

Yüzeyel EMG

Fizyoterapistler İçin

Klinik Uygulama Rehberi

Fzt. Dr. Erdem DEMİR
Özel Sağlık Meslek Hizmet Birimi

Hipokrat
Yayıncılık

© 2026 Yüzeyel EMG
Fizyoterapistler İçin Klinik Uygulama Rehberi

ISBN: 978-625-6169-74-6

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.

Yazar

Fzt. Dr. Erdem DEMİR

Yayıncı

Hipokrat Yayınevi

Grafik-Tasarım

Hipokrat Grafik Tasarım

Baskı - Cilt

Vadi Grafik Tasarım ve Reklamcılık Ltd. Şti.

İvedik Org. San. 1420. Cad. No: 58/1 Yenimahalle/Ankara

Tel: 0312 395 85 71 • Sertifika No: 47479

Hipokrat
Yayıncılık

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



*Benim ben olmamı saęlayan,
hayatımın her döneminde daha iyisini başarabilmem için
beni cesaretlendiren
rahmetli annem*

Şazimet Demir

— terzi —

ve

canım babam

Ali Demir

— emekli öğretmen —

için...

*Annem, sen hep yüreğimdesin.
Babam, varlığın benim en büyük gücüm.*

Önsöz

V

Bu kitap, yıllar süren bir araştırma sürecinin, kesintisiz bir klinik birikimin ve yüzeysel elektromiyografi ile geçirdiğim uzun yılların ürünüdür. Yüzeysel EMG ile ilk tanışmam doktora öğrenciliğim dönemine uzanmaktadır. O günlerde, bir kasın elektriksel aktivitesini gerçek zamanlı olarak görebilmenin, hareketin arkasındaki nöromusküler dinamiği çıplak gözle görünür kılmının yarattığı heyecanı halen hatırlarım. O heyecan, doktora tezimde EMG'yi temel ölçüm aracı olarak kullanmama, ardından yıllar boyunca klinik çalışmalarım ve araştırmalarım bu tekniği derinlemesine uygulamama öncülük etti.

Bu yolculuk boyunca sürekli karşılaştığım bir gerçeklik, beni bu kitabı yazmaya iten temel motivasyon kaynağı oldu: fizyoterapistlerin yüzeysel EMG hakkında klinik uygulamaya yönelik, kapsamlı ve erişilebilir bir Türkçe kaynağa ulaşmaktaki güçlük. Mevcut literatür ağırlıklı olarak İngilizce kaynakların hakimiyetindedir ve bu kaynakların önemli bir kısmı mühendislik perspektifinden yazılmış olup fizyoterapistin klinik ihtiyaçlarına doğrudan yanıt vermekten uzaktır. Türkçe literatürde ise yüzeysel EMG'nin klinik fizyoterapi pratiğindeki sistematik kullanımını ele alan kapsamlı bir eser bulunmamaktadır.

Bu kitap, işte tam da bu büyük boşluğu doldurmayı hedeflemektedir. **Yüzeysel EMG — Fizyoterapistler İçin Klinik Uygulama Rehberi**, alanında Türkçe olarak yazılmış en kapsamlı ve ilk kaynak olma özelliğini taşımaktadır. Sekiz kısım ve kırk sekiz bölümden oluşan bu eser; temel fizyolojik bilgiden ileri klinik uygulamalara, sinyal işleme prensiplerinden raporlama standartlarına, özel popülasyonlardan yeni teknolojilere uzanan kapsamlı bir içerik sunmaktadır.

Kitabın her bölümü, fizyoterapistin klinik ve akademik pratiğinde doğrudan kullanabileceği bilgiyi, adım adım prosedürleri, karar tablolarını ve pratik önerileri içermektedir. Temel yaklaşımım, teknik bilgiyi klinik anlama dönüştürmek olmuştur. Her kavram, fizyoterapistin hastaya ve literatüre nasıl fayda sağlayacağı perspektifinden ele alınmıştır. Bu kitap yalnızca teorik bir referans değil, aynı zamanda klinik bir uygulama rehberi ve akademik bir başvuru kaynağıdır. Klinik kullanımın yanı sıra, lisansüstü tez çalışmalarında, bilimsel araştırma projelerinde ve akademik eğitimde de fayda sağlayacak derinlik ve kapsamda hazırlanmıştır.

Bu eser; yüzeysel EMG'yi klinik pratiğine entegre etmek isteyen fizyoterapistlere, lisansüstü eğitimlerinde EMG kullanan doktora ve yüksek lisans öğrencilerine, kinesiyojji ve hareket analizi alanlarında çalışan araştırmacılara ve EMG biyofeedback uygulayan klinisyenlere yöneliktir. Fizyoterapi lisans eğitiminde elektrofizyoloji derslerine ek kaynak olarak da kullanılabilir.

Uluslararası standartlar (SENIAM, ISEK) ve bilimsel literatürün rehberliğinde, yıllarca süren klinik deneyiminin ışığında derlenen bu kitabın, Türkiye'deki fizyoterapi mesleğine önemli bir katkı sağlayacağına inanıyorum. Yüzeysel EMG'nin fizyoterapi pratiğindeki yeri, teknolojik gelişmelerle birlikte hızla büyümektedir. Bu kitabın, meslektaşlarımla bu güçlü klinik aracı güvenle ve yetkinlikle kullanmalarına yardımcı olmasını içtenlikle diliyorum.

Bilimle, emekle ve merakla...

Fzt. Dr. Erdem DEMİR

Antalya, 2026

İçindekiler

vii

Kısım I Temel Bilgiler

Bölüm 1

Elektromiyografiye Giriş ve Tanım3

Elektromiyografi Nedir?.....	3
EMG'nin Tarihsel Gelişimi.....	3
EMG Türleri: Klinik EMG ve Kinesiyolojik EMG.....	4
Yüzeyel EMG'nin Tanımı ve Temel Kavramlar.....	5
Yüzeyel EMG'nin Fizyoterapideki Yeri ve Önemi.....	5
Yüzeyel EMG'nin Kullanım Alanları.....	6
Yüzeyel EMG'nin Avantajları ve Sınırlılıkları.....	7
EMG'nin Biyomekanikteki Konumu.....	7
Bu Kitabın Kapsamı ve Kullanımı.....	8

Bölüm 2

Kas Fizyolojisi ve EMG Sinyalinin Oluşumu11

Giriş.....	11
İskelet Kasının Yapısal Organizasyonu.....	11
Motor Ünite: Nöromusküler Kontrolün Temel Birimi.....	12
Kas Lifi Membranlarının Uyarılabilirliği.....	13
Aksiyon Potansiyeli.....	14
Motor Ünite Aksiyon Potansiyeli (MUAP).....	15
EMG Sinyalinin Oluşumu: Süperpozisyon.....	15
Motor Ünite Rekrütmanı ve Ateşleme Frekansı.....	16
Elektromekanik Kuplaj.....	16
Sinyalin Cilt Yüzeyine İletimi ve Hacim İletkeni Etkisi.....	17
EMG-Kuvvet İlişkisinin Fizyolojik Temeli.....	17
Klinik Önem ve Fizyoterapiye Yansımalar.....	18

Bölüm 3**Motor Ünite, Aksiyon Potansiyeli ve Sinyal İletimi21**

Giriş.....	21
Sinyal Yayılım Modeli: Gezici Elektriksel Dipol.....	21
Motor Ünite Aksiyon Potansiyelinin (MUAP) Oluşumu	22
Girişim Örüntüsü: Yüzeysel EMG Sinyalinin Bileşimi	23
Kas Lifi İletim Hızı	24
Hacim İletkeni ve Doku Filtreleme Etkisi.....	24
Çapraz Konuşma (Cross-Talk)	25
Diferansiyel Amplifikasyon ve Ortak Mod Baskılama.....	26
Ön Amplifikatörler ve Aktif Elektrot Kavramı	27
Sinyal Yükseltme ve Teknik Parametreler	27
Analog-Dijital Dönüşüm ve Örneklemeye	28
Sinyal Zincirleri: Kaynaktan Bilgisayara	29
Klinik Yansımalar ve Özet	29

Bölüm 4**Yüzeysel EMG Sinyalinin Doğası ve Özellikleri.....31**

Giriş.....	31
Ham EMG Sinyali	31
EMG Bazal Hatı ve Kalitesi	32
Amplitüd Karakteristikleri.....	33
Frekans Karakteristikleri	34
EMG Sinyalinin Stokastik Doğası.....	36
Deteksiyon Koşullarının Sinyal Üzerindeki Etkisi	36
EKG Artefaktları.....	37
Hareket Artefaktları	38
Şebeke Girişimi (Güç Hattı Gürültüsü).....	38
Sinyal-Gürültü Oranı ve Klinik Önemi	39
Klinik Yansımalar ve Özet	39

Bölüm 5**Sinyali Etkileyen Faktörler: Doku, Cross-talk ve Çevresel Gürültü.....41**

Giriş.....	41
Doku Özelliklerinin EMG Sinyali Üzerindeki Etkisi	41
Fizyolojik Çapraz Konuşma (Cross-Talk)	43
EKG Girişimi: Özel Bir Biyolojik Artefakt	45
Çevresel Gürültü Kaynakları	46
Dinamik Hareket Koşullarının Yaratdığı Zorluklar	47

Faktörlerin Etkileşimi ve Birikmeli Etkiler.....	48
Pratik Kontrol Listesi: Sinyal Kalitesini Etkileyen Faktörlerin Yönetimi.....	48
Klinik Yansımalar ve Özet.....	49

Kısım II

Donanım ve Hazırlık

Bölüm 6

EMG Amplifikatörleri ve Teknik Gereksinimler.....53

Giriş.....	53
Diferansiyel Amplifikasyon Prensipleri.....	53
Ortak Mod Baskılama Oranı (CMRR).....	53
Ön Amplifikatörler (Pre-amplifier).....	54
Temel Teknik Parametreler.....	55
Analog-Dijital Dönüşüm Gereksinimleri.....	57
EMG Sistem Türleri.....	57
Çok Parametrik Sistemler ve Sensör Entegrasyonu.....	59
Yazılım ve Veri Yönetimi.....	60
Donanım Seçiminde Klinik Karar Kriterleri.....	60
Klinik Yansımalar ve Özet.....	61

Bölüm 7

Yüzeyel Elektrot Seçimi ve Türleri.....63

Giriş.....	63
Yüzeyel Elektrotların Genel Özellikleri.....	63
Tek Kullanımlık Jelli Elektrotlar.....	64
Elektrot Konfigurasyonları.....	65
Elektrotlar Arası Mesafe.....	66
Referans Elektrot (Topraklama Elektrot).....	67
İnce Tel Elektrotlar.....	67
Pelvik Taban Elektrotları.....	68
Özel Uygulama Alanları İçin Elektrot Seçimi.....	69
Elektrot Saklanması ve Raf Ömrü.....	69
EKG Elektrotlarının EMG’de Kullanımı.....	70
Giyilebilir Teknoloji ve Gelecek Eğilimleri.....	70
Klinik Yansımalar ve Özet.....	70

Bölüm 8**Cilt Hazırlığı ve Empedans Kontrolü73**

Giriş.....	73
Cilt Empedansının Bilimsel Temelleri	73
Cilt Hazırlığı Yöntemleri	74
Empedans Ölçümü ve Değerlendirmesi	75
Elektrot Uygulama Süreci	77
Farklı Klinik Koşullara Göre Hazırlık Stratejileri	77
Özel Popülasyonlarda Cilt Hazırlığı	78
Sık Yapılan Hatalar ve Çözümleri	79
Tekrarlı Ölçümlerde Cilt Hazırlığı	79
Hijyen ve Güvenlik Önlemleri.....	80
Pratik İş Akışı: Cilt Hazırlığından Sinyal Kontrolüne	80
Klinik Yansımalar ve Özet	80

Bölüm 9**Elektrot Yerleşim İlkeleri ve Anatomik Referans Noktaları.....83**

Giriş.....	83
Temel Yerleştirme İlkeleri	83
Anatomik Referans Nokta Sistemi	85
Palpasyon Tekniği	86
Dinamik Hareketlerde Kas Karnı Göçü ve Elektrot Pozisyonu	86
Kablo Fiksasyonu	87
SENIAM Elektrot Yerleştirme Önerileri.....	87
Tekrarlanabilirliği Artırma Stratejileri	90
Elektrot Yerleştirmede Sık Yapılan Hatalar.....	90
Klinik Yansımalar ve Özet	90

Bölüm 10**Kas Haritaları: Ön ve Arka Yüz Elektrot Pozisyonları93**

Giriş.....	93
Frontal (Anterior) Kas Haritası.....	93
Dorsal (Posterior) Kas Haritası.....	95
Özel Klinik Durumlar İçin Kas Seçim Rehberi.....	97
Kas Haritalarının Kullanımına İlişkin Pratik Öneriler.....	98
Klinik Yansımalar ve Özet	98

Bölüm 11**Sinyal Doğrulama ve Kalite Kontrol Prosedürleri 101**

Giriş.....	101
Sinyal Geçerliliğinin Doğrulanması (Adım 1)	101
Empedans Kontrolü (Adım 2).....	102
Ham EMG Bazal Hatının Görsel İncelenmesi (Adım 3)	102
EMG Aktivite Patlamasının Doğrulanması (Adım 4)	104
Frekans Dağılım Analizi (Adım 5)	105
Çapraz Konuşma Kontrolü (Adım 6).....	106
EKG Artefaktı Kontrolü.....	106
Sorun Giderme Rehberi.....	106
Kapsamlı Kalite Kontrol Akış Şeması	107
Kalite Kontrolünün Dokümantasyonu.....	108
Klinik Yansımalar ve Özet	108

Bölüm 12**EMG Artefaktları: Tanıma ve Çözüm Yolları 111**

Giriş.....	111
Artefakt Sınıflandırması.....	111
Şebeke Girişimi (Power Line Interference).....	112
Kablo Hareket Artefaktları	113
Bazal Hat Ofseti	114
Bazal Hat Kaymaları (Baseline Shifts).....	114
EKG Artefaktı	115
Çapraz Konuşma (Cross-Talk) Artefaktı.....	116
Kas Titreşimi ve Darbe Kuvveti Artefaktları	116
Doygun Sinyal (Clipping)	117
Elektrot Temas Sorunları	117
Elektrostatik ve Elektromanyetik Girişim	118
Kapsamlı Artefakt Referans Rehberi	118
Artefakt Yönetiminde Genel İlkeler.....	119
Klinik Yansımalar ve Özet	120

Kısım III
Sinyal İşleme

Bölüm 13**Analog-Dijital Dönüşüm ve Örnekleme Hızı..... 125**

Giriş.....	125
------------	-----

Analog ve Dijital Sinyal Kavramları	125
Örnekleme Frekansı ve Nyquist Teoremi.....	126
EMG için Örnekleme Frekansı Önerileri	127
A/D Çözünürlüğü (Bit Derinliği)	128
Giriş Aralığı ve Dinamik Aralık	128
Çok Kanallı Kayıtlarda Örnekleme	129
EMG ile Diğer Sensörlerin Eş Zamanlı Kaydı	129
Dijital Kayıt ve Veri Saklama	130
Dijitalleştirme Hataları ve Klinik Sonuçları	130
Pratik Kontrol Listesi: A/D Dönüşüm Ayarları.....	131
Sinyal İşleme Zincirine Genel Bakış.....	131
Klinik Yansımalar ve Özet	132

Bölüm 14

Rektifikasyon (Doğrultma)135

Giriş.....	135
Rektifikasyonun Gerekliliği.....	135
Tam Dalga Rektifikasyon.....	135
Yarım Dalga Rektifikasyon.....	137
Rektifikasyonun Sinyal İşleme Zincirindeki Konumu	137
Rektifikasyon ve RMS Arasındaki İlişki	138
Ham EMG'den Elde Edilen Klinik Bilgi.....	139
Yazılım Uygulamalarında Rektifikasyon.....	139
Rektifikasyonla İlgili Sık Yapılan Hatalar.....	140
Klinik Yansımalar ve Özet	140

Bölüm 15

Düzleştirme Yöntemleri (Linear Envelope)143

Giriş.....	143
Düzleştirmenin Amacı ve Prensipleri	143
Hareketli Ortalama (Moving Average — MovAg).....	143
RMS Düzleştirme (Root Mean Square).....	145
Düşük Geçiren Filtre ile Düzleştirme (Butterworth Filtre).....	145
Pencere Genişliği Seçimi.....	146
Düzleştirmenin Amplitüd Üzerindeki Etkileri	147
Düzleştirme Yöntemi Seçim Kriterleri	148
Segmental ve Sürekli Düzleştirme.....	148
Düzleştirmede Sık Yapılan Hatalar	149
Klinik Yansımalar ve Özet	149

Bölüm 16**Dijital Filtreleme Teknikleri 151**

Giriş.....	151
Temel Filtre Kavramları	151
Filtre Türleri ve EMG Uygulamaları.....	152
Yüksek Geçiren Filtreleme (HPF).....	153
Düşük Geçiren Filtreleme (LPF)	154
Bant Geçiren Filtreleme (BPF).....	154
Çentik Filtre (Notch Filter / Band-Stop Filter).....	154
Butterworth Filtresi: EMG İçin Standart Seçim	155
Filtrelemenin Sinyal Üzerindeki Etkileri.....	155
Filtreleme Karar Ağacı: Ne Zaman Filtre Uygulanmalı?.....	156
Filtreleme Parametrelerinin Raporlanması.....	156
Filtrelemede Sık Yapılan Hatalar	157
Klinik Yansımalar ve Özet.....	157

Bölüm 17**Amplitüd Normalizasyonu ve MVC Yöntemi 159**

Giriş.....	159
Normalizasyonun Gerekliği.....	159
MVC Normalizasyonu: Standart Yöntem	160
MVC Normalizasyonunun Sınırlılıkları	162
Normalize Edilmemiş Verilerin Kullanım Alanları	163
MVC Normalizasyonu Uygulama Protokolü	163
%MVC Değerlerinin Klinik Yorumu	164
MVC Normalizasyonunda Sık Yapılan Hatalar	164
Klinik Yansımalar ve Özet.....	165

Bölüm 18**Alternatif Normalizasyon Yöntemleri 167**

Giriş.....	167
Submaksimal İzometrik Referans Kasılma (Sub-MVC)	167
Göreve Özgü Tepe Değer Normalizasyonu (Peak Task).....	168
Ortalama Görev EMG Normalizasyonu (Mean Task).....	168
Standart Referans Kasılma Yöntemi (Reference Voluntary Contraction — RVC).....	169
İzokinetik Cihaz Tabanlı Normalizasyon	169
Elektriksel Stimülasyon ile Normalizasyon.....	170
Yöntemlerin Kapsamlı Karşılaştırması.....	170
Klinik Senaryoya Göre Yöntem Seçim Rehberi	170
Normalizasyon Yöntemi Seçiminde Genel İlkeler.....	172

Normalizasyonda Sık Yapılan Hatalar.....	172
Klinik Yansımalar ve Özet.....	172

Bölüm 19

Zaman Normalizasyonu.....175

Giriş.....	175
Zaman Normalizasyonunun Gerekliliği	175
İnterpolasyon Yöntemi.....	176
Yürüyüş Döngüsünde Zaman Normalizasyonu	177
Diğer Tekrarlayıcı Hareketlerde Zaman Normalizasyonu	178
Uygulama Prosedürü.....	178
Döngü Sayısının Önemi.....	179
Zaman Normalizasyonunun Etkileri ve Dikkat Noktaları	179
Zaman Normalizasyonunda Sık Yapılan Hatalar	180
Sinyal İşleme Zincirinde Zaman Normalizasyonunun Konumu	180
Klinik Yansımalar ve Özet.....	181

Bölüm 20

Ensemble Ortalama ve Varyabilite Analizi.....183

Giriş.....	183
Ensemble Ortalamanın Tanımı ve Hesaplanması.....	183
Ensemble Ortalamanın Giriş Sinyal Gereksinimleri	184
Döngüden Döngüye Varyabilite.....	185
Varyabilite Ölçütleri.....	185
Bireysel ve Grup Düzeyinde Ensemble Ortalama	186
Normal Referans Bantları.....	186
Yürüyüş Analizinde Ensemble Ortalama: Tipik Örüntüler	187
Ensemble Ortalamanın Diğer Klinik Uygulamaları	188
Ensemble Ortalamada Sık Yapılan Hatalar	188
Sinyal İşleme Zincirinin Bütüncül Özeti.....	189
Klinik Yansımalar ve Özet.....	189

Bölüm 21

EKG Artefakt Temizleme Algoritmaları191

Giriş.....	191
EKG Temizlemenin Ne Zaman Gerekli Olduğu.....	191
EKG Kontaminasyonunun Fizyolojik Temeli	192
Şablon Çıkarma Yöntemi (Template Subtraction)	192
Adaptif Filtre Yöntemi.....	194
Yüksek Geçiren Filtre ile Basitleştirilmiş Yaklaşım.....	195

Darbe Pencereleme Yöntemi (Gating / Blanking).....	195
İleri Düzey Yöntemler	195
Yöntemlerin Kapsamlı Karşılaştırması.....	196
EKG Referans Kanalı Kaydı.....	196
EKG Temizleme Kalitesinin Değerlendirilmesi	197
Pratik Uygulama Rehberi.....	197
EKG Temizlemenin Sinyal İşleme Zincirindeki Konumu	197
EKG Temizlemede Sık Yapılan Hatalar.....	198
Klinik Yansımalar ve Özet	198

Kısım IV

Analiz Parametreleri

Bölüm 22

Amplitüd Parametreleri: Ortalama, Tepe Değer, Alan203

Giriş.....	203
Ortalama Rektifiye Değer (Mean / ARV)	203
Kök Ortalama Kare (RMS).....	204
Tepe Değer (Peak EMG).....	205
Entegre EMG ve Alan (IEMG).....	206
Medyan ve Ortalama Amplitüd	206
Analiz Penceresi Seçimi	207
Parametrelerin Kapsamlı Karşılaştırması	207
Parametre Seçiminde Klinik Karar Rehberi	208
Parametre Raporlama Standartları	208
Amplitüd Parametrelerinde Sık Yapılan Hatalar	209
Klinik Yansımalar ve Özet	209

Bölüm 23

Frekans Parametreleri: FFT, Medyan ve Ortalama Frekans211

Giriş.....	211
Güç Spektrum Analizi: Temel Kavramlar	211
Hızlı Fourier Dönüşümü (FFT)	212
Medyan Frekans (MDF).....	213
Ortalama Frekans (MNF)	213
Frekans Parametrelerini Etkileyen Faktörler	214
Yorgunluk Analizi Prosedürü	215
Dinamik Hareketlerde Frekans Analizi	216
Frekans Analizinin Klinik Uygulamaları	216

Frekans Analizinde Sık Yapılan Hatalar	217
Frekans Parametreleri Raporlama Standartları	217
Klinik Yansımalar ve Özet	217

Bölüm 24

Zamanlama Parametreleri: Onset, Offset ve Ateşleme Sırası219

Giriş.....	219
Onset Kavramı ve Tanımı.....	219
Onset Tespit Yöntemleri.....	220
Eşik Değer Seçiminin Etkisi.....	222
Düzleştirme ve Onset Tespiti İlişkisi.....	222
Kas Ateşleme Sırası Analizi	222
Aktivasyon Süresi ve Görev Döngüsü Analizi	223
Onset Tespitini Etkileyen Faktörler	224
Onset Analizinde Uygulama Prosedürü	224
Zamanlama Parametrelerinde Sık Yapılan Hatalar.....	224
Zamanlama Parametreleri Raporlama Standartları	225
Klinik Yansımalar ve Özet	225

Bölüm 25

Eşik Değer Belirleme Yöntemleri.....227

Giriş.....	227
Eşik Değer Kavramının Genel Çerçevesi	227
Mutlak Eşik Değer Yöntemleri.....	227
Göreceli Eşik Değer Yöntemleri.....	228
On/Off Analizi İçin Eşik Değer Uygulaması	229
Gevşeme Eşiği ve Kas Dinlenme Analizi	230
Aktivasyon Kategorileri ve Çok Düzeyli Eşik Uygulaması.....	230
Ergonomik Amplitüd Olasılık Dağılımı Fonksiyonu (APDF)	231
Klinik Senaryoya Göre Eşik Değer Seçim Rehberi	232
Eşik Değer Hassasiyet Analizi.....	232
Eşik Değer Belirlemede Sık Yapılan Hatalar	233
Eşik Değer Parametreleri Raporlama Standartları	233
Klinik Yansımalar ve Özet	233

Bölüm 26

EMG-Kuvvet İlişkisi.....235

Giriş.....	235
EMG-Kuvvet İlişkisinin Fizyolojik Temeli.....	235

EMG-Kuvvet İlişkisinin Şekli	236
EMG-Kuvvet İlişkisini Etkileyen Faktörler	237
Kasılma Türüne Göre EMG-Kuvvet İlişkisi	238
Yorgunluğun EMG-Kuvvet İlişkisine Etkisi	238
EMG'den Kuvvet Tahmini: Olanaklar ve Sınırlılıklar.....	239
Klinik Uygulamada EMG-Kuvvet İlişkisinin Pratik Anlamları.....	239
EMG-Kuvvet İlişkisinde Sık Yapılan Hatalar	240
Klinik Yansımalar ve Kısım IV Özeti	240

Kısım V

Klinik Analiz Soruları

Bölüm 27

Kas Aktif mi? (On/Off Analizi)245

Giriş.....	245
On/Off Analizinin Klinik Önemi.....	245
On/Off Analizinin Teknik Temeli	246
On/Off Analizinden Türetilen Parametreler	246
Yürüyüşte On/Off Analizi.....	247
Patolojik On/Off Örüntüleri	248
On/Off Analizinin Uygulama Prosedürü	248
On/Off Analizinde Normalizasyon Gerekliliği	249
On/Off Analizinde Sık Yapılan Hatalar.....	249
Klinik Yansımalar ve Özet.....	250

Bölüm 28

Daha Fazla mı Daha Az mı? (Karşılaştırmalı Analiz).....251

Giriş.....	251
Karşılaştırma Türleri.....	251
Aynı Seansta Koşullar Arası Karşılaştırma.....	252
Farklı Günlerde Karşılaştırma (Ön Test–Son Test).....	252
Sağ-Sol Simetri Analizi.....	253
Kaslar Arası Karşılaştırma	254
Bireyler Arası Karşılaştırma	255
Karşılaştırma Yaklaşımlarının Sistematik Özeti.....	255
Karşılaştırmalı Analizde Sık Yapılan Hatalar	256
Klinik Yansımalar ve Özet.....	256

Bölüm 29**Kas Ne Zaman Aktif? (Zamanlama Analizi)259**

Giriş.....	259
Zamanlama Analizinin Klinik Soruları.....	259
Antisipatuar Postüral Ayarlamalar (APA)	260
Reaktif Postüral Yanıtlar	261
Yürüyüşte Zamanlama Analizi	262
Fonksiyonel Görevlerde Zamanlama Analizi	262
Zamanlama Analizinin Teknik Gereksinimleri	263
Zamanlama Verilerinin Sunumu ve Raporlanması	263
Zamanlama Analizinde Sık Yapılan Hatalar	264
Klinik Yansımalar ve Özet	264

Bölüm 30**Ne Kadar Aktif? (Kantitatif Analiz)267**

Giriş.....	267
Kantitatif Analizin Klinik Soruları.....	267
Normalizasyonun Kantitatif Analizdeki Zorunluluğu.....	268
Kantitatif Analiz Düzeyleri.....	268
Klinik Senaryolarda Kantitatif Analiz Uygulamaları	269
Çoklu Kas Kantitatif Profili	270
Kantitatif Verilerin Klinik Raporlaması	271
Kantitatif Analizde Sık Yapılan Hatalar	271
Klinik Yansımalar ve Özet	272

Bölüm 31**Kas Yoruluyor mu? (Yorgunluk Analizi)275**

Giriş.....	275
Yorgunluğun EMG Belirteçleri: İkili Örüntü.....	275
İzometrik Yorgunluk Test Protokolleri	276
Yorgunluk Analizi Prosedürü	277
Yorgunluk Göstergeleri ve Hesaplama	278
Klinik Uygulamalar	278
Biering-Sørensen Testi: Detaylı Protokol	278
Dinamik Hareketlerde Yorgunluk İzleme	279
Yorgunluk Analizinin Sonuçlarının Yorumlanması	280
Yorgunluk Analizinde Sık Yapılan Hatalar	280
Yorgunluk Analizi Raporlama Standartları	280
Klinik Yansımalar ve Özet	281

Bölüm 32**Hareket Koordinasyonu Değerlendirmesi283**

Giriş.....	283
Koordinasyon Kavramının EMG Boyutu.....	283
Koordinasyon Değerlendirme Yaklaşımları.....	284
Ko-Kontraksiyon Analizi.....	284
Sinerjist Katkı Profili.....	286
Kas Sinerjisi Analizi.....	286
Çapraz Korelasyon Analizi.....	287
Koordinasyon Bozukluklarının Klinik Örüntüleri.....	287
Koordinasyon Değerlendirmesinin Klinik Uygulamaları.....	288
Koordinasyon Değerlendirmesinde Sık Yapılan Hatalar.....	288
Klinik Yansımalar ve Kısım V Özeti.....	289

Kısım VI**Fizyoterapide Klinik Uygulamalar****Bölüm 33****EMG ve Biyomekaniğin Entegrasyonu293**

Giriş.....	293
Biyomekanik Ölçüm Sistemleri ve EMG Entegrasyonu.....	293
Eş Zamanlı Kayıt: Teknik Gereksinimler.....	294
EMG-Kinematik Entegrasyonu.....	295
EMG-Kinetik Entegrasyonu.....	295
EMG ve Ultrasonografi Entegrasyonu.....	296
EMG ve Giyilebilir Sensörler.....	296
Entegre Değerlendirmenin Klinik Avantajları.....	297
Entegre Ölçüm Protokolü Tasarımı.....	297
Entegre Değerlendirmede Sık Yapılan Hatalar.....	298
Klinik Yansımalar ve Özet.....	298

Bölüm 34**Postüral Analiz ve Stabilizasyon Değerlendirmesi301**

Giriş.....	301
Postüral EMG'nin Temel İlkeleri.....	301
Statik Postüral Değerlendirme.....	302
Lomber Stabilizasyon Değerlendirmesi.....	302
Servikal Stabilizasyon Değerlendirmesi.....	304
Skapulotorasik Stabilizasyon Değerlendirmesi.....	304

Denge Değerlendirmesinde EMG.....	305
Postüral EMG Değerlendirmesinde Normalizasyon	305
Postüral EMG Değerlendirmesinde Sık Yapılan Hatalar.....	306
Klinik Yansımalar ve Özet	306

Bölüm 35

Yürüyüş Analizinde EMG Kullanımı309

Giriş.....	309
Yürüyüş EMG Protokolü.....	309
Normal Yürüyüşte Kas Aktivasyon Örüntüleri	310
Patolojik Yürüyüş Örüntüleri	312
Yürüyüş Hızının EMG Üzerindeki Etkisi.....	312
Zemin Yürüyüşü ile Koşu Bandı Yürüyüşünün Karşılaştırılması	313
Yürüyüş EMG'sinin Klinik Karar Vermedeki Rolü.....	313
Yürüyüş EMG Raporunun Yapısı.....	314
Yürüyüş EMG'sinde Sık Yapılan Hatalar.....	314
Klinik Yansımalar ve Özet	315

Bölüm 36

Nörolojik Rehabilitasyonda EMG.....317

Giriş.....	317
Nörolojik Popülasyonlarda EMG'nin Özel Zorlukları.....	317
İnme Rehabilitasyonunda EMG.....	318
Serebral Palside EMG.....	319
Spinal Kord Yaralanmasında EMG.....	320
Parkinson Hastalığında EMG	320
Periferik Sinir Lezyonlarında EMG	320
Nörolojik Rehabilitasyonda EMG Biyofeedback	321
Nörolojik EMG Değerlendirmesinde Normalizasyon Stratejileri.....	321
Nörolojik EMG Değerlendirmesinde Sık Yapılan Hatalar	322
Klinik Yansımalar ve Özet	322

Bölüm 37

Kas-İskelet Sistemi Patolojilerinde EMG325

Giriş.....	325
Ağrının Kas Aktivasyonuna Etkisi.....	325

Bel Ağrısında EMG	326
Boyun Ağrısında EMG.....	326
Diz Patolojilerinde EMG	327
Omuz Patolojilerinde EMG	328
Postoperatif Rehabilitasyonda EMG	328
Kas-İskelet EMG Değerlendirmesinde Normalizasyon	329
Patolojilere Göre EMG Uygulama Özeti	329
Kas-İskelet EMG Değerlendirmesinde Sık Yapılan Hatalar	330
Klinik Yansımalar ve Özet	330

Bölüm 38

Pelvik Taban Değerlendirmesinde EMG333

Giriş.....	333
Pelvik Taban Kaslarının Fonksiyonel Anatomisi	333
Pelvik Taban EMG Kayıt Yöntemleri.....	333
Pelvik Taban EMG Değerlendirme Protokolü	334
Pelvik Taban EMG Bulgularının Klinik Yorumu	334
Klinik Uygulama Alanları.....	335
Pelvik Taban EMG Biyofeedback.....	335
Pelvik Taban EMG'sinde Özel Teknik Dikkat Noktaları	336
Pelvik Taban EMG'sinde Sık Yapılan Hatalar	337
Klinik Yansımalar ve Özet	337

Bölüm 39

EMG Biyofeedback Uygulamaları339

Giriş.....	339
Biyofeedback'in Teorik Temeli	339
EMG Biyofeedback Stratejileri	340
Klinik Uygulama Alanları ve Kanıt Tabanı	341
Biyofeedback Seans Tasarımı.....	341
Biyofeedback Protokolü: Adım Adım	342
Biyofeedback Teknolojisi ve Donanım.....	342
Biyofeedback'in Etkinliğini Artıran Faktörler.....	343
EMG Biyofeedback'te Sık Yapılan Hatalar	343
Klinik Yansımalar ve Kısım VI Özeti	344

Kısım VII

Test Tasarımı, Raporlama ve Veri Yönetimi

Bölüm 40

EMG Test Tasarımı ve Protokol Geliştirme349

Giriş.....	349
Test Tasarımının Temel Adımları	349
Klinik Soruya Göre Protokol Seçimi	351
Kas Seçimi Stratejisi	351
Görev Standardizasyonu	352
Protokol Dokümantasyonu	352
Ön Test–Son Test Protokol Tasarımı.....	353
Pilot Test ve Protokol Validasyonu.....	353
Test Tasarımında Sık Yapılan Hatalar	354
Klinik Yansımalar ve Özet	354

Bölüm 41

EMG Raporlama Standartları.....357

Giriş.....	357
Klinik EMG Raporunun Standart Yapısı.....	357
Metodoloji Raporlama Gereksinimleri.....	358
Kantitatif Verilerin Raporlanması	358
Grafik Sunum İlkeleri	359
Klinik Yorumlama ve Bulguların Sunumu	359
Farklı Klinik Senaryolar İçin Rapor Şablonları	360
Sınırlılıkların Raporlanması.....	360
Raporlamada Sık Yapılan Hatalar.....	361
Klinik Yansımalar ve Özet	361

Bölüm 42

EMG Ölçümlerinde Güvenilirlik ve Geçerlilik363

Giriş.....	363
Güvenilirlik Kavramları	363
EMG Varyabilite Kaynakları.....	364
Geçerlilik Kavramları	365
Ölçüm Hatası ve Klinik Karar	365
Güvenilirliği Artırma Stratejileri.....	366
Güvenilirlik ve Geçerlilik Hataları	367
Klinik Yansımalar ve Özet	367

Bölüm 43**Veri Yönetimi, Arşivleme ve Etik369**

Giriş.....	369
Ham Veri Arşivlemenin Zorunluluğu.....	369
Dosya Adlandırma ve Organizasyon	370
Meta Veri ve Seans Bilgileri.....	370
Veri Güvenliği ve Yedekleme.....	371
Hasta Gizliliği ve Kişisel Verilerin Korunması.....	371
Araştırma Etiği	372
Veri Yönetimi Kontrol Listesi	372
Veri Yönetiminde Sık Yapılan Hatalar.....	372
Klinik Yansımalar ve Kısım VII Özeti	373

Kısım VIII**Özel Popülasyonlar ve Ekler****Bölüm 44****Özel Popülasyonlarda EMG Uygulaması377**

Giriş.....	377
Pediyatrik Popülasyon.....	377
Geriyatrik Popülasyon	378
Obez Bireyler	378
Gebelik ve Postpartum Dönem	379
Ampute Bireyler	379
Sporcu Popülasyonu	380
Popülasyonlar Arası Genel Karşılaştırma.....	380
Klinik Yansımalar ve Özet	381

Bölüm 45**Ergonomi ve İş Sağlığında EMG Uygulamaları383**

Giriş.....	383
Ergonomik EMG'nin Klinik EMG'den Farkları.....	383
Amplitüd Olasılık Dağılım Fonksiyonu (APDF).....	384
EMG Gap Analizi ve Cinderella Hipotezi	384
Ergonomik EMG Değerlendirme Protokolü.....	385
Klinik Uygulama Senaryoları.....	386
Ergonomik EMG'de Sık Yapılan Hatalar.....	386
Klinik Yansımalar ve Özet	387

Bölüm 46**Yeni Teknolojiler ve Gelecek Perspektifleri.....389**

Giriş.....	389
Giyilebilir ve Kablosuz EMG Sistemleri.....	389
Yüksek Yoğunluklu Yüzeyel EMG (HD-sEMG).....	390
Yapay Zekâ ve Makine Öğrenmesi.....	390
Tele-Rehabilitasyon ve Uzaktan EMG İzleme.....	391
EMG ve Robot Yardımlı Rehabilitasyon.....	391
Tekstil Entegreli ve Kuru Elektrot Teknolojileri.....	392
EMG ve Ultrasonografi Entegrasyonu.....	393
Fizyoterapist İçin Pratik Değerlendirme	393
Klinik Yansımalar ve Özet	393

Bölüm 47**Sonuç: EMG'nin Fizyoterapi Pratiğine Entegrasyonu395**

Kitabın Temel Mesajları	395
Kisimların Bütüncül Değerlendirmesi.....	396
EMG'yi Klinik Pratiğe Entegre Etme Yol Haritası	396
Klinik Karar Desteğinde EMG: Ne Zaman Kullanalım?	397
EMG Değerlendirmesi Öncesi Hızlı Kontrol Listesi.....	397
Profesyonel Gelişim Önerileri	397
Kitabın Sınırlılıkları	398
Son Söz	398

Bölüm 48**Ekler401**

Ek A: SENIAM Elektrot Yerleşim Rehberi	401
Ek B: Kısaltmalar Sözlüğü	402
Ek C: Sinyal İşleme Parametre Özet Tablosu	404
Ek D: Cilt Hazırlığı ve Empedans Kontrol Protokolü	404
Ek E: Normalizasyon Karar Rehberi	405
Ek F: MVC Test Pozisyonları Hızlı Referans.....	405
Kitap Sonu	406