

**İTÜ**  
**DERS KATALOG FORMU**  
**(COURSE CATALOGUE FORM)**

|   |   |  |   |  |                                       |                                     |
|---|---|--|---|--|---------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Dersin Adı</b>   |   |  |   | <b>Course Name</b>   |                                       |                                     |
| Yüksek Gerilim Tekniğinde Yalıtkan Maddeler   |   |  |   | Insulating Material in High Voltage Technique                              |                                       |                                     |
| <b>Kodu<br/>(Code)</b>  | <b>Yarıyılı<br/>(Semester)</b>  | <b>Kredisi<br/>(Local Credits)</b>                 | <b>AKTS Kredisi<br/>(ECTS Credits)</b>              | <b>Ders Uygulaması, Saat/Hafta<br/>(Course Implementation, Hours/Week)</b> |                                       |                                     |
|   |   |  |   | <b>Ders<br/>(Theoretical)</b>  | <b>Uygulama<br/>(Tutorial)</b>        | <b>Laboratuvar<br/>(Laboratory)</b> |
| ELK 416<br>ELK 416E   | 7   | 3  | 5   | 3  | 0                                     | 0                                   |
| <b>Bölüm / Program<br/>(Department/Program)</b>                                       | Elektrik Mühendisliği Bölümü / Elektrik Mühendisliği Programı<br>(Electrical Engineering Department / Electrical Engineering Program)   |  |   |  |                                       |                                     |
| <b>Dersin Türü<br/>(Course Type)</b>  | Seçmeli<br>(Elective)   |  |   | <b>Dersin Dili<br/>(Course Language)</b>                                   | Türkçe/İngilizce<br>(Turkish/English) |                                     |
| <b>Dersin Önkoşulları<br/>(Course Prerequisites)</b>                                  | Yok<br>(None)   |  |   |  |                                       |                                     |
| <b>Dersin mesleki<br/>bileşene katkısı, %<br/>(Course Category<br/>by Content, %)</b> | <b>Temel Bilim<br/>(Basic Sciences)</b>   | <b>Temel Mühendislik<br/>(Engineering Science)</b> | <b>Mühendislik Tasarım<br/>(Engineering Design)</b> | <b>İnsan ve Toplum Bilim<br/>(General Education)</b>                       |                                       |                                     |
|   | -   | -  | 100   | -  |                                       |                                     |
| <b>Dersin İçeriği<br/>(Course Description)</b>  | <p>Giriş. Gaz, sıvı ve katı yalıtkan maddelerde kutuplanma, elektriksel iletim ve boşalma olayları. Elektretler. Yalıtkan olarak vakum. Kısmi boşalmai sulu ağaçlanma ve elektriksel yaşlanma. Kirlenme problemleri. Dielektrik kayıpları. Elektriksel yalıtkan maddelerin elektriksel, fiziksel, kimyasal, ısıl, mekanik ve teknolojik özellikleri. Yalıtkan maddelerin deneyleri ve uygulamaları.</p> <p>Introduction. Polarization, electrical conduction, and discharge phenomena in gaseous, liquid, and solid insulating materials. Electrets. Vacuum as an insulator. Partial discharge, electrical and water treeing and electrical aging. Pollution problems. Dielectric loss. Classification, electrical, physical, chemical, thermal, mechanical, and technological properties of electrical insulating materials. Testing and applications of insulating materials.</p> |  |   |  |                                       |                                     |
| <b>Dersin Amacı<br/>(Course Objectives)</b>   | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Yalıtım ve elektriksel yalıtkan madde (dielektrik) kavramını vermek,</li><li>2. Elektriksel yalıtkanların elektrik alanı (gerilim) altındaki davranışlarını tanıtmak,</li><li>3. Yalıtkanların uygulamada karşılaştığı sorunları ve çözümlerini öğretmek,</li><li>4. Yalıtkan maddelerin deneylerini, seçimini ve uygulamasını öğretmek.</li></ol>   |  |   |  |                                       |                                     |
|   | <ol style="list-style-type: none"><li>1. To provide insulation and electrical insulating material (dielectric) concepts,</li><li>2. To introduce behaviors of the dielectrics under electric field (voltage),</li><li>3. To teach problems for the dielectrics in the applications and their solving approximations,</li><li>4. To teach testing, selection and application of the dielectrics</li></ol>  |  |   |  |                                       |                                     |
| <b>Dersin Öğrenme<br/>Çıktıları<br/>(Course Learning<br/>Outcomes)</b>                | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Elektriksel yalıtkanları ve elektrik alanı altında davranışlarını bilmek,</li><li>2. Elektriksel yalıtkanların yaşlanma, eskime ve ömür kavramlarını bilmek,</li><li>3. Koşullara uygun yalıtkan madde seçebilmek,</li><li>4. Yalıtkan madde özelliklerini belirleyebilecek deney tekniklerini bilmek,</li><li>5. Elektriksel yalıtkanların teknolojisini öğrenmek,</li><li>6. Bir aygıt veya sistemin yalıtımını tasarlayabilmek veya analiz edebilmek.</li></ol>   |  |   |  |                                       |                                     |
|   | <ol style="list-style-type: none"><li>1. To know electrical insulating materials and their behaviors under electric fields,</li><li>2. To introduce aging and life concepts for the dielectrics,</li><li>3. To select appropriate dielectrics for working conditions,</li><li>4. To know tests to determine properties of the dielectrics,</li><li>5. To introduce electrical insulating material technology,</li><li>6. To design electrical insulation of a device or a system or to analysis them.</li></ol>   |  |   |  |                                       |                                     |

|   |  |
|---|--|
| <b>Ders Kitabı<br/>(Textbook)</b>             | N. H. Malik, A. A. Al-Arainy, M. I. Qureshi, <i>Electrical Insulation in Power Systems</i> , Marcel Dekker Inc., New York, 1998. |
| <b>Diğer Kaynaklar<br/>(Other References)</b> | 1. L. Solymar, D. Walsh, <i>Electrical Properties of Materials</i> , Oxford Univ. Press, Oxford, 1998.                           |

|  |  |                         |   |
|--|--|-------------------------|---|
|  | <ol style="list-style-type: none"> <li>2. M. S. Naidu, V. Kamaraju, <i>High Voltage Engineering</i>, Tata McGraw-Hill, New Delhi, 2004.</li> <li>3. W. T. Shugg, <i>Handbook of Electrical and Electronic Insulating Materials</i>, IEEE Press, New York, 1995.</li> <li>4. J. S. T. Looms, <i>Insulators for High Voltages</i>, Peter Peregrinus Ltd., London, 1990.</li> <li>5. D. Kind, H. Karner, <i>High-Voltage Insulation Technology</i>, Friedr. Vieweg and Sohn, Braunschweig, 1999.</li> <li>6. A. Bradwell, <i>Electrical Insulation</i>, Peter Peregrinus Ltd., London, 1983.</li> </ol> |                         |   |
| <b>Ödevler ve Projeler</b><br>(Homework & Projects)          |  |                         |   |
| <b>Laboratuar Uygulamaları</b><br>(Laboratory Work)          |  |                         |   |
| <b>Bilgisayar Kullanımı</b><br>(Computer Use)                |  |                         |   |
| <b>Diğer Uygulamalar</b><br>(Other Activities)               |  |                         |   |
| <b>Başarı Değerlendirme Sistemi</b><br>(Assessment Criteria) | <b>Faaliyetler (Activities)</b>  | <b>Adedi (Quantity)</b> | <b>Değerlendirmedeki Katkısı, % (Effects on Grading, %)</b> |
|  | Yıl İçi Sınavları (Midterm Exams)  | 2                       | 30  |
|  | Kısa Sınavlar (Quizzes)  | -                       | -   |
|  | Ödevler (Homework)   | 2                       | 20  |
|  | Projeler (Projects)  | -                       | -   |
|  | Dönem Ödevi/Projesi (Term Paper/Project)   | -                       | -   |
|  | Laboratuar Uygulaması (Laboratory Work)  | -                       | -   |
|  | Diğer Uygulamalar (Other Activities)   | -                       | -   |
|  | Final Sınavı (Final Exam)  | 1                       | 50  |

## DERS PLANI

| Hafta | Konular  | Dersin Çıktıları |
|-------|--|------------------|
| 1     | Elektriksel ve manyetik özelliklerine göre sınıflandırılma. Dielektriklerin atomsal yapısı.          | 1                |
| 2     | Yalıtkanların elektrik alanı altında davranışı: Kutuplanma, elektriksel iletim ve boşalma olayları.  | 1                |
| 3     | Zamana ve frekansa bağlı olarak dielektriklerin dinamik özellikleri.                                 | 1                |
| 4     | Dielektriklerde elektriksel iletim: yüzeysel ve hacimsel özdirenç ve öziletkenlik tanımları.         | 1, 2             |
| 5     | Dielektriklerde boşalmayla iletim. Yalıtımın eskime ve bozulması. Elektriksel ve sulu ağaçlanma.     | 1, 2             |
| 6     | Ara Sınav #1   |                  |
| 7     | Dielektrik kayıpları: bağıl dielektrik katsayısı, kayıp faktörü ve eşdeğer devreler.                 | 1, 2             |
| 8     | Dielektriklerde elektriksel yaşlanma. Kirlenme problemi.   | 1, 2             |
| 9     | Doğrusal olmayan dielektrikler: Ferroelektrikler (elektretler, piezoelektrikler, piroelektrikler).   | 1, 2             |
| 10    | Dielektriklerin sınıflandırılması, fiziksel, kimyasal, ısıl ve mekanik özellikleri. Yalıtım türleri. | 3, 4, 5          |
| 11    | Yalıtım amacıyla kullanılan gazlar ve uygulamaları. Vakum. Sıvı dielektrikler.                       | 3, 4, 5          |
| 12    | Ara Sınav #2   |                  |
| 13    | Uygulamada kullanılan katı yalıtkanlar ve uygulamaları. Karma dielektrikler ve uygulamaları.         | 3, 4, 5          |
| 14    | Yalıtkan maddelerin denenmesi: Elektriksel ve mekanik deneyler. Ömür deneyleri.                      | 5, 6             |

## COURSE PLAN

| Weeks | Topics   | Course Outcomes |
|-------|--|-----------------|
| 1     | Classification of materials. General information on the atomic structure of dielectrics.     | 1               |
| 2     | Dielectrics in the electric field: polarization; conduction and discharge phenomena.         | 1               |
| 3     | Dynamic properties of dielectrics in the time and frequency domain.                          | 1, 2            |
| 4     | Electrical conduction: definition of volume and surface resistivity and conductivity.        | 1, 2            |
| 5     | Conduction due to breakdown: breakdown and partial discharges. Electrical and water treeing. | 2               |
| 6     | Midterm Test #1  |                 |
| 7     | Dielectric losses: Relative permittivity, dissipation factor and equivalent circuits.        | 3               |
| 8     | Electrical aging in dielectrics. Pollution problem.  | 4, 5            |
| 9     | Nonlinear dielectrics: Ferroelectrics (electrets, piezoelectrics, pyroelectrics).            | 4, 5            |
| 10    | Classification, physical, chemical, thermal, and mechanical properties Types of insulation.  | 4, 5            |
| 11    | Using gases for insulation purpose and applications. Vacuum. Liquid dielectrics.             | 4, 5            |
| 12    | Midterm Test #2  |                 |
| 13    | Solid dielectrics used in practice. Composite dielectrics and their applications.            | 6               |
| 14    | Testing of insulating materials: Electrical and mechanical tests. Life tests.                | 6               |

## Dersin Elektrik Mühendisliği Programıyla İlişkisi

|   | Programın mezuna kazandıracığı bilgi ve beceriler (programa ait çıktılar)  | Katkı Seviyesi |   |   |
|---|--|----------------|---|---|
|   |  | 1              | 2 | 3 |
| a | Matematik, temel bilim ve mühendislik bilgilerini kullanabilme   |                | X |   |
| b | Deney tasarlama, yapma ve istenilen bir sonuca ulaşmak için verileri analiz etme ve yorumlayabilme   |                | X |   |
| c | Belirli ihtiyaçlara yönelik bir sistem veya süreç tasarlayabilme   |                |   | X |
| d | Disiplinlerarası takım çalışması yapabilme   |                | X |   |
| e | Mühendislik problemlerini tanımlama, formüle etme ve çözebilme   |                | X |   |
| f | Meslekte profesyonellik ve etik (ahlaki) sorumlulukları kavrama ve benimseme   |                | X |   |
| g | Etkin bir yazılı ve sözlü iletişim becerisine sahip olma   |                | X |   |
| h | Mühendisliğin küresel ve toplumsal etkilerini anlayacak genel bir kültür kazanma   |                | X |   |
| i | Hayat boyu öğrenmenin gereğini ve öğrenme yeteneğini kazanma   |                | X |   |
| j | Güncel olaylar ve bu olayların mühendislik mesleği üzerine etkileri konusunda görüş sahibi olma  |                |   | X |
| k | Elektrik mühendisliği uygulamaları için gerekli yetenek, mühendislik yöntemleri ve modern mühendislik araçlarını kullanabilme                            |                | X |   |
| l | Elektrik mühendisliği uygulamalarına yönelik sistem tasarımı için gerekli uygulamalı elektronik, bilgisayar ve bilişim sistemleri alanında yeterli bilgi | X              |   |   |

1: Az, 2. Kısmi, 3. Tam

## Relationship between the Course and Electrical Engineering Curriculum

|   | Program Outcomes  | Level of Contribution |   |   |
|---|---|-----------------------|---|---|
|   |   | 1                     | 2 | 3 |
| a | An ability to apply knowledge of mathematics, science, and engineering principles   |                       | X |   |
| b | An ability to design and conduct experiments in electrical engineering, as well as to analyze and interpret data to reach an appropriate conclusion |                       | X |   |
| c | An ability to design an electrical system, component, or process to meet desired needs  |                       |   | X |
| d | An ability to function on multi-disciplinary teams  |                       | X |   |
| e | An ability to identify, formulate, and solve electrical engineering problems  |                       | X |   |
| f | An understanding of professional and ethical responsibility   |                       | X |   |
| g | An ability to communicate effectively in both oral and written fashion  |                       | X |   |
| h | The broad education necessary to understand the impact of engineering solutions in a global and societal context                                    |                       | X |   |
| i | A recognition of the need for, and an ability to engage in life-long learning   |                       | X |   |
| j | A knowledge of contemporary issues and their impact on engineering profession   |                       |   | X |
| k | An ability to use the techniques, skills, and modern engineering tools necessary for electrical engineering practice                                |                       | X |   |
| l | Knowledge of applied electronics, computer and information systems to design and analyze complex systems for electrical engineering applications    | X                     |   |   |

1: Little, 2. Partial, 3. Full

|                                 |                                   |                         |
|---------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| <u>Düzenleyen (Prepared by)</u> | <u>Tarih (Date)</u><br>02.04.2013 | <u>İmza (Signature)</u> |
|---------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|