**İTÜ**

**lisansüstü DERS KATALOG FORMU**

**(graduate Course Catalogue ForM)**

|  |  |
| --- | --- |
| **Dersin Adı** | **Course Name** |
| Güneş Enerjisi ve Dönüşüm Teknolojileri | Solar Energy and Conversion Technologies |
| **Kodu****(Code)** | **Yarıyılı****(Semester)** | **Kredisi****(Local Credits)** | **AKTS Kredisi****(ECTS Credits)** | **Ders Türü****(Course Type)** |
| EBT 553 | GüzFall | 3.0 | 7.5 | Yüksek LisansMSc. |
| **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* | Fotovoltaik hücre teknolojileri, çalışma ilkeleri (yarıiletkenler, p-n eklemleri, elektron-deşik üretim ve yok olma mekanizmaları,vb), malzemeler (tek ve çok kristal silisyum, ince film, organik/inorganik, çok eklemli) ve üretim teknolojileri (kristal büyütme, katkılandırma, kimyasal buhar çöktürme, epitaksiyel büyütme, yansıtmayan kaplama) ile ısıl güneş enerjisi sistemlerinde kullanılan malzemeler ve üretim teknolojileri (düzlemsel ve parabolik toplayıcılar, vakum tüpü, seçici yüzeyler).  |
| Photovoltaic cell technologies, working principles (semiconductors, p-n junctions, electron-hole generation and recombination mechanisms, etc), materials (mono and poly crystalline Si, thin film, organic/inorganic, multijunction), manufacturing technologies (crystal growth, doping, chemical vapor deposition, epitaxial growth, anti-reflective coating) and manufacturing technologies and materials used for solar thermal energy systems (flat and parabolic collectors, vacuum tubes and selective surfaces). |
| **Dersin Amacı****(Course Objectives)***Maddeler halinde 2-5 adet* | 1. Fotovoltaik hücreler ve çalışma ilkeleri
2. Fotovoltaik hücrelerin üretim yöntemleri ve teknolojileri
3. Isıl güneş enerjisi sistemlerindeki malzemeler ve üretim teknolojileri

Konularında lisansüstü düzeyde bilgi birikimi oluşturmak. |
| To give a background knowledge at graduate level for the following topics:1. Photovoltaic cells and their working principles
2. Manufacturing technologies of solar cells
3. Materials of solar thermal energy systems and their manufacturing technologies
 |
| **Dersin Öğrenme** **Çıktıları** **(Course Learning Outcomes)***Maddeler halinde 4-9 adet* | Bu dersi başarıyla tamamlayan lisansüstü öğrenciler aşağıdaki konularda bilgi, beceri ve yetkinlik kazanırlar;1. Fotovoltaik hücrelerde enerji dönüşüm mekanizmasının ilkeleri
2. Hücre malzemeleri
3. Hücre üretim teknolojileri
4. Isıl güneş enerjisi malzemeleri ve malzeme üretim teknolojileri
 |
| Graduate students who successfully pass this course gain knowledge, skills and proficiency in the following topics:1. Principles of energy conversion mechanisms of photovoltaic cells
2. Cell materials
3. Cell manufacturing technologies
4. Materials of solar thermal energy systems and their manufacturing technologies
 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Ders Kitabı****(Textbook)** | Augustin McEvoy, L. Castaner ve Tom Markvart, *Solar Cells: Materials, Manufacture and Operation*, Second Edition,Oxford, Elsevier, 2013. |
| **Diğer Kaynaklar****(Other References)***Maddeler halinde en çok 5 adet* | 1. Peter Würfel, *Physics of solar cells:* *From Basic Principles to Advanced Concepts,* Weinheim, Wiley-VCH Verlag, 2009.
2. Arthur Willoughby ve Gavin J. Conibeer*, Solar Cell Materials: Developing Technologies,* West Sussex, John Wiley & Sons, 2014
3. [John A. Duffie](http://www.amazon.com/John-A.-Duffie/e/B001HCU88E/ref%3Dsr_ntt_srch_lnk_1?qid=1419332155&sr=1-1) and [William A. Beckman](http://www.amazon.com/William-A.-Beckman/e/B0027NC0BU/ref%3Dsr_ntt_srch_lnk_1?qid=1419332155&sr=1-1), *Solar Engineering of Thermal Processes,* Hoboken NJ, John Wiley & Sons, 2006
 |
| **Ödevler ve Projeler****(Homework & Projects)** | Öğrencilerin dersi daha iyi öğrenmelerine yardım etmesi amacıyla dönem boyunca 3-4 tane haftalık ödev verilecektir.  |
| To help students for learning and comprehending the course material better, 3 or 4 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** | **% 35**(35 %) |
| **Kısa Sınavlar****(Quizzes)** |  |  |
| **Ödevler****(Homework)** | **3-4** | **% 15**(15 %) |
| **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** | Güneş ışınımının özellikleri, foton ve spektrum kavramı, siyah cisim radyasyonu ve özellikleri, güneş ışınımı üzerine atmosferik etkiler, bir güneş hücresinin genel karakteristikleri | 1 |
| **2** | Fotovoltaik hücre teknolojilerine genel bakış: Kristal ve ince film teknolojiler, verimler, üretim maliyetleri vb. | 1 |
| **3** | Yarı iletkenler, yarı iletkenlerde iletim, enerji seviyeleri ve band genişliği, katkılama, n ve p tipi yarı iletkenler, pn eklemi ve temel karakteristikleri | 1 |
| **4** | Elektron-deşik çifti oluşum mekanizmaları, yeniden birleşme, difüzyon uzunluğu, ışığın yarı iletkenlerde yutulması, yutulma derinliği | 1 |
| **5** | Diyot denklemi ve fotovoltaik hücrelere uygulaması | 1 |
| **6** | Tek kristal ingot üretimi, kesme teknikleri, katkılama, elektrot oluşturma, yüzey kaplama yöntemleri, üretim hattı | 2,3 |
| **7** | Çoklu kristal üretimi, kesme teknikleri, katkılama, elektrot oluşturma, yüzey kaplama yöntemleri, üretim hattı | 2,3 |
| **8** | İnce film üretimi, elektrot oluşturma, yüzey kaplama yöntemleri, üretim hattı | 2,3 |
| **9** | Boyayla duyarlıklandırılmış ve organik hücre malzemeleri ve üretimi | 2,3 |
| **10** | Çok eklemli hücre malzemeleri ve üretim teknolojileri | 2,3 |
| **11** | Hücre karakterizasyonu, kalibrasyonu, test ve üretim izleme teknikleri | 2,3 |
| **12** | Isıl güneş enerjisi sistemlerinde kullanılan malzemeler ve özellikleri | 4 |
| **13** | Düzlemsel ve parabolik toplayıcılar, vakum tüpü ve seçici yüzeylerin üretim teknolojileri | 4 |
| **14** | Yansıtıcı yüzey, ışınım yutucu yüzey ve ısıl enerji depolama malzemeleri ve üretim teknolojileri | 4 |

**COURSE PLAN**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Weeks** | **Topics** | **Course Outcomes** |
| **1** | Properties of solar radiation, concepts of photon and spectrum, black-body radiation and its properties, atmospheric effects on solar radiation, general characteristics of a solar cell | 1 |
| **2** | An overview of photovoltaic cell technologies: Crystal and thin film technologes, advantages-disadvantages, efficiencies, production costs, etc. | 1 |
| **3** | Semiconductors (SC), conduction in SC, energy levels and band gap, doping, n-type and p-type SC, p-n junction and its basic characteristics | 1 |
| **4** | Mechanisms of electron-hole pair generation, recombination, diffusion length, absorption of light in SC, absorption depth | 1 |
| **5** | Diode equation and its application to PV cells | 1 |
| **6** | Mono-crystal ingot production, slicing technics, doping, electrode formation, surface coating, production line | 2,3 |
| **7** | Polycrystalline production, slicing technics, doping, electrode formation, surface coating, production line | 2,3 |
| **8** | This film production, electrode formation, surface coating technics, production line | 2,3 |
| **9** | Dye-sensitized and organic cell materials and their productions  | 2,3 |
| **10** | Multi-junction cell materials and production technologies | 2,3 |
| **11** | Cell characterization, calibration, test production monitoring technics | 2,3 |
| **12** | Materials used for solar thermal energy systems and their properties | 4 |
| **13** | Production technologies of flat and parabolic solar collectors, vacuum tubes and selective surfaces | 4 |
| **14** | Reflective and absorbing surfaces and thermal energy storage materials and their production technologies | 4 |

## 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)**23.Aralık.2014 | İmza (Signature) |