

**COURSE CATALOG FORM
(DERS KATALOG FORMU)**

| Course Code: BMED3501 (Dersin Kodu) | | | Course Name: Biosignal Processing (Dersin Adı) (Biyolojik Sinyal İşleme) | | | | |
|--|--------------------|-------------------------------|--|---------------------------|---------------------------|--|---------------------------------|
| Semester (Yarıyıl) | Lc+L+PS (D+L+U) | Local Credit (Yerel Kredi) | ECTS (AKTS) | Language (Dersin Dili) | Category (Dersin Türü) | (Instructional Method) (Dersin İşleniş Yöntemi) | Ön Koşulları (Prerequisites) |
| 6 | (2+2+0) | 3 | 5 | English (İngilizce) | Core (Zorunlu) | Lecture (Ders) | ELEC2501 |
| Course Objectives (Dersin Amacı) | | | <p>To provide a comprehensive understanding of collecting, analyzing, and interpreting physiological signals (ECG, EEG, EMG) using modern digital signal processing and machine learning techniques. To enable students to design digital filters, analyze signals in time-frequency domains, and develop algorithms for automated diagnosis using MATLAB. To discuss ethical considerations and bias in biomedical data analysis.</p> <p>(Fizyolojik sinyallerin (EKG, EEG, EMG) modern sayısal sinyal işleme ve makine öğrenmesi teknikleri kullanılarak toplanması, analiz edilmesi ve yorumlanması konusunda kapsamlı bir anlayış sağlamak. Öğrencilerin dijital filtreler tasarlamalarını, sinyalleri zaman-frekans alanlarında analiz etmelerini ve MATLAB kullanarak otomatik teşhis algoritmaları geliştirmelerini sağlamak. Biyomedikal veri analizinde etik hususları ve önyargıları tartışmak.)</p> | | | | |
| Course Content (Dersin İçeriği) | | | <p>Application of analog, digital, and statistical techniques to the processing of biomedical signals. Sources, recording, analysis and processing of ECG, EEG, EMG, and evoked potentials. Filtering, detection and classification, spectrum and parameter estimation, and array signal processing.</p> <p>Biyomedikal işaretlerin işlenmesinde analog, sayısal ve istatistiksel tekniklerin uygulamaları. Kaynaklar, kaydetme, ECG, EEG, EMG ve uyarılmış potansiyellerin analizi ve işlenmesi. Filtreleme, deteksiyon ve sınıflandırma, spektrum ve parametre kestirimi ve dizilim sinyal işleme.</p> | | | | |
| Course Learning Outcomes (Dersin Öğrenme Çıktıları) | | | <ol style="list-style-type: none"> 1. Analyze the characteristics of physiological signals (ECG, EEG, EMG) and identify noise sources/artifacts. [1.1, 2.1] 2. Design and implement digital filters (FIR/IIR) to remove noise from biomedical signals using MATLAB. [1.2, 3.1, 4.1] 3. Apply spectral (FFT, PSD) and time-frequency (Wavelet) analysis methods to extract diagnostic features. [1.2, 2.1, 4.1, 5.3] 4. Develop algorithms for event detection (e.g., QRS detection) and signal classification using basic Machine Learning concepts. [3.2, 4.1] 5. Evaluate the ethical implications of biomedical data processing, including patient privacy and algorithmic bias. [6.2, 7.1, 7.2] <p><i>[Note: Numbers in brackets are the related program outcome PO numbers]</i></p> | | | | |

| | |
|---|--|
| | <p>1. Fizyolojik sinyallerin (EKG, EEG, EMG) karakteristiklerini analiz eder ve gürültü kaynaklarını/artefaktları tanımlar. [1.1, 2.1]</p> <p>2. MATLAB kullanarak biyomedikal sinyallerden gürültüyü temizlemek için dijital filtreler (FIR/IIR) tasarlar ve uygular. [1.2, 3.1, 4.1]</p> <p>3. Teşhis amaçlı öznitelikler çıkarmak için spektral (FFT, PSD) ve zaman-frekans (Dalgacık) analiz yöntemlerini uygular. [1.2, 2.1, 4.1, 5.3]</p> <p>4. Temel Makine Öğrenmesi kavramlarını kullanarak olay tespiti (örn. QRS tespiti) ve sinyal sınıflandırma algoritmaları geliştirir. [3.2, 4.1]</p> <p>5. Hasta mahremiyeti ve algoritmik önyargı dahil olmak üzere biyomedikal veri işlemenin etik sonuçlarını değerlendirir. [6.2, 7.1, 7.2]</p> <p><i>[Not: Köşeli parantez içindeki sayılar ilgili program çıktı PÇ numaralarıdır]</i></p> |
| ISCED Category of course (Dersin ISCED Kategorisi) | 52 – Mühendislik 52 – Engineering |
| Textbook (Ders Kitabı) | Semmlow, J. L., & Griffel, B. (2021). Biosignal and Medical Image Processing. CRC Press. 3rd Edition. |
| Other References (Yardımcı Kaynaklar) | Rangayyan, R. M. (2015). Biomedical Signal Analysis: A Case-Study Approach. Wiley-IEEE Press. 2nd Edition. |

| COURSE PLAN (DERS PLANI) | |
|---------------------------------|--|
| Week (Hafta) | Topics (Konular) |
| 1 | Introduction to Biosignals & Origins (ECG, EEG, EMG) / Biyosinyallere Giriş ve Kökenleri |
| 2 | Signal Acquisition, Sampling Theorem & Aliasing / Sinyal Toplama, Örnekleme Teoremi ve Örtüşme |
| 3 | Time-Domain Analysis & Statistical Metrics (MATLAB Lab Intro) / Zaman Alanı Analizi ve İstatistiksel Metrikler |
| 4 | Z-Transform and System Properties Review / Z-Dönüşümü ve Sistem Özellikleri Tekrarı |
| 5 | Lab 1: Noise Characterization and Simulation in MATLAB / Lab 1: MATLAB'de Gürültü Karakterizasyonu ve Simülasyonu. - Generate baseline wander, power-line (50 Hz), and EMG-like noise; add them to a clean biosignal. - Compute SNR and visualize the impact in time and frequency domains. - Apply simple denoising (moving average / notch) and compare before-after results. |
| 6 | Digital Filter Design (FIR/IIR) for Biosignals / Biyosinyaller için Sayısal Filtre Tasarımı |
| 7 | Lab 2: Designing Filters for ECG Noise Removal / Lab 2: EKG Gürültü Giderme için Filtre Tasarımı. - Design FIR and IIR filters for ECG noise removal (notch + bandpass). - Evaluate magnitude/phase response and group delay; discuss practical trade-offs. - Apply filters to ECG and quantify improvement (e.g., SNR, distortion). |
| 8 | Lab 3: Spectral Analysis (DFT, FFT, PSD) in MATLAB / Lab 3: MATLAB'de Spektral Analiz (DFT, FFT, PSD). - Compute DFT/FFT and PSD (Welch) for ECG/EEG segments in MATLAB. - Identify dominant frequency components; compare window and segment-length effects. - Report spectral features (peak frequency, band power) with plots. |
| 9 | Spectral Analysis: DFT, FFT, and Power Spectral Density / Spektral Analiz: DFT, FFT ve Güç Spektral Yoğunluğu |
| 10 | Time-Frequency Analysis: Spectrograms & Wavelet Transform / Zaman-Frekans Analizi: Spektrogramlar ve Dalgacık Dönüşümü |
| 11 | Lab 4: EEG Signal Analysis using FFT and Wavelets / Lab 4: FFT ve Dalgacıklar kullanarak EEG Sinyal Analizi. - Compute spectrogram and wavelet scalogram for EEG; interpret transient events. - Extract time-varying band powers (delta-theta-alpha-beta-gamma) and summarize. |

| | |
|----|---|
| | - Compare FFT-based and wavelet-based features for the same segment. |
| 12 | Lab 5: Feature Extraction & Dimensionality Reduction (PCA/ICA) / Lab 5: Öznitelik Çıkarımı ve Boyut İndirgeme (PCA/ICA) - Build a feature vector set (e.g., band powers, Hjorth parameters, entropy) from biosignal windows. - Apply PCA for variance explanation and low-dimensional visualization. - Apply ICA for artifact/component separation; interpret key components. |
| 13 | Lab 6: Machine Learning for Biosignal Classification / Lab 6: Biyosinyal Sınıflandırma için Makine Öğrenmesi. - Prepare a labeled dataset (train/validation/test) and standardize features. - Train baseline classifiers (LDA/SVM/KNN) and evaluate with accuracy, F1, and confusion matrix. - Use cross-validation and discuss generalization and failure modes. |
| 14 | Lab 7: Final Project Presentations: Real-world Case Studies & Ethics Discussion / Lab 7: Final Proje Sunumları: Gerçek Hayat Vaka Çalışmaları ve Etik Tartışması. - Present the final project pipeline, results, and reproducible code (MATLAB). - Discuss limitations, bias, privacy/ethics, and potential clinical impact. - Receive peer feedback and propose concrete next improvements. |

**DERSİN DEĞERLENDİRME SİSTEMİ
(COURSE ASSESSMENT)**

| | Etkinlikler (Activities) | Adet (Quantity) | Katkı Oranı (Contribution) (%) |
|--|---|-----------------|--------------------------------|
| Semester Activities (Yarıyıl İçi Çalışmaları) | Kısa Sınavlar (Quizzes) | — | — |
| | Dönem Ödevi / Sunum (Term Project / Presentation) | 1 | 30 |
| | Derse Devam (Attendance) | — | — |
| | Sunum (Presentations) | — | — |
| | Arasınavlar (Midterm Exams) | 1 | 30 |
| | Laboratuvar (Laboratory) | — | — |
| YARIYIL SONU SINAVI (FINAL EXAM) | | 1 | 40 |
| Toplam (Total) | | | 100 |

**AKTS İŞ YÜKÜ TABLOSU
(ECTS WORKLOAD TABLE)**

| DERS ETKİNLİKLERİ (COURSE ACTIVITIES) | Sayı (Quantity) | Süre (Saat) (Time (h)) | İş Yüğü (saat) (Work - Load (h)) |
|--|--------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| Ders Süresi (Lectures) | 14 | 2 | 28 |
| Uygulama (Tutorial) | 0 | 0 | 0 |
| Yarıyıl Sonu Sınavı (Hazırlık Süresi Dahil) (Final Exam (Preparation included)) | 1 | 17 | 17 |

| | | | |
|--|----|----|-----|
| Kısa Sınavlar (Hazırlık Süresi Dahil) (Quizzes (Preparation included)) | 0 | 0 | 0 |
| Dönem Ödevi / Projesi (Term Project) | 1 | 16 | 16 |
| Sınıf Dışı Çalışma Süresi (Out class working time) | 14 | 3 | 42 |
| Ödevler (Homework) | 0 | 0 | 0 |
| Sunum (Presentations) | 0 | 0 | 0 |
| Arasınavlar (Hazırlık Süresi Dahil) (Midterm Exams (Preparation included)) | 1 | 8 | 8 |
| Proje (Projects) | 0 | 0 | 0 |
| Laboratuar (Laboratory) | 7 | 2 | 14 |
| Toplam İş Yüğü (saat) (Total Work - Load (h)) | | | 125 |
| Dersin AKTS Kredisi (Toplam İş Yüğü / 25) (ECTS Credits of the course (Total Work - Load / 25)) | | | 5 |

| Revizyon/Tarih (Revision/Date) | Koordinatör / Hazırlayan (Coordinator / Prepared by) | Onaylayan (Approved by) |
|-----------------------------------|---|----------------------------|
| 01.09.2019 02.02.2026 | Hakan Gürkan R. Murat Demirer | Prof. Dr. Ahmet Aksen |