

# ELEKTROKİMYASAL EMPEDANS SPEKTROSKOPİSİ II

|       |                                                                                   |                                                                                                                                            |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Ders Adı:                                                                         | ELEKTROKİMYASAL EMPEDANS SPEKTROSKOPİSİ II                                                                                                 |
| 2     | Ders Kodu:                                                                        | FZK6114                                                                                                                                    |
| 3     | Ders Türü:                                                                        | Seçmeli                                                                                                                                    |
| 4     | Ders Seviyesi                                                                     | Doktora                                                                                                                                    |
| 5     | Dersin Verildiği Yıl:                                                             | 1                                                                                                                                          |
| 6     | Dersin Verildiği Yarıyıl                                                          | 2                                                                                                                                          |
| 7     | Dersin AKTS Kredisi:                                                              | 6.00                                                                                                                                       |
| 8     | Teorik Ders Saati (saat/Hafta)                                                    | 3.00                                                                                                                                       |
| 9     | Uygulama Ders Saati(saat/Hafta)                                                   | 0.00                                                                                                                                       |
| 10    | Laboratuvar Ders Saati (saat/hafta) :                                             | 0                                                                                                                                          |
| 11    | Dersin Önkoşulu:                                                                  | Yok                                                                                                                                        |
| 12    | Dersin Dili:                                                                      | Türkçe                                                                                                                                     |
| 13    | Dersin Veriliş Şekli:                                                             | Yüz yüze                                                                                                                                   |
| 14    | Dersin Koordinatörü:                                                              | Prof. Dr. AHMET PEKSÖZ                                                                                                                     |
| 15    | Dersi Veren Diğer Öğretim Elemanları:                                             |                                                                                                                                            |
| 16    | Koordinatör İletişim Bilgileri:                                                   | peksoz@uludag.edu.tr, (0224) 29 41 713, Prof. Dr. Ahmet PEKSÖZ, UÜ Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü 16059 Görükle Kampüsü Bursa        |
| 17    | Dersin WEB adresi:                                                                |                                                                                                                                            |
| 18    | Dersin Amacı:                                                                     | Elektrokimyasal empedans spektroskopisindeki (EIS) temel empedans deneylerini ve eşdeğer elektronik devre için fiziksel modelleri öğrenmek |
| 19    | Dersin Mesleki Gelişime Katkısı:                                                  | Elektrokimyasal empedans spektroskopisinin temel ilkelerini öğrenir.                                                                       |
| 20    | Dersin Öğrenme Kazanımları:                                                       |                                                                                                                                            |
|       | 1                                                                                 | Materyal-Elektrolit arayüzeylerin fiziksel özelliklerini incelemeyi öğrenir                                                                |
|       | 2                                                                                 | EIS verilerine fit edilen çeşitli eşdeğer elektronik devre modellerini öğrenir                                                             |
|       | 3                                                                                 | Elektrokimyasal empedans spektroskopisinin bilimsel ve endüstriyel uygulamalarını öğrenir                                                  |
|       | 4                                                                                 |                                                                                                                                            |
|       | 5                                                                                 |                                                                                                                                            |
|       | 6                                                                                 |                                                                                                                                            |
|       | 7                                                                                 |                                                                                                                                            |
|       | 8                                                                                 |                                                                                                                                            |
|       | 9                                                                                 |                                                                                                                                            |
|       | 10                                                                                |                                                                                                                                            |
| 21    | Dersin İçeriği:                                                                   |                                                                                                                                            |
| Hafta | <b>DERS İÇERİKLERİ</b>                                                            |                                                                                                                                            |
|       | <b>Teorik</b>                                                                     | <b>Uygulama</b>                                                                                                                            |
| 1     | Elektrokimyasal Cihazlar                                                          |                                                                                                                                            |
| 2     | Elektrokimyasal Arayüzeyler ve Sınır Koşulları, Tersinir ve Tersinmez Arayüzeyler |                                                                                                                                            |
| 3     | EIS Ölçümü için Potansiyostat, AC Devre Terisi ve Kompleks Empedans Kavramı       |                                                                                                                                            |

|                                                |                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4                                              | Deneysel Teknikler ve Deneysel Tasarım                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 5                                              | Grafiksel Yöntemler                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 6                                              | Randles Devre Uygulamaları, Empedansın Reel ve Sanal Bileşenleri,                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 7                                              | Frekansa Bağlı EIS Davranışları, Nyquist ve Body Gösterimleri                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 8                                              | ARASINAV                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 9                                              | Sabit Faz Elemanı Katsayısının Etkisi, Verilerin Sunulması                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 10                                             | Elektrokimyasal Sistemlerin Lineerliği                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 11                                             | Kararlı Durum Sistemleri                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 12                                             | Fiziksel Elektrokimya ve Eşdeğer Devre Elemanları, Elektrolit Direnci, Çift Tabaka Kapasitansı, Polarizasyon Direnci, Yük Transfer Direnci, Kaplama Kapasitansı |                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 13                                             | EIS Verilerine Eşdeğer Elektronik Devre Fit Edilmesi                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 14                                             | Farklı uygulamalar için eşdeğer elektronik devre modelleri                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 22                                             | Ders Kitabı, Referanslar ve/veya Diğer Kaynaklar:                                                                                                               | 1. Molecular Physics, Wolfgang Demtröder, Wiley, 2005.<br>2. Molecular Physics and Elements of Quantum Chemistry, Hans Christoph Wolf, Hermann Haken, Springer, 2010.<br>3. Basics of Electrochemical Impedance Spectroscopy, Application Note, Gamry Instruments, 2017. |
| 23                                             | Değerlendirme                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>YARIYIL İÇİ ÇALIŞMALARI</b>                 |                                                                                                                                                                 | <b>SAYISI</b>                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Ara Sınav                                      |                                                                                                                                                                 | 25.00                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Kısa Sınav                                     |                                                                                                                                                                 | 0.00                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Ödev                                           |                                                                                                                                                                 | 25.00                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Yıl Sonu Sınavı                                |                                                                                                                                                                 | 50.00                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Toplam                                         |                                                                                                                                                                 | 100.00                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Yıl içi çalışmalarının Başarıya Oranı          |                                                                                                                                                                 | 50.00                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Finalin Başarıya Oranı                         |                                                                                                                                                                 | 50.00                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Toplam                                         |                                                                                                                                                                 | 100.00                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Kullanılan Ölçme ve Değerlendirme Yaklaşımları |                                                                                                                                                                 | Yazılı sınav                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 24                                             | <b>AKTS / İŞ YÜKÜ TABLOSU</b>                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                          |

| ETKİNLİK                                                | SAYISI | Süresi (Saat) | Toplam İş Yüğü (Saat) |
|---------------------------------------------------------|--------|---------------|-----------------------|
| Teorik Dersler                                          | 14     | 3.00          | 42.00                 |
| Uygulamalı Dersler                                      | 0      | 0.00          | 0.00                  |
| Sınıf Dışı Ders Çalışma Süresi (Ön çalışma, pekiştirme) | 14     | 4.00          | 56.00                 |
| Ödevler                                                 | 0      | 0.00          | 0.00                  |
| Projeler                                                | 0      | 0.00          | 0.00                  |
| Arazi Çalışmaları                                       | 0      | 0.00          | 0.00                  |
| Arasınaylar                                             | 1      | 30.00         | 30.00                 |
| Diğer                                                   | 0      | 0.00          | 0.00                  |
| Yarıyıl Sonu Sınavı                                     | 1      | 52.00         | 52.00                 |
| Toplam İş Yüğü                                          |        |               | 180.00                |
| Toplam İş Yüğü / 30 saat                                |        |               | 6.00                  |
| Dersin AKTS Kredisi                                     |        |               | 6.00                  |

| 25                                                | PROGRAM YETERLİLİKLERİ İLE<br>DERS ÖĞRETİM KAZANIMLARI İLİŞKİSİ TABLOSU |     |     |         |     |     |        |     |     |          |      |      |              |      |      |      |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----|-----|---------|-----|-----|--------|-----|-----|----------|------|------|--------------|------|------|------|
|                                                   | PY1                                                                     | PY2 | PY3 | PY4     | PY5 | PY6 | PY7    | PY8 | PY9 | PY10     | PY11 | PY12 | PY13         | PY14 | PY15 | PY16 |
| ÖK1                                               | 4                                                                       | 4   | 4   | 5       | 5   | 3   | 3      | 5   | 4   | 5        | 0    | 0    | 0            | 0    | 0    | 0    |
| ÖK2                                               | 4                                                                       | 4   | 3   | 5       | 4   | 4   | 5      | 5   | 5   | 4        | 0    | 0    | 0            | 0    | 0    | 0    |
| ÖK3                                               | 4                                                                       | 3   | 4   | 3       | 5   | 4   | 5      | 4   | 5   | 5        | 0    | 0    | 0            | 0    | 0    | 0    |
| ÖK: Öğrenme kazanımlar PY: Program yeterlilikleri |                                                                         |     |     |         |     |     |        |     |     |          |      |      |              |      |      |      |
| Katkı Düzeyi:                                     | 1 çok düşük                                                             |     |     | 2 Düşük |     |     | 3 Orta |     |     | 4 Yüksek |      |      | 5 Çok Yüksek |      |      |      |