

ORTEZLER **BİYOMEKANİK** **REHABİLİTASYON**

Prof. Dr. Fatih Erbahçeci
Dr. Öğr. Üyesi H. Hakan Uysal
Doç. Dr. Hilal Hotaman Keklice

Hipokrat
Yayınclık

© 2025 ORTEZLER
BİYOMEKANİK
REHABİLİTASYON

ISBN: 978-625-6169-36-4

Tüm hakları saklıdır. 5846 ve 2936 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri yasası gereği; bu kitabın basım, yayın ve satış hakları Hipokrat Yayınevi'ne aittir. Anılan kuruluşun izni alınmadan kitabın tümü ya da bölümleri mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik kağıt ve/veya başka yöntemlerle çoğaltılamaz, basılamaz, dağıtılamaz. Tablo, şekil ve grafikler izin alınmadan, ticari amaçlı kullanılamaz. Bölümler içinde kullanılan resim ve bilgilerin sorumluluğu o bölümün yazar(lar)ına aittir.

Prof. Dr. Fatih Erbahçeci
Dr. Öğr. Üyesi H. Hakan Uysal
Doç. Dr. Hilal Hotaman Keklice

Yayıncı

Hipokrat Yayınevi

Grafik-Tasarım

Hipokrat Grafik Tasarım

Baskı - Cilt

Ankara Özgür Matbaacılık Basım Yayın Dağ. San. Tic. A.Ş.

1250 Cadde No: 25 Ostim OSB Yenimahalle / Ankara

Hipokrat
Yayıncılık

Süleyman Sırrı Cad. No:16/2 Sıhhiye
Tel: (0312) 433 03 05 - 15 ANKARA
www.hipokratkitabevi.com



Önsöz

İnsan, hareketini anlama, destekleme ve fonksiyonel kayıpları telafi etmek çok önemli süreçlerdir. Ortez alanına yönelik olarak gelişim, bilgi birikimi ve teknolojinin ilerlemesi orteze olan gereksinimin açığa çıkmasına ve hızla ilerlemesine neden olmuştur. Rehabilitasyonun başarısında önemli bir yere sahip olan ve pek çok hastada uygulanması gereken ortezlerin gereksiniminin belirlenmesi, uygun ortezin seçimi ve uygulanması, gerekli modifikasyonların yapılması, fonksiyonel sonuçların değerlendirilmesi ve toplum sağlığının iyileştirilmesi konuları ortezlerin etkinliğini artıran önemli faktörlerdir.

Ortez kullanan hastalarda rehabilitasyonun amacı, kişiyi mümkün olan en üst seviyede bağımsızlığına ulaştırarak evine, işine, sosyal yaşamına ve çevreye yeniden adaptasyonunu sağlamak ve yaşam kalitesini arttırmaktır. Bu hedefe ulaşabilmek için ortez yapımına başlamadan önce ve ortez yapım aşamalarını takip eden süreçlerin birbirlerinin etkisini destekler tarzda uygulanması gerekmektedir. Ortez kullanan hastaların rehabilitasyon süreçleri genelde kişinin yaşamı boyunca takip gerektiren bir süreçtir ve sosyal katılımlarının desteklenmesi çok önemlidir.

Günümüzde ortez alanı ile ilgili ortaya çıkarılan kitaplar, klinik ve akademik bilgi ve birikimlerin gelecek nesillere aktarılması açısından önemlidir. Bu kitap; özellikle fizyoterapi, ergoterapi, protez-ortez ve biyomedikal mühendisliği öğrencilerinin eğitim süreçlerinde temel kavramları özümsemelerini, klinik uygulamalara bilimsel temellerle hazırlanmalarını ve meslek yaşamlarında karşılaştacakları sorunlara multidisipliner çözümler geliştirebilmelerini desteklemek amacıyla hazırlanmıştır. Kitapta, ortezler güncel literatür eşliğinde sade ve anlaşılır bir dille aktarılmış; anlatımlar klinik örnekler, uygulama ipuçları ve görsellerle zenginleştirilmiştir.

Ortez rehabilitasyonunda birbirleri ile uyum içinde çalışan ekip üyeleri genel olarak; doktor, fizyoterapist, ergoterapist, ortotist&prostetist, ortez protez teknisyeni/teknikeri, psikolog ve sosyal hizmet uzmanından oluşur. Bu ekibin hastayı farklı yönleri ile ele alan ve aynı amaca hizmet eden uygulamalarının önemi büyüktür.

Kitabın görsellerine katkıda bulunan Bilimop Ortopedi'ye, kitabın şekillerinin çizimine katkıda bulunan meslektaşımız Uz. Fzt. Burcu Şenol Gökalp'e ve kitabın basımını titizlikle gerçekleştiren Hipokrat Yayınevi yetkilileri ve çalışanlarına teşekkürlerimizi sunuyoruz.

Ortezler, biyomekanik ve rehabilitasyon kitabının fizyoterapi, ergoterapi, protez-ortez ve biyomedikal mühendisliği öğrencileri ile bu alanların mezunlarının ve rehabilitasyon ekibinde görev alan profesyonellerin yararlanabilecekleri kaynak bir kitap ve öğrenme rehberi olması inancı ile okuyucularımıza şimdiden teşekkür ediyor sevgilerimizi sunuyoruz.

Fatih Erbahçeci

H. Hakan Uysal

Hilal Hotaman Keklice

İçindekiler

v

Bölüm 1

Normal Yürüyüş ve Ortez Kullanan Hastalarda Görülen Yürüyüş Bozuklukları	1
NORMAL YÜRÜYÜŞ	1
Giriş	1
Yürüyüşün Nörofizyolojisi	2
Ayak Yuvarlanma Hareketleri (Ayak Rocker'ları (<i>Foot Rockers</i>)).....	5
Topuk - Ayak Bileği - Ön Ayak Rocker'ları (<i>Foot Rockers: Heel-Ankle - Forefoot Rockers</i>)	6
Yürüyüşün Terminolojisi	8
Normal Yürüyüş Özellikleri	10
Genel Yürüyüş Parametreleri	13
Yürüyüş Hızı	13
Adım Analizleri	14
Normal Bir Yürüyüş İçin Önemli Olan Ön Koşullar.....	15
Yürüyüşün Kinematığı	17
Sagittal Düzlem Kinematığı Pelvis	17
Sagittal Düzlem Ayak Bileği, Diz ve Kalça Eklemi Kinematik ve Kinetik Analiz	18
Gövde ve Üst Ekstremitte Kinematığı.....	30
Yürüme Analizi Değerlendirme Yöntemleri	31
Gözleme Dayalı Analiz.....	31
Kinematik Analiz	31
Kinematik Analiz Yöntemleri	32
Kinetik Analiz Yöntemleri	36
Eksternal Kuvvetin Hesaplanması (Yer Reaksiyon Kuvveti)	37
İnternal Kuvvetlerin Hesaplanması	41
ORTEZ KULLANAN HASTALARDA GÖRÜLEN YÜRÜYÜŞ BOZUKLUKLARI	44
Duruş (Stance) Fazı Yürüyüş Bozuklukları	46
Sallanma (Swing) Fazı Yürüyüş Bozuklukları	54

Bölüm 2

Ayakkabılar67

Giriş.....	67
Tarihçe	68
Ayakkabının Anatomisi.....	70
Ayakkabı Modifikasyonları	79
Diyabetik Ayak ve Ayakkabı	89
Ayakkabı ve Teknoloji.....	95

Bölüm 3

Ayak-Ayak Bileği Ortezleri99

Ayak, Ayak Bileği Biyomekaniği.....	99
Ayak	99
Ayağın Eklemleri.....	100
Ayağın Arkları	103
Ayak Bileği Eklemi (Talocrural)	105
Ayakta Sık Karşılaşılan Problemler	108
Ayak Ortezleri	119

Bölüm 4

Diz Ortezleri147

Diz Eklemi Biyomekaniği.....	147
Diz Eklemi	147
Diz Ekleminin Bağları	149
Dizin Anteriorundaki Yapılar.....	157
Dizin Medialindeki Yapılar	157
Dizin Lateralindeki Yapılar	158
Diz Ekleminin Açıları ve Polisentrik Eklem Olma Özelliği	158
Diz Ekleminin Biyomekaniği ve Hareketleri	160
Dizin Vida-Yuva (Screw-Home) Mekanizması.....	162
Diz Ortezleri.....	164
Diz Ortezlerinin Genel Prensipleri	165
Günümüzde Kullanılan Diz Ortezleri.....	166
Diz Ekleminde Sık Görülen Deformite, Kontraktür, Fonksiyon Bozukluğu ve Patolojilere Göre Ortez Uygulamaları	168
Kırıklarda Ortezleme	176
Diz Kontraktürlerinde Ortezleme.....	180
Ön Çapraz Bağ Yaralanmalarında Ortez Yaklaşımı	183
Patellofemoral Ağrı Sendromu.....	184
Posterior Shell - Diz İmmobilizer	187
Teknolojik Diz Ortezleri.....	188

Bölüm 5**Uzun Yürüme Ortezleri199**

Diz-Ayak Bileği-Ayak Ortezleri (KAFO)	199
Uzun Plastik Mold (Plastik KAFO).....	200
Hibrit Uzun Yürüme Ortezi (Hibrit KAFO).....	201
Klasik Uzun Yürüme Ortezi	202
Kilit Mekanizmaları	202
Kalça-Diz-Ayak Bileği-Ayak Ortezi (HKAFO).....	207
Thomas Ortezi	210
Hip Guidance Ortezi (HGO)	211
Resiprokal Yürüme Ortezi.....	212

Bölüm 6**Kalça Ortezleri217**

Kalça Eklemi Biyomekaniği	217
Kalça Eklemi.....	217
Gelişimsel Kalça Displazisinde Görülen Değişiklikler	224
Gelişimsel Kalça Displazisi Ortezleri	226
Legg-Calve-Perthes Hastalığında Ortezler	233

Bölüm 7**Üst Ekstremitte Ortezleri249**

Omuz, Dirsek ve El-El Bileği Eklemi Biyomekaniği	249
Omuz Eklemi	249
Dirsek Eklemi	253
El-El Bileği Eklemi.....	256
Üst Ekstremitte Ortezleri	258
Üst Ekstremitte Fonksiyonel Hareket Arkı	258
Üst Ekstremitte Ortezlerinin Uygulanmasında Temel İlkeler	260
Üst Ekstremitte Ortezlerinde Genel Terminoloji	260
Üst Ekstremitte Ortezlerinin Genel Uygulama Amaçları	263
Üst Ekstremitte Ortezleri Tasarımlarında Dikkat Edilecek Temel Hususlar.....	264
Parmak Ortezleri.....	274
El-El Bileği Ortezleri	279
Tendon Yaralanmalarında Kullanılan Ortezler	290
Tendon Yaralanmalarında Ortez ve Protokol Seçimi	290
Fleksör Tendon Yaralanmalarında Ortez Kullanım Prensipleri	293
Ekstansör Tendon Yaralanmalarında Ortez Kullanım Prensipleri	299
Sinir Yaralanmalarında Orteziye Prensipleri	305
Üst Ekstremitte Yanıklarında Orteziye Prensipleri.....	309

Artritlerde Üst Ekstremitte Ortezleme Prensipleri	311
Dirsek Ortezleri	312
Omuz Ortezleri	318

Bölüm 8

Spinal Ortezler325

Spinal Kolon Biyomekaniği	325
Servikal Bölge	325
Torakal Bölge	328
Lumbal Bölge	329
Spinal Ortezler	333
Servikal Ortezler	333
Gövde Ortezleri	340
Spinal Deformite Ortezleri	351

Bölüm 9

Pediyatrik Patolojilerde Özel Ortez Uygulamaları.....367

Konjenital Muskuler Tortikolliste Ortezler	369
Deformasyonel Plagiosefalide Ortezler	371
Arthrogryposis Multiplex Congenitada Ortezler	373
Pes Ekinovarus (Konjenital club foot)	375
Konjenital Ekstremitte Noksanlıkları	378
Radial Club Hand	380
Sindaktili ve Kamptodaktili	382
Alt Ekstremitelerin Longitudinal Eksiklikleri	384
Obstetrik Brakial Pleksus Paralizisinde Ortezler	389

Bölüm 10

Yardımcı Cihazlar395

Yürüme Yardımcıları	395
Transfer Tahtaları ve Dönüş Platformları	399
Platformlu Yürüme Destekleri	400
Ayakta Durma Cihazları	403
Adaptif Sistemler ve Günlük Yaşam Yardımcıları	406
Tekerlekli Sandalyeler	418
Manuel Tekerlekli Sandalyeler	420
Elektrikli Tekerlekli Sandalyeler	421
Pediyatrik Tekerlekli Sandalyeler	422
Spor ve Rekreasyonel Sandalyeler	423
IoT, AI ve Robotik Destekli Modeller	424

Bölüm 11**Ortezlerde Teknoloji427**

CAD CAM Sistemler	427
Giyilebilir Sistemler	429
Robotik Ortezler	430

Bölüm 12**Ortez Yapımında Kullanılan Malzemeler437**

Metaller	438
Plastikler	443
Ortezlerin Laminasyonu	455
Kompozitler	455
Deriler	457
Birleştirici Materyaller	458
Alçı	459
Alçıların Fiziksel ve Mekanik Özellikleri	460

Bölüm 13**Ortez Üretiminde Temel Prensipler ve Pratik Uygulamalar467**

Ortez Üretiminde Temel Prensipler	467
Üst Ekstremité Ortezleri İçin Temel Prensipler	471
Alt Ekstremité Ortezleri Pratik Uygulamalar	472
AFO (Ayak-Ayak Bileği Ortezi) Pratiği	472
Uzun Yürüme Ortezi (PKAFO) (Plastik Diz-Ayak Bileği-Ayak Ortezi) Pratiği	476
Sandalet Tip Üzengili Uzun Yürüme Ortezi (PKAFO) (Plastik Diz-Ayak Bileği-Ayak Ortezi)	482
Üst Ekstremité Ortezleri Pratik Uygulamalar	488
Kısa Opponens Ortezi	488
Statik El-El Bileği Ortezi	489
İnhibitör Ortez Yapımı	496
Statik El-El Bileği Dirsek Ortezi	497
Spinal Ortezler Pratiği (Lumbosakral Termoplastik Ortez)	498
Alçı Sargı Pratiği (Negatif Model)	503
Derin Çekme Pratiği	505

Bölüm 14**Ortezler ve Rehabilitasyon511**

Ortez Rehabilitasyonunda Temel Prensipler	511
Ortezlerin Teknik Kontrolü	514
Ortez Kullanımında Aile/Bakımveren Eğitimi	518

Çocuklarda Ortez Rehabilitasyonunda Temel İlkeler	521
Geriatrik Bireylerde Ortez Rehabilitasyonunda Temel İlkeler.....	526
Yetişkinlerde Ortez Rehabilitasyonunda Temel İlkeler.....	527
Ortez Rehabilitasyonunda Hastaların Katılımını Etkileyen Faktörler	528