|  |  |
| --- | --- |
| **Dersin Adı** | **Course Name** |
| Yakıt Hücreleri | Fuel Cells |
| **Kodu****(Code)** | **Yarıyılı****(Semester)** | **Kredisi****(Local Credits)** | **AKTS Kredisi****(ECTS Credits)** | **Ders Türü****(Course Type)** |
| EBT 526E | BaharSpring | 3.0 | 7.5 | Yüksek LisansM.Sc. |
| **Bölüm / Program****(Department/Program)** | Enerji Bilim ve Teknoloji Anabilim Dalı / Enerji Bilim ve Teknoloji Lisansüstü ProgramıEnergy Science and Technology Division / Energy Science and Technology Program |
| **Dersin Türü****(Course Type)** | Seçmeli(Elective) | **Dersin Dili**(Course Language) | İngilizce / Türkçe(English / Turkish) |
| **Dersin İçeriği****(Course Description)***30-60 kelime arası* | Temel Kavramlar: Yakıt Hücrelerinin Tarihçesi, Tanımı, Elektrokimya, Termodinamik, Verimlilik ve Yakıt Hücresi Voltajı, Yakıt Hücresi Çeşitleri, Proton Değişticili Membran Yakıt Hücreleri, Alkalin Elektrolit Yakıt Hücreleri, Fosforik Asit Yakıt Hücreleri, Erimiş Karbonat Yakıt Hücreleri, Katı Oksit Yakıt Hücreleri, Doğrudan Metanol Kullanan Yakıt Hücreleri, Biyoyakıt Hücreleri, Yakıt Hücresi Sistemleri ve Yakıt Hücresi Uygulamaları, Yakıt Hücresi Temel Hesaplamaları: Voltaj Düşmeleri, Akım, Güç, Verim, vb., Yakıt Hücrelerinin Matematiksel Modellemesi  |
| Basic Concepts: History, Fuel Cell Description, Electrochemistry, Thermodynamic Aspects, Efficiency and Fuel Cell Voltage, Types of Fuel Cells, Proton Exchange Membrane Fuel Cells, Alkaline Electrolyte Fuel Cells, Phosphoric Acid Fuel Cells, Molten Carbonate Fuel Cells, Solid Oxide Fuel Cells, Direct Methanol Fuel Cells, Biofuel Cells, Fuel Cell Systems and Applications of Fuel Cells, Basic Calculation for Fuel Cells: Voltage Drops, Current, Power, Efficiency, etc., Mathematical Modeling of Fuel Cells |
| **Dersin Amacı****(Course Objectives)***Maddeler halinde 2-5 adet* | 1. Yakıt hücreleri hakkında temel bilgileri vermek,
2. Yakıt hücresi çeşitleri hakkında detaylı bilgileri vermek,
3. Temel yakıt hücresi hesaplamalarını (verim, voltaj düşmesi, akım, güç vb.) ve yakıt hücrelerinin verimliliğini etkileyen parametreleri öğretmek
4. Yakıt hücrelerinin matematiksel modellemesi hakkında bilgi vermek.
 |
| 1. To give basic information about “Fuel Cells”,2. To give detailed information about types of fuel cells, 3. To teach the basic calculations for fuel cells (efficiency, voltage drops, current, power,, etc) and the parameters affecting the efficiency of fuel cells,4. To give information about mathematical modeling of fuel cells. |
| **Dersin Öğrenme** **Çıktıları** **(Course Learning Outcomes)***Maddeler halinde 4-9 adet* | Bu dersi başarıyla tamamlayan yüksek lisans öğrencileri aşağıdaki konularda bilgi, beceri ve yetkinlik kazanırlar;1. Yakıt hücreleri hakkında bilgi edinmek,
2. Yakıt hücreleri hakkında temel kavramları (elektrokimya, termodinamik) öğrenmek,
3. Yakıt hücrelerinin verimliliğini etkileyen parametreleri öğrenmek,
4. Yakıt hücresi çeşitleri hakkında detaylı bilgi edinmek,
5. Yakıt hücresi sistemleri ve yakıt hücresi uygulamaları hakkında bilgi edinmek,
6. Temel yakıt hücresi hesaplamalarını (verim, voltaj düşmesi, akım, güç vb.) öğrenmek,
7. Yakıt hücrelerinin matematiksel modellemesi hakkında bilgi edinmek.
 |
| M.Sc. students who successfully pass this course gain knowledge, skills and proficiency in the following subjects;1. Gaining knowledge about “Fuel cells”,2. To learn basic concepts (electrochemistry, thermodynamic) about fuel cells,3. To learn the parameters affecting the efficiency of fuel cells, 4. Gaining detailed knowledge about types of fuel cells,,5. Gaining knowledge about fuel cell systems and applications of fuel cells,6. To learn the basic calculations for fuel cells (efficiency, voltage drops, current, power,, etc), 7. Gaining knowledge about mathematical modeling of fuel cells. |

**İTÜ**

**lisansüstü DERS KATALOG FORMU**

**(graduate Course Catalogue ForM)**

|  |  |
| --- | --- |
| **Ders Kitabı****(Textbook)** |  |
| **Diğer Kaynaklar****(Other References)***Maddeler halinde en çok 5 adet* | 1. **J. Larminie and A. Dicks, *Fuel Cell Systems Explained*, Wiley Pub.**, 2000**.**
2. **B. Sorenson, *Hydrogen and Fuel Cells*,** 2005.
3. **G. Hooges, *Fuel Cell Technology Handbook*,** 2002
4. **A. Lamm and H.A. Gasteiger, W. Vielstich, *Handbook of Fuel Cells*, 2003.**

  |
| **Ödevler ve Projeler****(Homework & Projects)** | Öğrencilerin dersi daha iyi öğrenmelerine yardım etmesi amacıyla dönem boyunca farklı öğrenci grupları için farklı konularda bir dönem ödevi verilecek; öğrenciler hazırladıkları konu ile ilgili sözlü sunum yapacak ve yazılı rapor verecektir.  |
| To help students for learning and comprehending the course material better, for different student groups one semester homework in different subjects will be given; the students will make an oral presentation and prepare a written report on their subjects. |
| **Laboratuar Uygulamaları****(Laboratory Work)** |  |
|  |
| **Bilgisayar Kullanımı****(Computer Use)** |  |
|  |
| **Diğer Uygulamalar****(Other Activities)** |  |
|  |
| **Başarı Değerlendirme****Sistemi** **(Assessment Criteria)** | **Faaliyetler****(Activities)** | **Adedi****(Quantity)** | **Değerlendirmedeki Katkısı, %****(Effects on Grading, %)** |
| **Yıl İçi Sınavları****(Midterm Exams)** | **1** | **% 30**(30 %) |
| **Kısa Sınavlar****(Quizzes)** |  |  |
| **Ödevler****(Homework)** |  |  |
| **Projeler****(Projects)** |  |  |
| **Dönem Ödevi/Projesi****(Term Paper/Project)** | **1** | Sözlü sunum **% 20**Yazılı rapor **% 10**Oral presentation 20 %Written report 10 % |
| **Laboratuar Uygulaması****(Laboratory Work)** |  |  |
| **Diğer Uygulamalar****(Other Activities)** |  |  |
| **Final Sınavı****(Final Exam)** | **1** | **% 40**(40 %) |

**Ders Planı**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Hafta** | **Konular** | **Dersin** **Çıktıları** |
| **1** | Yakıt Hücrelerine Genel bir Bakış | 1 |
| **2** | Temel Kavramlar: Yakıt Hücrelerinin Tarihçesi, Tanımı, Elektrokimya ve Termodinamik | 1, 2 |
| **3** | Yakıt Hücresi Çeşitleri, Yakıt Hücrelerinin Avantajları, Yakıt Hücresi Sisteminin Diğer Parçaları | 2 |
| **4** | Verimlilik ve Yakıt Hücresi Voltajı; Verim Limiti; Basınç ve Gaz Konsantrasyonunun Etkisi | 2, 3 |
| **5** | Proton Değişticili Membran Yakıt Hücreleri | 4 |
| **6** | Alkalin Elektrolit Yakıt Hücreleri | 4 |
| **7** | Fosforik Asit Yakıt Hücreleri,  | 4 |
| **8** | Erimiş Karbonat Yakıt Hücreleri | 4 |
| **9** | Katı Oksit Yakıt Hücreleri | 4 |
| **10** | Doğrudan Metanol Kullanan Yakıt Hücreleri, Biyoyakıt Hücreleri | 4 |
| **11** | Yakıt Hücresi Sistemleri ve Yakıt Hücresi Uygulamaları | 5 |
| **12** | Yakıt Hücresi Temel Hesaplamaları: Voltaj Düşmeleri, Akım, Güç, Verim, vb. | 6 |
| **13** | Yakıt Hücrelerinin Matematiksel Modellemesine Genel Bir Bakış | 7 |
| **14** | Denklemler ve Sınır Koşulları: Konveksiyon-Difüzyon Denklemi, DarcyKanunu, Elektriksel Alan Denklemi, Elektroosmotik Sürükleme, vb | 7 |

**COURSE PLAN**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Weeks** | **Topics** | **Course Outcomes** |
| **1** | An Overview of Fuel Cell | 1 |
| **2** | Basic Concepts: History, Fuel Cell Description, Electrochemistry, Thermodynamic Aspects | 1, 2 |
| **3** | Types of Fuel Cells, Advantages of Fuel Cells, Other Parts of Fuel Cell Systems, | 2 |
| **4** | Efficiency and Fuel Cell Voltage, Efficiency Limit, The Effect of Pressure and Gas Concentration | 2, 3 |
| **5** | Proton Exchange Membrane Fuel Cells, | 4 |
| **6** | Alkaline Electrolyte Fuel Cells | 4 |
| **7** | Phosphoric Acid Fuel Cells,  | 4 |
| **8** | Molten Carbonate Fuel Cells | 4 |
| **9** | Solid Oxide Fuel Cells  | 4 |
| **10** | Direct Methanol Fuel Cells, Biofuel Cells  | 4 |
| **11** | Fuel Cell Systems and Applications of Fuel Cells | 5 |
| **12** |  Basic Calculations for Fuel Cells: Voltage Drops, Current, Power, Efficiency, etc. | 6 |
| **13** | An Overview of Mathematical Modeling of Fuel Cells | 7 |
| **14** | Equations and Boundary Conditions: Convection-Diffusion Equation, Darcy’s law, Electrical Field Equation, Electroosmotic drag, etc. | 7 |

## Dersin “Enerji Bilim ve Teknoloji Yüksek Lisans Programı”yla İlişkisi

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Programın mezuna kazandıracağı bilgi, beceri ve yetkinlikler (programa ait çıktılar)** | **Katkı Seviyesi** |
| **1** | **2** | **3** |
| **i.** | Lisans düzeyi yeterliliklerine dayalı olarak, enerji alanının ilişkili olduğu disiplinler arası etkileşimi kavrayabilme, ilgili program alanında bilgilerini uzmanlık düzeyinde geliştirebilme ve derinleştirebilme (*bilg*i). |  |  | + |
| **ii.** | Enerji alanında edindiği uzmanlık düzeyindeki kuramsal ve uygulamalı bilgileri kullanabilme, farklı disiplin alanlarından gelen bilgilerle bütünleştirip yorumlayarak yeni bilgiler oluşturabilme ve karşılaşılan sorunları araştırma yöntemlerini kullanarak çözümleyebilme (*beceri*). |  | + |  |
| **iii.** | Enerji alanı ile ilgili uzmanlık gerektiren bir çalışmayı, bilgi ve becerilerini eleştirel bir yaklaşımla değerlendirip, öğrenmesini yönlendirerek, bağımsız olarak yürütüp, karşılaşılan ve öngörülemeyen karmaşık sorunların çözümü için yeni stratejik yaklaşımlar geliştirerek sorumluluk alıp, liderlik yaparak çözüm üretebilme *(Bağımsız Çalışabilme, Sorumluluk Alabilme ve Öğrenme Yetkinliği).* | + |  |  |
| **iv.** | Enerji alanındaki güncel gelişmeleri ve kendi çalışmalarını, nicel-nitel veriler ile destekleyerek, gerekli düzeyde bilgisayar yazılımı ile birlikte bilişim ve iletişim teknolojilerini kullanarak, sosyal ilişkileri ve bu ilişkileri yönlendiren normları eleştirel bir bakış açısı ile de inceleyerek geliştirip ve gerektiğinde değiştirerek alanındaki ve alan dışındaki gruplara, yazılı*, sözlü ve görsel olarak sistemli biçimde aktarabilme (İletişim ve Sosyal Yetkinlik).* |  |  | + |
| **v.** | Bir yabancı dili yeterli düzeyde kullanarak sözlü ve yazılı iletişim kurabilme, kendi çalışmalarını, alanındaki uluslararası platformlarda, yazılı, sözlü ve/veya görsel olarak aktarabilme *(İletişim ve Sosyal Yetkinlik).* |  |  |  |
| **vi.** | Enerji alanı ile ilgili verilerin toplanması, yorumlanması, uygulanması ve duyurulması aşamalarında toplumsal, bilimsel, kültürel ve etik değerleri gözeterek denetleyebilme, bu değerleri öğretebilme, ilgili konularda strateji, politika ve uygulama planları geliştirebilme ve elde edilen sonuçları, kalite süreçleri çerçevesinde değerlendirebilme, özümsediği bilgiyi, problem çözme ve/veya uygulama becerilerini, disiplinlerarası çalışmalarda kullanabilme *(Alana Özgü Yetkinlik).* |  | + |  |
|  |

 **1: Az, 2. Kısmi, 3. Tam**

## Relationship between the Course and “Energy Science and Technology M.Sc. Program”

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Program Outcomes** | **Level of Contribution** |
| **1** | **2** | **3** |
| **i.** | Grasping interdisciplinary interaction related to energy area and developing and intensifying the current and high knowledge in that area based upon the competency in graduate level (*knowledge*). |  |  | + |
| **ii.** | By means of ability to use theoretical and practical information related to energy area, to combine and interpret them with information from different disciplines producing new information and solving the faced problems by related searching methods (*skill*). |  | + |  |
| **iii.** | By means of the ability to critically analyze knowledge, skills and also a study related to energy area that requires expertise on that area, directing and continuing independently, developing new strategies for the problems that are not foreseen and taking the responsibilities together with fulfilling the leader role, the ability to produce solutions for that problems (*competence to work independently, competence to take responsibility, competence to learning*). | + |  |  |
| **iv.** | By means of the ability to promote current development and studies by supporting with qualitative and quantitative data and to use computer software together with information and communication technologies with a required level, critical analyzing, developing and altering, if required, social relationships and the norms directing these relationships, establishing written oral and visual communication with groups within energy or different fields (*communication and social competency*). |  |  | + |
| **v.** | Proficiency in a foreign language and establishing written, oral and visual communication with that language for presenting one’s studies in the international environment (*communication and social competency*). |  |  |  |
| **vi.** | By means of the ability to inspect the steps like gathering, interpreting, implementing and announcing related data with the energy area by overseeing scientific, cultural and ethical norms, teaching these norms, developing strategy, policy and action plans in related subjects and evaluating the obtained results by making the use of quality processes, using the gathered information and solving problems and/or implementation skills in the interdisciplinary strategies (*area specific competency*). |  | + |  |
|  |

 **1: Little, 2. Partial, 3. Full**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***Düzenleyen (Prepared by)***  | **Tarih (Date)**04 Şubat 201304 February 2013 | İmza (Signature) |