**İTÜ**

**lisansüstü DERS KATALOG FORMU**

**(graduate Course Catalogue ForM)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Dersin Adı** | | | | | **Course Name** | | | |
| Enerji Depolama Teknolojileri | | | | | Energy Storage Technologies | | | |
| **Kodu**  **(Code)** | **Yarıyılı**  **(Semester)** | | **Kredisi**  **(Local Credits)** | **AKTS Kredisi**  **(ECTS Credits)** | | | **Ders Türü**  **(Course Type)** | |
| EBT616E | Bahar/Spring | | 3.0 | 7.5 | | | Doktora  Ph.D. | |
| **Bölüm / Program**  **(Department/Program)** | | Enerji Bilim ve Teknoloji Anabilim Dalı / Enerji Bilim ve Teknoloji Lisansüstü Programı  Energy Science and Technology Division / Energy Science and Technology Program | | | | | | |
| **Dersin Türü**  **(Course Type)** | | Seçmeli  (Elective) | | | | **Dersin Dili**  **(Course Language)** | | Türkçe / Ingilizce  (Turkish/ English) |
| **Dersin İçeriği**  **(Course Description)**  *30-60 kelime arası* | | Enerji depolama teknolojilerinin temel ilkeleri, mekanik, elektrokimyasal, elektrik, manyetik ve ısıl enerji depolama teknolojileri ile karakteristikleri, temel fiziksel ve matematiksel modelleri, mühendislik tasarımı ve uygulama kriterleri aktarılacaktır. | | | | | | |
| Basic principles of energy storage technologies, mechanical, electrochemical, electrical, magnetic and thermal energy storage technologies, their characteristics, physical and mathematical models, engineering design and application criteria are discussed. | | | | | | |
| **Dersin Amacı**  **(Course Objectives)**  *Maddeler halinde 2-5 adet* | | 1. Farklı enerji depolama teknolojileri tanıtmak  2. Enerji depolama teknolojileri konusunda uygulamalı ve teorik bilgiler kazandırmak | | | | | | |
| 1. To introduce different energy storage technologies  2. To provide practical and theoretical knowledge on energy storage technologies | | | | | | |
| **Dersin Öğrenme**  **Çıktıları**  **(Course Learning Outcomes)**  *Maddeler halinde 4-9 adet* | | Bu dersi başarıyla tamamlayan doktora öğrencileri aşağıdaki konularda bilgi, beceri ve yetkinlik kazanırlar;   1. Enerji depolama yöntem ve teknolojilerini genel olarak anlamak ve bilgileri kullanabilmek 2. Farklı enerji depolama teknolojilerininin mühendislik tasarımları ve sınırlarını ilgili fiziksel ve matematiksel ifadeleri ile birlikte tanımak ve problemleri çözümleyebilme yeteneği kazanmak 3. Enerji depolama teknolojilerinde seçim ve mühendislik hesapları yapabilmek 4. Enerji depolama teknolojilerindeki son gelişmeleri ve temel araştırmaları takip edebilmek | | | | | | |
| Ph.D. students who successfully pass this course gain knowledge, skills and proficiency in the following subjects;   1. To understand energy storage methods and technologies and use of the knowledge 2. To understand the engineering designs and limitations of different energy storage technologies with the related physical and mathematical expressions and improve the skills to analyze problems 3. To choose proper energy storage technologies and make engineering calculations 4. To follow the recent developments and basic researches on energy storage technologies | | | | | | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Ders Kitabı**  **(Textbook)** |  | | |
| **Diğer Kaynaklar**  **(Other References)**  *Maddeler halinde en çok 5 adet* | 1. Zito, R., Energy Storage: A New Approach, Scrivener Wiley, New Jersey, 2010. 2. Huggins, R.A., Energy Storage, Springer, New York, 2010. 3. Ter-Gazarian, A., Energy Storage for Power Systems, Peter Peregrinus Ltd., Hertfordshire, 1994. 4. Jenkins, N., Strbac, G., Price, A.C.R., Collinson, A., Tarrant, C.D., Campell, A.M., Hart, D., Renewable Energy Storage, Professional Engineering Publishing, London, 2000. 5. Dincer, İ., Rosen, A.M., Thermal Energy Storage, John Wiley & Sons, New York, 2002. | | |
| **Ödevler ve Projeler**  **(Homework & Projects)** | Öğrencilerin dersi daha iyi öğrenmelerine yardım etmesi amacıyla dönem boyunca 6 tane haftalık ödev verilecek ve bunlar bir hafta sonra toplanacaktır. | | |
| To help students for learning and comprehending the course material better, 6 problem sets should be assigned throughout the semester, and their solutions should be returned back in the subsequent week. | | |
| **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)** | **6** | **% 30**  (30 %) |
| **Projeler**  **(Projects)** |  |  |
| **Dönem Ödevi/Projesi**  **(Term Paper/Project)** |  |  |
| **Laboratuar Uygulaması**  **(Laboratory Work)** |  |  |
| **Diğer Uygulamalar**  **(Other Activities)** |  |  |
| **Final Sınavı**  **(Final Exam)** | **1** | **% 40**  (40 %) |

**Ders Planı**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Hafta** | **Konular** | **Dersin**  **Çıktıları** |
| **1** | Enerji depolama yöntemlerinin ve teknolojilerinin genel durumu ve karakteristikleri | 1 |
| **2** | Tersinir ve tersinmez depolama yöntemleri, sınırlamalar, depolama verimleri | 1 |
| **3** | Gelişmiş akü sistemleri | 2 |
| **4** | Akışkan aküler ve metal-hava aküleri | 2 |
| **5** | Sıvı pompalama esaslı enerji depolama | 2 |
| **6** | Sıkıştırılmış hava esaslı enerji depolama | 2 |
| **7** | Volan teknolojileri | 2 |
| **8** | Süper kapasitörler | 2 |
| **9** | Süper iletken manyetik enerji depolama | 2 |
| **10** | Isıl enerji depolama (hissedilir ısı) | 2 |
| **11** | Isıl enerji depolama (gizli ısı, organik ve inorganik faz değiştiren malzemeler) | 2 |
| **12** | Enerji depolama teknolojisi olarak hidrojen | 2 |
| **13** | Enerji depolama uygulamalarının mühendislik hesaplamaları | 3 |
| **14** | Enerji depolama teknolojilerindeki son araştırma-geliştirme çalışmaları | 4 |

**COURSE PLAN**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Weeks** | **Topics** | **Course Outcomes** |
| **1** | General view and characteristics of energy storage methods and technologies | 1 |
| **2** | Reversible and irreversible storage methods, limitations, storage efficiency | 1 |
| **3** | Advanced battery systems | 2 |
| **4** | Flow batteries and metal air batteries | 2 |
| **5** | Pumped liquid energy storage | 2 |
| **6** | Compressed air energy storage | 2 |
| **7** | Flywheel technologies | 2 |
| **8** | Super capacitors | 2 |
| **9** | Superconducting magnetic energy storage | 2 |
| **10** | Thermal energy storage (sensible heat) | 2 |
| **11** | Thermal energy storage (latent heat, organic and inorganic phase change materials) | 2 |
| **12** | Hydrogen as an energy storage technology | 2 |
| **13** | Engineering calculations of energy storage applications | 3 |
| **14** | Recent R&D works on energy storage technology | 4 |

## Dersin “Enerji Bilim ve Teknoloji Doktora Programı”yla İlişkisi

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Programın mezuna kazandıracağı bilgi, beceri ve yetkinlikler (programa ait çıktılar)** | **Katkı Seviyesi** | | |
| **1** | **2** | **3** |
| **i.** | Yüksek lisans yeterliliklerine dayalı olarak, enerji alanındaki güncel ve ileri düzeydeki bilgileri özgün düşünce ve/veya araştırma ile uzmanlık düzeyinde geliştirip, derinleştirerek, alanına yenilik getirecek özgün tanımlar oluşturup, disiplinlerarası etkileşimi kavrayabilme; yeni ve karmaşık fikirleri analiz, sentez ve değerlendirmede uzmanlık gerektiren bilgileri kullanarak özgün sonuçlara ulaşabilme (*bilg*i). |  |  | + |
| **ii.** | Enerji alanındaki yeni bilgileri sistematik bir yaklaşımla değerlendirip kullanarak, yenilik getiren, bir düşünce, yöntem, tasarım ve/veya uygulama geliştirebilme ya da bilinen bir düşünce, yöntem, tasarım ve/veya uygulamayı farklı bir alana uygulayabilme, özgün bir konuyu araştırıp, kavrayarak tasarlayabilme, uyarlayabilme ve uygulayarak yeni ve karmaşık düşüncelerin eleştirel analizini, sentezini ve değerlendirmesini yapıp çalışmalarında araştırma yöntemlerini kullanabilmede üst düzey beceriler kazanmış olma (*beceri*). |  |  | **+** |
| **iii.** | Enerji alanına yenilik getiren, yeni bir düşünce, yöntem, tasarım ve/veya uygulama geliştiren ya da bilinen bir düşünce, yöntem, tasarım ve/veya uygulamayı enerji alanına uygulayan özgün bir çalışmayı bağımsız olarak gerçekleştirerek, enerji alanındaki ilerlemeye katkıda bulunup, en az birer adet bilimsel makaleyi ulusal ve uluslararası hakemli dergilerde yayınlayarak bilginin sınırlarını genişletebilme *(Bağımsız Çalışabilme ve Sorumluluk Alabilme Yetkinliği).* |  |  | + |
| **iv.** | Özgün ve disiplinlerarası sorunların çözümlenmesini gerektiren ortamlarda liderlik yaparak yaratıcı ve eleştirel düşünme, sorun çözme ve karar verme gibi üst düzey zihinsel süreçleri kullanarak enerji alanı ile ilgili yeni düşünce ve yöntemler geliştirebilme *(Bağımsız Çalışabilme ve Sorumluluk Alabilme Yetkinliği). (Öğrenme Yetkinliği).* |  | + |  |
| **v.** | Sosyal ilişkileri ve bu ilişkileri yönlendiren normları eleştirel bir bakış açısıyla inceleyebilme, geliştirebilme ve gerektiğinde değiştirmeye yönelik eylemleri yönetebilme *(İletişim ve Sosyal Yetkinlik).* | + |  |  |
| **vi.** | Bir yabancı dili ileri düzeyde kullanarak yazılı, sözlü ve görsel iletişim kurup tartışarak, uluslararası platformlarda, uzman kişiler ile enerji alanındaki konuların tartışılmasında özgün görüşlerini savunabilme ve yetkinliğini gösteren etkili bir iletişim kurabilme *(İletişim ve Sosyal Yetkinlik).* |  | + |  |
| **vii.** | Enerji alanındaki bilimsel, teknolojik sosyal veya kültürel ilerlemeleri tanıtarak, yaşadığı toplumun bilgi toplumu olma ve bunu sürdürebilme sürecine katkıda bulunarak, sorunların çözümünde stratejik karar verme süreçlerini de kullanıp, işlevsel etkileşim kurarak toplumsal, bilimsel, kültürel ve etik sorunların çözümüne katkıda bulunabilme ve bu değerlerin gelişimini destekleyebilme *(Alana Özgü Yetkinlik).* |  |  | + |
|  | | | | |

**1: Az, 2. Kısmi, 3. Tam**

## Relationship between the Course and “Energy Science and Technology Ph.D. Program”

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Program Outcomes** | **Level of Contribution** | | |
| **1** | **2** | **3** |
| **i.** | By means of developing and intensifying the current and high level knowledge with the use of original thinking and/or research processes and in a specialistic level, based upon the competency in MS level, grasping the interdisciplinary interaction related to energy area and reaching original results by using this specialistic knowledge in analyzing, synthesizing and evaluating new and complex ideas (*knowledge*). |  |  | + |
| **ii.** | By means of the ability to evaluate and use new information in the energy area with a systematical approach, developing a new idea method, design and/or application which brings about innovation; or, applying a conventional idea, method, design and/or application to a different environment; researching, grasping and designing and applying an original subject, and also by the ability to critically analyze, synthesize and evaluate new and complex ideas, acquiring the most developed skills about using the research methods in studies within the energy area (*skill*). |  |  | **+** |
| **iii.** | By means of contributing to the progress in the energy area by independently carrying out a study which uses a new idea, method, design and/or application which brings about innovation in the energy area; or, applying a conventional idea, method, design and/or application to a different environment, expending the limits of knowledge by publishing at least one scientific article in a national and/or international peer reviewed journal (*competence to work independently and take responsibility*). |  |  | + |
| **iv.** | By means of fulfilling the leader role in the environment where solutions are sought for the original and interdisciplinary problems, developing energy area related new ideas and methods by making use of high-level intellectual processes such as creative and critical thinking, problem solving and decision making (*competence to work independently and take responsibility, learning competence*). |  | + |  |
| **v.** | Ability to see and develop social relationships and the norm directing these relationships with a critical look and ability to direct the actions to change these when necessary. (*Communication and social competency*). | + |  |  |
| **vi.** | By means of proficiency in a foreign language in advance level and establishing written, oral and visual communication and developing argumentation skills with that language, the ability to establish effective communication with expert in the international environment to discuss the area related subjects and to defend original opinions, showing ones competency in the energy area (*communication and social competency*). |  | + |  |
| **vii.** | By means of contributing to the society state and progress towards being an information society by announcing and promoting the technological, scientific and social developments in energy area, and ability to establish effective communication in the solving of problems faced in that area by using strategic decision making processes, contributing to the solution of area related social, scientific, cultural and ethical problems and promoting development of these values (area specific competency). |  |  | + |
|  | | | | |

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***Düzenleyen (Prepared by)*** | **Tarih (Date)** | İmza (Signature) |