**İTÜ**

**lisansüstü DERS KATALOG FORMU**

**(graduate Course Catalogue ForM)**

|  |  |
| --- | --- |
| **Dersin Adı** | **Course Name** |
| Foto-Voltaik Güç Sistemleri | Photo-Voltaic Power Systems |
| **Kodu****(Code)** | **Yarıyılı****(Semester)** | **Kredisi****(Local Credits)** | **AKTS Kredisi****(ECTS Credits)** | **Ders Türü****(Course Type)** |
| EBT 542 | Bahar/Spring | 3.0 | 7.5 | Yüksek Lisans/M.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)** | Zorunlu(Compulsory) | **Dersin Dili****(Course Language)** | İngilizce/Türkçe(English/Turkish) |
| **Dersin İçeriği****(Course Description)***30-60 kelime arası* | Güneş ışınımı, güç yoğunluğu dağılımları, potansiyel değerlendirme, ışınım yoğunluğu, enerji, güç, verim ve sıcaklık ölçüm yöntemleri. Fotovoltaiklerin karakteristik büyüklükleri, sıcaklığın ve ışınım şiddetinin etkileri. Fotovoltaik hücrelerin, panellerin, dizilerin karakteristikleri arasındaki farklar. Şebekeden ayrık uygulamalarda enerji depolanması için kullanılan teknolojiler. İzleme sistemleri. Şarj kontrol cihazları, maksimum güç noktası izleyicileri ve eviriciler. Şebekeye bağımlı, bağımsız ve diğer güç kaynakları ile bütünleşik kullanımlar. Foto-voltaik güç sistemlerinin tasarımı, optimizasyonu, işletimi, bakımı. |
| Solar radiation, power density distributions, the methods to determine solar energy potential, measurement methods for radiation density, energy, efficiency and temperature. Characteristic quantities of photovoltaics, the effects of temperature and solar irradiation density. Differences between the characteristics of photovoltaic cells, panels, arrays. Energy storage technologies for off-grid applications. Tracking systems. Charge controllers, maximum power point tracers and invertors. On-grid, off-grid and integrated use with other power systems. Design, optimization, operation, maintenance of solar photovoltaic power systems. |
| **Dersin Amacı****(Course Objectives)***Maddeler halinde 2-5 adet* | 1. Güneş ışınımı, özellikleri ve ölçüm teknikleri hakkında bilgi vermek
2. Fotovoltaik pillerin karakteristik büyüklükleri, ışınım ve sıcaklık bağımlılıklarını incelemek
3. Sabit taşıyıcılar ile tek ve çift eksenli hareketli taşıyıcı elemanları anlatmak
4. Şarj kontrol cihazları, maksimum güç noktası izleyiciler ve eviricileri açıklamak
5. Foto-voltaik güç sistemlerinin tasarımı ve optimizasyonu, işletimi ve bakımı hakkında temel bilgi vermek.
 |
| 1. To introduce solar radiation, its properties and measurement methods
2. To express characteristic quantities of photovoltaic cells, the effects of temperature and solar irradiation density
3. To introduce fix structures, single and dual axis tracers
4. To explain charge controllers, maximum power point tracers (MPPT) and invertors
5. To give basic knowledge on design, optimization, operation and maintenance of solar photovoltaic power systems
 |
| **Dersin Öğrenme** **Çıktıları** **(Course Learning Outcomes)***Maddeler halinde 4-9 adet* | Bu dersi alan yüksek lisans öğrencileri aşağıdaki konularda bilgi, beceri ve yetkinlik kazanırlar1. Güneş ışınımı, güç yoğunluğu dağılımları ve potansiyel değerlendirme yöntemlerini anlamak
2. Işınım yoğunluğu, enerji, güç, verim ve sıcaklık ölçüm yöntemleri ve bu ölçümlerde belirsizlik ve hata analizlerini yapmak
3. Fotovoltaik pillerin karakteristik büyüklüklerini (Gerilim-Akım, Güç-Akım, Verim-Güç karakteristikleri, doldurma faktörleri vb), sıcaklığın ve ışınım şiddetinin bu büyüklüklere etkilerini öğrenmek
4. Fotovoltaik hücreler, fotovoltaik paneller ve panel dizilerinin karakteristikleri arasındaki farkları anlamak
5. Sabit taşıyıcılar ile tek ve çift eksenli hareketli taşıyıcı elemanların boyutlandırılmalarını yapmak
6. Şebekeden ayrık uygulamalarda enerji depolanması için kullanılan teknolojiler
7. Uygun şarj kontrol cihazları, maksimum güç noktası izleyicileri ve eviricileri seçmek
8. Şebekeye bağımlı, bağımsız ve diğer güç kaynakları ile bütünleşik kullanımları incelemek
9. Foto-voltaik güç sistemlerinin tasarımı ve optimizasyonu, işletim ve bakımı hakkında temel bilgi edinmek
 |
|  M.Sc. students who take this course gain knowledge, skills and proficiency in the following subjects1. To understand solar radiation, power density distributions and the methods to determine solar energy potential
2. To perform measurement methods for radiation density, energy, efficiency and temperature, uncertainty and error analysis for these measurements
3. To learn characteristic quantities of photovoltaic cells (voltage-current, power-current, efficiency-power and fill-factor etc.), the effects of temperature and solar irradiation density
4. To understand differences between the characteristics of photovoltaic cells, photovoltaic panels and arrays
5. To make design of supporting systems, fix structures, single and dual axis tracers
6. Energy storage technologies for off-grid applications
7. To choose proper charge controllers, maximum power point tracers (MPPT) and invertors
8. To examine on-grid, off-grid and integrated use with other power systems
9. To gain basic knowledge on design, optimization, operation and maintanance of solar photovoltaic power systems
 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Ders Kitabı****(Textbook)** |  |
| **Diğer Kaynaklar****(Other References)***Maddeler halinde en çok 5 adet* | 1. Antony, F., Dürschner, C., 2007, Photovoltaics for Professionals: Solar Electric Systems Marketing, Design and Installation, Karl-Heinz Remmers Berlin: Solarpraxis.
2. Markvart, T., Castaner, L., 2003, Practical Handbook of Photovoltaics: Fundamentals and Applications, Elsevier, Oxford, Uk.
3. Luque, A., Hegedus, S. (Edt.), 2003, Handbook of Photovoltaic Science and Engineering Wiley, Hoboken, Nj.
4. Markvart, T. (Edt.), 2000, Solar Electricity, Wiley, Chichester, New York.
5. Messenger, R., Ventre, J., 2000, Photovoltaic Systems Engineering, Crc Press, Boca Raton, Fla.
 |
| **Ödevler ve Projeler****(Homework & Projects)** | Öğrencilerin dersi daha iyi öğrenmelerine yardım etmesi amacıyla dönem boyunca haftalık ödevler verilecektir.  |
| To help students for learning and comprehending the course material better, problem sets should be assigned throughout the semester. |
| **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** | **% 50**(50 %) |
| **Kısa Sınavlar****(Quizzes)** |  | derste anlatılanlar ve verilen ödevlerden yapılan 4 kısa sınavın ortalaması yıl içi sınav notunu oluşturacaktır |
| **Ödevler****(Homework)** | **6** |  |
| **Projeler****(Projects)** |  |  |
| **Dönem Ödevi/Projesi****(Term Paper/Project)** |  |  |
| **Laboratuar Uygulaması****(Laboratory Work)** |  |  |
| **Diğer Uygulamalar****(Other Activities)** |  |  |
| **Final Sınavı****(Final Exam)** | **1** | **% 50**(50 %) |

**Ders Planı**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Hafta** | **Konular** | **Dersin** **Çıktıları** |
| **1** | Fotovoltaik sistemlere giriş  | 1 |
| **2** | Güneş, ışınım yoğunluğu, spektrum, air-mass kavramı, güneş ışınımının konum ve zaman bağımlılığı  | 1 |
| **3** | Güneş enerjisi potansiyel atlası ve kullanımı, direkt ve difüzif ışınım, ışınım ölçüm yöntemleri  | 2 |
| **4** | Yarı-iletkenler, diyot, Fermi seviyesi, iş fonksiyonu, kristal yapılar, mono ve poli kristal yapılar | 3 |
| **5** | Fotoelektrik etki, foton-yarı iletken etkileşmesi, eşdeğer devre, güneş hücresinin karakteristikleri  | 3 |
| **6** | Güneş hücresi, modülü ve dizisi | 4 |
| **7** | Fotovoltaik paneller ve uygulama ilkeleri  | 3, 4 |
| **8** | Eviriciler ve maksimum güç noktası izleyicileri  | 7 |
| **9** | Şarj kontrol cihazları, aküler ve diğer enerji depolama teknolojileri  | 6, 7 |
| **10** | Foto-voltaik güç sistemleri ve boyutlandırma esasları (Şebekeye bağımlı ve bağımsız sistemler)  | 8 |
| **11** | Fotovoltaik paneller için taşıyıcı elemanlar ve kontrol sistemleri | 5 |
| **12** | Fotovoltaik modüllerde ölçümler-I (V-I, P-I, seri ve paralel modüller)  | 2 |
| **13** | Fotovoltaik modüllerde ölçümler-II (yönelim açısı, gölge, sıcaklık ve ışınım etkileri)  | 2 |
| **14** | Proje uygulamaları | 9 |

**COURSE PLAN**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Weeks** | **Topics** | **Course Outcomes** |
| **1** | Introduction to photo-voltaic systems | 1 |
| **2** | Sun, solar irradiation density, spectrum, air-mass, location and time depenencies of solar irradiation | 1 |
| **3** | Solar Energy Potential Atlas, direct and diffusive irradation, irradiation measuremet methods | 2 |
| **4** | Semi-conductors, diod, Fermi level, work function, crystal structures, mono and poly-crystals | 3 |
| **5** | Photo-electric effect, photon - semi-conductor interaction, equivalent circuit, characteristics of solar cells | 3 |
| **6** | Solar cells, modules and arrays | 4 |
| **7** | Photo-voltaic modules and principles of implementation | 3, 4 |
| **8** | Inverters and maximum power point tracers | 7 |
| **9** | Charge controllers, batteries and other energy storage systems | 6, 7 |
| **10** | Photo-voltaic power systems and design principles (on-grid and off-grid systems) | 8 |
| **11** | Supporting systems and control systems for photo-voltaic modules | 5 |
| **12** | Measurements of photo-voltaic modules-I (V-I, P-I, serial and shunt modules) | 2 |
| **13** | Measurements of photo-voltaic modules-II (effects of direction angle, shadow, temperature and irradiation) | 2 |
| **14** | Project implementations | 9 |

## 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 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)**28.02.2011 | İmza (Signature) |