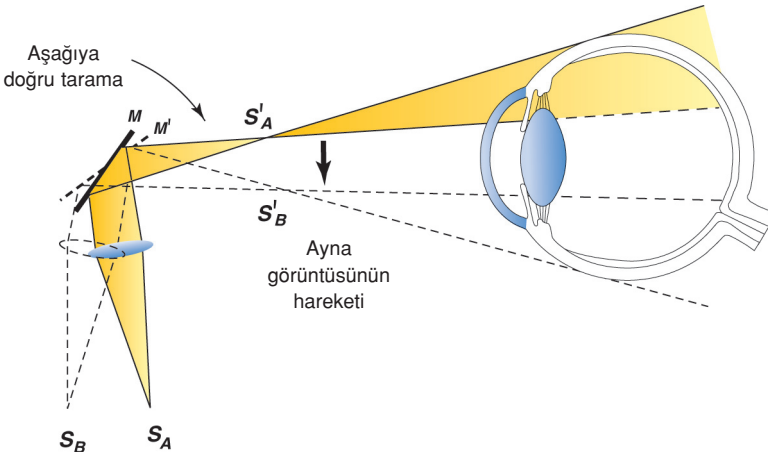
Normalde, muayene eden doktor hastanın sağ gözüne retinoskopi uygulamak için sağ gözünü kullanır ve sol göz için sol gözünü kullanır. Eğer muayene eden doktor deneme lensinden doğrudan optik merkeze bakarsa, lensten yansımalar araya girebilir. En uygun hizalama, merkezin biraz dışından, yani lens yansımalarının göz bebeğinin merkezinden görünebilen ve lensin lateral kenarındandır.

Sabitlenme ve Sisleme

Retinoskopi hastanın rahat edeceği şekilde uygulanması gerekmektedir. Hasta belli bir mesafede olan bir cisme sabit olarak bakmalıdır. Örneğin hedef odanın diğer ucunda bulunan çok loş bir ışık veya büyük bir Snellen poster (20/200 veya 20/400 ebatlarında) olabilir. (Küçük çocuklarda farmakolojik sikloplejiye ihtiyaç duyulabilir.)

Retina Reflesi

Yansıtılan çizgi, hastanın retinasında filamanın buğulu bir görüntüsünü oluşturur, muayene eden doktorun gözüne geri dönen yeni bir ışık kaynağı olarak kabul edilebilir. Bu refletin özelliklerini gözlemleyerek gözün refraktif durumu tespit edilebilir. Eğer hasta emetrop ise ışık paralel olarak gelecektir. Eğer hasta miyop ise konverjan olacaktır. Eğer hasta hipermetrop ise diverjan karakterde ışınlar yansıyacaktır (Şekil 4-4). Retinoskop gözetleme deliğinden bakıldığında bu ışınlar hastanın gözbebeğinde kırmızı bir refle olarak görülür. Muayene eden doktor hastanın uzak odak noktasında bulunuyorsa ışıkların ta-



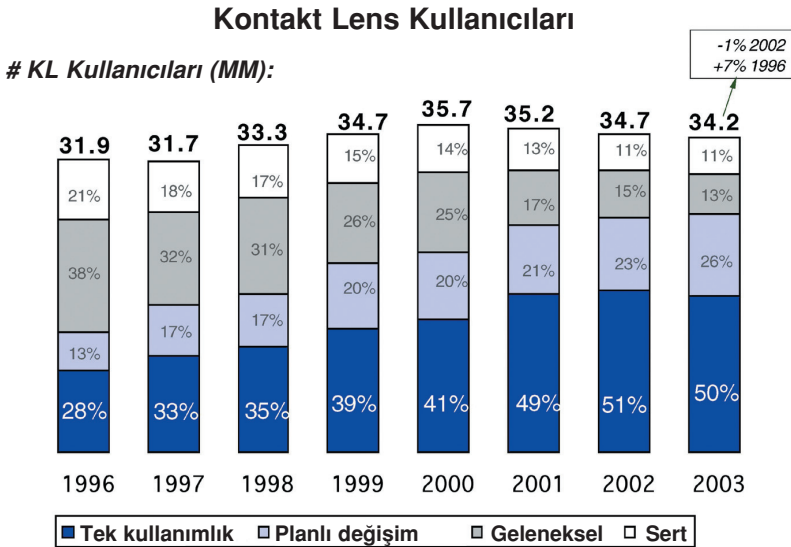
Şekil 4-3 Aydınlanma sistemi: Kaynağın içbükey ayna etkisiyle pozisyonu.

Kontakt Lensler

Çeviri: Dr. Ulviye Yiğit

Giriş

Kontakt lensler kırma kusurlarını düzeltmek için kullanılan diğer bir araçtır. Kontakt lens tipi araçların tanımı Rönesans'a dek uzanır. Ancak ilk belgeli olarak kullanımı 1880'lerde- dir. Bu lensler geniş ve camdan yapılmıştı ve skleraya yayılmaktaydı. Korneal lensler 1940'lar da ortaya çıkmış, plastik kökenli polimetilmetakrilat (PMMA) dan yapılmıştı ve kırma kusurlarının düzeltilmesinde gözlüğe seçenek olmuştur. Yumuşak hidrojel lensler 1950'ler de Birleşik Devletler'de ortaya çıktı ve kontakt lenslerin yaygın kullanımına yol açtı. Bugün, Amerika'da erişkinlerin %51'inin görme düzeltilmesi için farklı yöntemler, bunların da çeyreğinin kontakt lens kullandığı tahmin edilmektedir. Bunun anlamı 30 milyon üzerinde Amerikalının kontakt lens kullandığıdır (Şekil 5-1). Sonuç olarak tüm göz doktorları uygunluk, bakım takibi ve/veya komplikasyonların tedavisi için kontakt lens kullanıcılarıyla karşılaşacaktır. Kontakt lens bilgileri tüm uygulayıcılar için esastır.



Şekil 5-1 Birleşik Devletler'de yıllara göre kontakt lens kullanımı. (HPR Consumer Survey 2003. Health Products Research, Inc. den izin alınarak kullanılmıştır.)

Göziçi Mercekleri

Çeviri: Dr. Sezin Özdoğan Erkul, Dr. Önder Üretmen

Modern göziçi merceklerinin tarihçesi, 1949 yılında bir İngiliz oftalmolog olan Harold Ridley'in, ekstrakapsüler katarakt cerrahisi sonrasında polimetilmetakrilat (PMMA) göziçi merceği implante etmesi ile başlamıştır. O dönemde bu durum meslektaşları tarafından büyük bir ilgi ile karşılanmamış olsa bile, günümüzde modern katarakt cerrahisinde göziçi merceklerinin kullanımı standart hale gelmiştir. Harold Ridley 2000 yılında Kraliçe Elizabeth tarafından onurlandırılmıştır. Erken dönemde üretilen göziçi mercekleri ile birlikte üveit, glokom ve merceğin yer değiştirmesi gibi komplikasyonlar yüksek oranda görülürken, son zamanlarda mercek tasarımı ve cerrahi tekniklerdeki gelişmeler sayesinde ameliyat sonrası problemlerin görülme sıklığı azalmıştır. Günümüzde Amerika Birleşik Devletlerinde katarakt cerrahilerinin %98'inde göziçi mercekleri kullanılmaktadır. Bu bölümde göziçi mercekleri ile ilgili optik faktörler tartışılacaktır. Cerrahi ve tarihi bilgiler ve resimler için TKBK 11. Cilt, *Lens ve Katarakt* incelenebilir.

Göziçi Mercekleri Çeşitleri

Doksanlı yıllarda, çoğu göziçi merceği PMMA optik ile polipropilen ya da PMMA yapıda destekleyici haptiklerden oluşmaktaydı. Ancak katarakt gelişmiş merceğin 3.5 mm'den daha küçük bir kesiden alınabilmesine olanak tanıyan mikrocerrahi tekniklerdeki gelişmelerden sonra, silikon, akrilik ya da hidrojel yapıda materyallerden üretilen katlanabilir göziçi mercekleri üretilmeye başlanmıştır. Daha küçük kesinin daha hızlı yara iyileşmesine, erken görsel rehabilitasyona ve daha yüksek cerrahi güvenilirliğine olanak tanımasından dolayı bu katlanabilir mercekler gün geçtikçe popüler hale gelmiştir. Günümüzde her ne kadar ultraviyole ışınlarının retinal hasar oluşumundaki rolü kesinlik kazanmamış olsa da rutin olarak göziçi merceklerinde kimyasal toksisite oluşturmayacak ve optik performansı etkilemeyecek şekilde ultraviyole filtreleri kullanılmaktadır. Sadece yüksek frekanstaki görünen ışığı (mavi) geçiren, dolayısıyla fototoksisteyi ve/veya geç maküler dejenerasyonu azaltması ümit edilen mercekler bulunmaktadır.

Mercek materyalinin arka kapsül kesifleşmesi (AKK) gibi diğer faktörler üzerindeki rolü incelenmektedir. Bazı yayınlarda akrilik ve hidrojel yapıdaki göziçi merceklerinin silikon ya da PMMA yapıdaki göziçi merceklerine göre daha düşük oranda AKK ile birliktelik gösterdiği belirtilmiştir. Ancak son dönemdeki çalışmalarda AKK oluşumunda, merceğin kenar tasarımının mercek materyalinden daha önemli bir faktör olduğu ortaya çıkmıştır. Köşeli ve keskin kenarlı mercekler optik kenarda bariyer etkisi göstererek hücrelerin optiğin arkasına doğru göçünü, dolayısıyla AKK oluşumunu azaltırlar. (Ancak köşeli ve keskin kenarlı mercekler istenmeyen optik fenomenlerin oluşumunu arttırabilirler; bölümün ilerleyen kısımlarındaki Merceğe bağlı Görsel Bozukluklar bölümü incelenebilir.) Ayrıca mercek materyali vitrektomi sırasında (özellikle arka kapsülün alındığı durumlarda) göziçi merceğinin arka yüzeyinde birikimlere sebep olabilir. Akrilik materyallerde silikona göre daha az birikim ve daha iyi görüntüleme elde edilir. Silikon yağı kullanılan

gözlerde silikon yapıda göziçi merceklerinin uygulanması kontreindikasyon olarak değerlendirilebilir. Bazı yazarlar gelecekte vitrektomi geçirmesi muhtemel olan bazı hastalarda (diyabetik ya da yüksek miyopisi olan hastalar gibi) göziçi merceği seçiminin ilerdeki vitrektomi cerrahisinin daha az tehlikeli olmasını sağlayacak göziçi merceği tipleri ve materyalleri yönünde yapılmasını önermektedirler.

Abhilakh Missier KA, Nuijts RM, Tjia KF. Posterior capsule opacification: silicone plate-haptic versus AcrySof intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg.* 2003;29:1569–1574.

Apple DJ. Influence of intraocular lens material and design on postoperative intracapsular cellular reactivity. *Trans Am Ophthalmol Soc.* 2000;98:257–283.

Ernest PH. Posterior capsule opacification and neodymium:YAG capsulotomy rates with AcrySof acrylic and PhacoFlex II silicone intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg.* 2003;29:1546–1550.

Hainsworth DP, Chen SN, Cox TA, et al. Condensation on polymethylmethacrylate, acrylic polymer, and silicone intraocular lenses after fluid–air exchange in rabbits. *Ophthalmology.* 1996;103:1410–1418.

Kim NJ, Lee JH. Effect of an acrylic posterior chamber intraocular lens on posterior capsule opacification in cataract patients with associated risk factors. *J Cataract Refract Surg.* 2003;29:1575–1578.

Nagamoto T, Fujiwara T. Inhibition of lens epithelial cell migration at the intraocular lens optic edge: role of capsule bending and contact pressure. *J Cataract Refract Surg.* 2003;29:1605–1612.

Prosdocimo G, Tassinari G, Sala M, et al. Posterior capsule opacification after phacoemulsification: silicone CeeOn Edge versus acrylate AcrySof intraocular lens. *J Cataract Surg.* 2003;29:1551–1555.

Günümüzde merceğin yerleştirileceği düzleme (ön veya arka kamara) ve merceği destekleyecek dokuya göre ayrılan başlıca 2 tip mercek tasarımı kullanılmaktadır (Şekil 6-1). İlk üretilen göziçi merceği tasarımlarından biri olan, irise tutturulan veya sütüre edilen *iris kısıkaçlı mercekler* artık ABD’nde çok seyrek olarak kullanılmaktadır. Ancak fakik gözlere yerleştirilmek üzere tasarlanmış fakik göziçi mercekleri, iris kısıkaçlı mercekleri tekrar cerrahi arenaya sunmuştur. Fakik göziçi merceklerinin en çok yüksek dereceli ametropisi olan hastalarda fayda sağlayacağı düşünülmektedir. İki göziçi merceğinin aynı seansta ya da ardışık seanslarda tek göze yerleştirildiği ‘piggyback’ (üstüste) mercek teknikleri uygulanabilmektedir. Bu, elde edilen ameliyat sonrası kırma derecesi beklenen ve istenenden çok farklı olduğunda, ya da ihtiyaç duyulan göziçi mercek gücünün piyasadaki değerlerin üzerinde olduğu durumlarda faydalı olur. Eksi dereceli göziçi mercekleri çok yüksek miyopide ve üstüste olarak kullanılabilir.

Ön Kamara Mercekleri

Ön kamara mercekleri, bütünü ile ön kamaraya yerleştirilmekte, lensin optik kısmı ön kamara açısına sıkıştırılan sıkı bacıklar veya halkalar ile desteklenmektedir. Bu tip mercekler ekstrakapsüler ya da intrakapsüler katarakt cerrahisini takiben uygulanır ve kapsül desteğinin olmadığı durumlarda ikincil mercek yerleştirilmesi gerektiğinde yaygın olarak kullanılır. Sert ön kamara merceği kullanımındaki önemli bir problem ön kamara genişliğine uyacak mercek boyutunun doğru hesaplanamamasıdır. Mercek ön kamara açısına hafifçe temas etmeli, merceğin haptikleri irisi sıkıştırmamalı ya da mercek sabit olmayan uygulama sonrası ön kamarada ‘serbestçe’ hareket etmemelidir. Sabit olmayan uygulama, kalıcı üveite, hifemaya, iris artofisine, korneal dekompanansiyona ve glokoma neden olabilir. Üveit, Glokom ve Hifema birlikteliğinin olduğu olgulara *UGH sendromu* adı verilir.

Görsel Rehabilitasyon

Çeviri: Dr. Orhan Erden, Dr. Serdar Dervişoğulları

Oftalmolojide muayene ve tedavinin iki amacı vardır. Birinci amaç göz ve adnekslerinin işlevlerini korumak için hastalığı önlemek, tanımak ve tedavi etmektir. İkinci amaç ise hastalardaki belirti ve şikayetleri rahatlatmaktır.

Birinci amaçta göz muayenesinin ana hedefi normal ve anormal anatomik yapıları ve fizyolojik süreçleri tanımlamaktır. İkinci amaçta yaklaşım daha farklıdır. Öykü ve muayene de kafamızdaki asıl soru 'Hastanın şikayeti ne?' olmalıdır. Örneğin bir diyabet hastasında 20/25 görme keskinliğine rağmen gece görme zorluğu ve okuma zorluğu şikayetleri olabilir. Bu şikayetler muhtemelen yoğun panretinal fotokoagülasyon ve maküler ödeme bağlı merkezi fotoreseptör hasarından kaynaklanmaktadır. Aksine 20/70 görmesi olan bir nükleer katarakt olgusunda bu şikayetler olmayabilir ve bu miyopik kayma nedeniyle yakın görmenin artması ve uzak görmeyi fazla kullanmaması ile açıklanabilir.

Hastalar görme keskinliği değil görme *işlevi* bozulduğunda yardım ararlar. Hastadaki belirti ve şikayetleri rahatlatmada görsel performansı ve hasta işlevini düzeltmek için değerlendirme ve tedavide *işlevsel* bir yaklaşım kullanılmalıdır.

Çocuk hastaların değerlendirme ve tedavileri daha karmaşıktır. Özellikle doğumdan itibaren olan görsel bozukluklarda, şikayetlerini erişkinler gibi dillendiremezler. Bu karmaşıklığa gelişimsel ve eğitsel pek çok zorluk da eklenir.

Görsel rehabilitasyon amacı görsel bozukluğun işlevsel etkilerini azaltarak hastaların bağımsızlıklarını, üretkenliklerini ve yaşam kalitelerini idame ettirmelerini sağlamaktır. Bu bağlamda oftalmolojide ayrı bir ihtisas alanı olarak görülmemelidir zira tüm göz hastalıkları uzmanları yan dal ihtisasları olmasa da glokom, retina ve dış yüzey hastalıklarını tedavi etmektedirler, görsel rehabilitasyonda da durum benzerdir.

Sıradan optik, medikal veya cerrahi seçeneklerle tedavi edilemeyen hastalar 'rehabilitasyon' gerektiren 'az gören' hastalardır. Rehabilitasyon, uzak ve yakın refraksiyonu düzeltip reçete etmek gibi basit, gözlüğe bağlı teleskop ve ekzantrik görüş eğitimi gibi karmaşık olabilir.

Görsel rehabilitasyonun prensipleri ve pratiğini anlamak, hasta şikayetlerine daha etkin ve hızlı yaklaşımı ve hangi durumlarda görsel rehabilitasyon uzmanına danışmak gerekebileceğini anlamamızı sağlar. Geri dönüşsüz kayıplarda hastalara kalan görsel işlevlerini maksimize etmek yönünde yardımcı olunabilir.

Şekil 8-1, anatomik bozuklukların neden olduğu sosyoekonomik sonuçları ve bunun az gören tedavisi ile çakışmasını göstermektedir. Örneğin bir hastada maküla dejenerasyonu (hastalık) nedeniyle görme keskinliğinin azalması (bozukluk) yol işaretlerini okuyamamasına (yetersizlik) ve ehliyetini kaybetmesine (engellilik) neden olabilir.

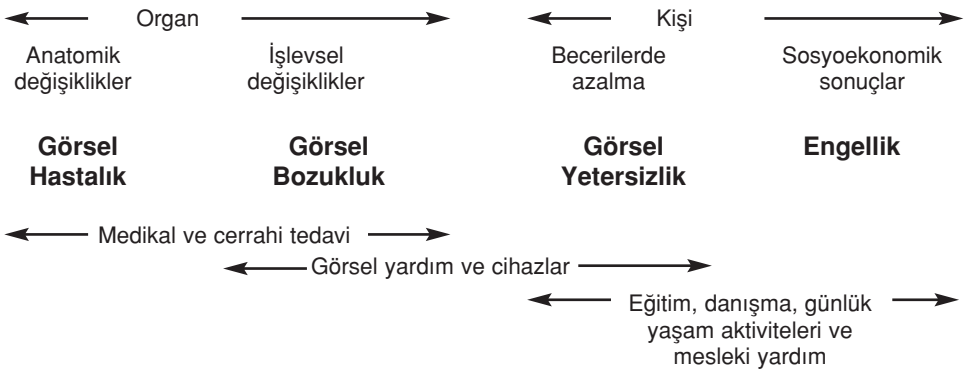
Görme Bozukluğu Epidemiyolojisi

45 yaş üzerindeki 13.5 milyon Amerikalıda görsel bozukluk olduğu ve bunu üçte ikisinin 65 yaş üzeri olduğu tahmin edilmektedir. 65 yaş üzeri grubun 1994 deki 33.2 milyondan 2050 de 80 milyona ulaşması beklenmektedir ki bu da görsel bozuklukların da aynı oranda artacağını gösterir. 70 yaş üzeri insanlarda görme kaybı, günlük yaşam aktivitelerini kısıtlamada artritler ve kalp hastalıklarından sonra üçüncü sıradadır.

Yaşa Bağlı Maküla Dejenerasyonu (YBMD) Amerika'da az görenlerin %45 ini oluşturmakta ve her yıl 200,000 Amerikalı YBMD neovasküler komplikasyonları nedeniyle ciddi görme kaybına uğrayıp rehabilitasyon yardımı aramaktadır. Az görenlerde en sık hastalıklar sıralamasında sonraki sıraları glokom ve diabetik retinopati almaktadır. Bu hastalar yasal körlük gelişene kadar yıllarca ciddi işlevsel görme bozukluğundan muzdarip olmaktadır. Hastaların görsel bozukluklarını tanımlamak ve ihtiyaçlarını belirlemek, hastalığı önlemek ve tedavi etmek kadar önemlidir.

Az Görmede Önemli Tanımlar

Oftalmoloji pratiğinde görme rehabilitasyonunun faaliyet alanını anlamak açısından belli terimleri tanımlamak önemlidir.



Şekil 8-1 Göz hastalarına yaklaşımda çakışan alanlar (Dr. Mathias Fellenz'in izniyle)

Teleskop ve Optik Cihazlar

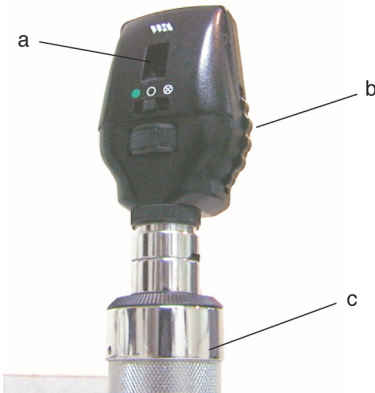
Çeviri: Dr. Doğan Ceyhan

Klinik göz hekimliğinde kullanılan cihazlar, bu kitapta tartışılan belirli optik ilkelere dayanmaktadır. Günlük uygulamalarda kullanılan cihazların nasıl çalıştığının bilinmesi, kullanımlarının daha yararlı ve yetersizliklerinin de farkında olunmasını sağlar.

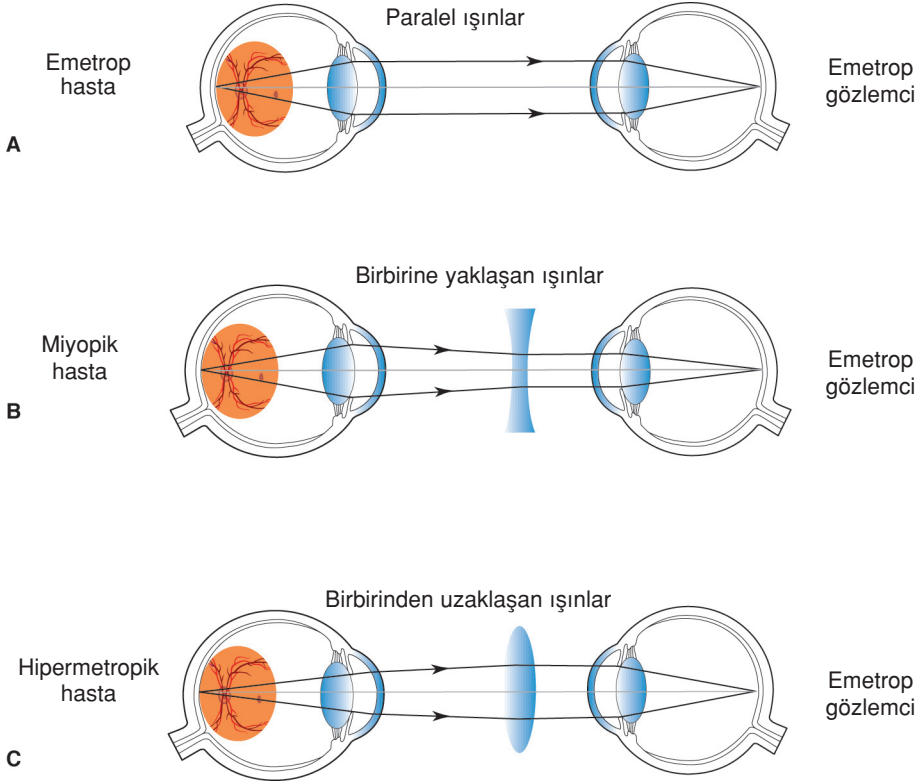
Direkt Oftalmoskop

Direkt oftalmoskop (Şekil 9-1) retina ve optik diskin büyütülmüş ve monoküler olarak görülmesini sağlar. Bu cihazın dayandığı optik ilkeler oldukça açıktır. Hastanın retinasının bir şekilde aydınlatıldığı farz edilebilir. Hasta ve hekimin gözünün emetrop olduğu durumda hasta retinası, oftalmoskoptan bakan klinisyen tarafından, net olarak görülecektir. Hastanın lens ve korneası, retinadan yansıyan ışınların kırılmasını ve birbirine paralel olarak hasta gözünü terk etmesini sağlayacaktır. Bu paralel ışınlar, daha sonra da gözlemcinin gözüne ulaşacak ve gözlemcinin kornea ile lensi tarafından kırılmaya uğratıldıktan sonra, gözlemcinin retinasında odaklanacaktır (Şekil 9-2A).

Direkt oftalmoskopun içinde bulunan yardımcı mercekler sayesinde de, hasta ve gözlemcinin gözündeki kırma kusurları telafi edilecektir. Hasta miyop olduğunda, gözünden



Şekil 9-1 Direkt oftalmoskop fotoğrafı: *a*, aydınlatma ve görüntüleme sistemi açıklığı; *b*, “düzeltici” lenslerin bulunduğu kadrant; *c*, sap ve pil gereci. (Fotoğraf Dr. Neal H. Atebara'nın izniyle.)



Şekil 9-2 Direkt oftalmoskopun görüntüleme sistemi. **A**, Emetrop bir hasta gözünün retinası kendinden aydınlatılmalı olsaydı, hasta gözüne bakan emetrop bir gözlemci net bir fundus görüntüsü izlerdi. Bunun nedeni, emetrop hasta gözünden çıkan ışınların birbirine paralel olması ve bu paralel ışınların emetrop gözlemcinin retinasında odaklanmasıdır. **B**, Hasta miyopik olduğunda, net bir retina görüntüsü oluşması için eksi bir “düzeltici” lensin kullanılması gerekir. **D**, Aksine hasta hipermetropik olduğunda ise, kırma kusurunu gidermek için artı bir mercek kullanılmalıdır. (Dr. Neal H. Atebara'nın izniyle. Cyndie C.H. Wooley. tarafından çizilmiştir.)

yayılan ışık ışınları birbirine yaklaşacak, klinisyenin gözünde net bir görüntünün oluşması için, eksi bir “düzeltici” merceğin kadranda bulunması gerekecektir (Şekil 9-2B). Hasta hipermetropik olduğunda ise, hasta gözünden birbirinden uzaklaşan ışınlar çıkacak ve artı bir lens gerekecektir (Şekil 9-2C).

Hastanın fundusu farklı birkaç şekilde aydınlatılabilir, fakat tüm durumlarda pupilladan geçen ışınların, gözlemcinin görüntü hattına hemen tamamen koaksiyel olması gereklidir. Işık ışınları gözlemcinin görüntü hattına tam olarak koaksiyel olmazsa, korneal yansımalar görüntüyü olumsuz etkiler. Erken dönem direkt oftalmoskoplarda kısmen yansıtıcı bir ayna kullanılmış ve ışık ışınları ayna yardımıyla hastanın göz içine yansıtılmıştır. Hastanın gözünden yansıyan ışınlar, gözlemcinin gözüne, ışınları kısmen geçiren bu ayna sayesinde ulaşabilmiştir (Şekil 9-3A). Bu stratejide, ışınlar hasta gözüne yansıtılırken ve hastadan gözlemcinin gözüne ulaşırken kayba uğramaktadırlar.

- aynı hizada olması, sfero-silindir merceklerin birleştirilmesi ve, 99–100
- Temel noktalar, 75–76
- Temporal (longitudinal) koherens, 8, 8ş
- TERA/PRL. *Bkz.* Tercih edilen retinal alan
- Tercih edilen retinal alan (TERA/PRL), 246, 247ş, 253
- Ters çeviren prizma
- ameliyat mikroskopunda, 296, 297ş
- biyomikroskopta, 280, 281ş
- Ters geometri tasarımları, orthokeratoloji ve, 203
- Ters teleskoplar, biyomikroskopta, 280–281
- Ters traşlama (slab-off), oluşan anizoforya için, 161
- “Ters yönde” hareket, retinoskopide, 127–128, 127ş, 129, 130ş
- TİY/TIR. *Bkz.* Toplam iç yansıma
- Tomografi. *Bkz.* Optik koherens tomografi
- Tonometri (tonometre). *Bkz.* Goldmann applanasyon tonometri
- Toplam iç yansıma (TİY/TIR), 14, 47–49, 48ş, 50ş
- goniyoskopi ve, 49–50, 50ş
- Topografi, korneal, 302–303, 303ş, 304ş
- Torik yumuşak kontakt lensler. *Bkz.* Esnek lensler, torik
- Torik yüzeyler, 94–95, 97ş
- Transpozisyon, sferosilindir lens gösteriminin, 98–99
- Transvers büyütme, 30–34, 30ş, 65–66, 66ş
- afokal sistemde, 81–82
- ölçümü, 65–66, 66ş
- Traşlama (slab-off), oluşan anizoforya için, 160–161, 161ş
- Trifokal/üç odaklı lensler, 152, 154ş, 156ş
- Trigonometri, gözden geçirilmesi, 32–33, 33ş
- Troland, 16t
- Tropikamid, siklopleji/sikloplejik refraksiyon için, 142t
- Tscherning aberrometri, 320, 322ş
- UGH sendromu. *Bkz.* Uveit-glokom-hifema sendromu
- Ultra ince lens, afakik, 168
- Ultrasonografi/ultrason (ekografi), 308–312, 309ş
- A-taramalı, 309–312, 310ş, 311ş
- GİM seçiminde, 217
- B-taramalı, 310–312, 311ş
- pakimetride, 293, 294ş
- tanısal, 308–312, 309ş
- Ultraviyole ışığı (ultraviyole radyasyonu), ile bağlantılı göz hastalığı/hasarı, 167
- Ultraviyole-absorban lensler, 166–167
- Uveit-glokom-hifema (UGH) sendromu, göz içi lens ve, 215
- Uyarılmış radyasyon salınımı ile ışık amplifikasyonu, 17. *Bkz. ayrıca* Laserler
- Uyarılmış salınım, laserlerde, 19–22, 21ş
- Uygulama (kontakt lens), 189–202, 190ş
- sert gaz-geçirgen lesler, 191–195, 193ş, 193t
- yumuşak lensler, 189–191, 192t, 195
- Uyum aralığı), 119
- ölçümü, 151
- Uyum *Bkz.* Akomodasyon
- Uzak çizgiler, astigmatik gözde, 116
- Uzak görme keskinliği
- az görenler için büyütme (teleskoplar), 82–84
- test edilmesi, için uzaklık, 111–112
- Uzak gözlükleri, 254
- Uzak noktalar/Uzak nokta konsepti, 115
- astigmatik göz, 115–116
- sferik düzeltici mercek ve, 143, 144ş
- silindir düzeltici mercek ve, 145
- Uzaktan kumandalı konvansiyonel refraktörler, 313
- Uzamsal (lateral) koherans, 7–8, 8ş
- Uzaysal (spasial) frekans, 113–115, 114ş
- Üç aynalı kontakt lens, Goldmann, fundus biyomikroskopisi için, 285–288, 288ş
- Üç yapraklı, 93, 233ş
- Vektör toplamı, prizmaların, 88–89, 88ş
- Verjans değişikliği, transferi, 66
- Verjans, 62–65, 63ş, 64ş
- azaltılmış, 62–65
- ölçümü, aynalar için, 92–93, 92ş
- Vernier keskinliği, 111
- Verteks uzaklığı, düzeltici mercekler ve, 143–145, 144ş
- Vertikal heteroforya/forya
- bifokal camların prizmatik etkileri ve, 157, 158ş
- prizmalar için, 169–170
- Vertometre. *Bkz.* Lensmetre
- Video büyütücüler, 262
- Video oftalmoskopi, 279
- Videokeratoloji, bilgisayarlı, 303, 303ş
- Vitreus, kırıcılık indeksi, 40t
- von Helmholtz keratometresi, 300, 301ş, 302ş
- Watt, 14–15, 16t
- laser gücü okunması, 18, 18t
- Wavefront (dalga önü) aberrasyonlar, 238–241
- Wavefront (dalga önü) aberrometri, 93, 318–320, 319ş, 321ş, 322ş
- Wavefront (dalga önü) analizi. *Bkz.* Düzensiz astigmatizma
- Wavefront (dalga önü) teknolojisi, kontakt lensler ve, 205–206
- Welch-Allyn retinoskopu, 125
- “With” (ile), aynı yönde hareket, retinoskopide, 127–128, 128ş
- nötralitenin bulunması ve, 129, 130ş
- Yakın görme keskinliği
- az görmeye, büyütme, 255–258
- muayene uzaklığı, 111–112

- Yakın refleks spazmı, 148
Yakın refleksinin spazmı, 148
Yakına odaklanabilen teleskop, 260
Yansıma katsayısı, 44
Yansıma yasası, 42–44, 44ş
Yansıma, ışığın, 13–14, 13ş
açısı, 43ş, 44
diffüz, 41–42, 43ş
eğri yüzeylerde, 51, 52ş
kanunu, 42–44, 43ş, 44ş
polarize gözlükler, kamaşmanın azaltılması için, 10, 13ş, 16ş
speküler, 42–44, 43ş, 44ş
total iç (TIR), 14, 47–49, 48ş, 50ş
gonioskopi ve, 47–49, 50ş
Yansıtma gücü, aynaların, 90
Yapıcı interferans, 7, 8ş
Yarı iletken diod laserler, 23. *Bkz. ayrıca* Laserler
Yarık (streak) refle. *Bkz.* Retinal refle
Yarık projeksiyon sistemi, retinoskop için, 125, 125ş
Yasal körlük, 245
Yaş/yaşlanma
akomodatif cevap/presbiyopi ve, 119, 147, 148t
kıırma kusuru üzerine etki, 119–120
miyopi başlangıcı ve, 120–121
yayılan enerji yoğunluğu, tıbbi laserler için, 18, 18t
Yayılan enerji, tıbbi laserler için, 18, 18t
Yayılm (parlaklık), 15, 16t. *Bkz. ayrıca* Şiddet
görüntü özelliği olarak, 39
tıbbi laserler için, 18, 18t
YDİ / SRI (yüzey düzensizlik indeksi), 303
Yıkıcı interferans, 7, 8ş
Yoğunlaştırıcı mercekler
fundus kamerada, 275, 278ş
indirekt oftalmoskopta, 273ş, 274–275
pupillaların birlikteliği, 274ş
fundusun aydınlatılması ve, 275ş
aydınlatma kaynağı ve, 279ş
Yoğunluk-Dereceli güneş gözlükleri, parlaklığın azaltılması, 16ş
Yönlendirilmesi, laser ışınının, 18, 20ş
Yumuşak kontakt lensler. *Bkz.* Esnek kontakt lensler
Yuvarlak segment tek parça bifokaller, 152, 153ş
Yuvarlamalar, optik sistem analizi için, 55–56. *Bkz. ayrıca özel tip ve* Birinci derece optik
Yüksek (patolojik/dejeneratif) miyopi, 121
bebeklerde, 146
Yüksek yerleşimli kontakt lensler, 194–195
Yüksek-indeksli cam mercekler, 168
Yüksek-oranlı aberrasyonlar (düzensiz astigmatizma), 93, 101–102, 103ş. *Bkz. ayrıca özel tip*
Yüzey asimetri indeksi (YAI/SAI), 303
Yüzey düzensizlik indeksi (YDI/SRI), 303
Yüzey normal, 42–44, 43ş, 45ş, 46ş
durumunun belirlenmesi, 51, 52ş
Zeiss 4-aynalı gonyo lens, fundus biomikroskopisi için, 288, 288ş
Zeiss fundus kamera, şeması, 277
Zenon flörid ekzimer laser, 23. *Bkz. ayrıca* Laserler
Zernicke polinomları, wavefront aberrasyonun özelliklerinin belirlenmesinde, 240–241, 240ş
Zoom Galile teleskopu, ameliyat mikroskopunda, 296