|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| İ.T.Ü. | | | | | | | | | |
| ENERJİ ENSTİTÜSÜ | | | | | | | | | |
| BAŞARI DEĞERLENDİRME FORMU | | | | | | | | | |
| Dersin Adı | Kodu | Ders Tipi | Yarıyılı | | Kredisi | Ders | | Uygulama | Laboratuvar |  |
| (saat/hafta) | | | |  |
| **MULTI-PHASE FLOWS** | EBT 601E | Doktora | 2017/2018  Güz | | 3 | 3 | | - | - |  |
| Dersin Verildiği Program | Enerji Bilim ve Teknoloji Yüksek Lisans ve Doktora Programı | | | | | | | | |  |
| Dersi Veren | Prof. Dr. Ahmet DURMAYAZ | | | | | | | | |  |
| Dersin Yardımcısı (varsa) |  | | | | | | | | |  |
| Dersin Dili | İngilizce | | | | | | | | |  |
| Zorunlu/Seçmeli | Seçmeli | | | | | | | | |  |
| İçerdiği Konular | Lisansüstü Ders Katalog Formu’nda yazılıdır. | | | | | | | | |  |
| Ders Kitabı | Lisansüstü Ders Katalog Formu’nda yazılıdır. | | | | | | | | |  |
| Yararlanılacak Diğer Kaynaklar | Lisansüstü Ders Katalog Formu’nda yazılıdır. | | | | | | | | |  |
| Diğer |  | | | | | | | | |  |
| Ders Değerlendirme Kriterleri |  | | | Sayısı | | | Katkı Oranı (%) | | |  |
| Ara Sınavlar | | | 1 | | | 40 | | |  |
| Kısa Sınav | | | - | | | - | | |  |
| Ev Ödevleri | | | 7 - 10 | | | 20 | | |  |
| Projeler | | | - | | | - | | |  |
| Dönem Projeleri | | | - | | | - | | |  |
| Laboratuvar | | | - | | | - | | |  |
| Yarıyıl Sonu Sınavı | | | 1 | | | 40 | | |  |
| Diğer | | | Derse en az %70 devam etmek gereklidir.  (Minimum 70% attendance is required.) | | | | | |  |

Hazırlayan Öğretim Üyesi (Ad Soyad):

Prof. Dr. Ahmet DURMAYAZ

**İmza:**

**İTÜ**

**lisansüstü DERS KATALOG FORMU**

**(graduate Course Catalogue ForM)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Dersin Adı** | | | | | **Course Name** | | | |
| Çok-Fazlı Akışlar | | | | | Multi-Phase Flows | | | |
| **Kodu**  **(Code)** | **Yarıyılı**  **(Semester)** | | **Kredisi**  **(Local Credits)** | **AKTS Kredisi**  **(ECTS Credits)** | | | **Ders Türü**  **(Course Type)** | |
| EBT 601E | Güz  Fall | | 3,0 | 7,5 | | | Doktora  Ph.D. | |
| **Bölüm / Program**  **(Department/Program)** | | Enerji Enstitüsü / Enerji Bilim ve Teknoloji (EBT)  Doktora Programı | | | | | | |
| **Dersin Türü**  **(Course Type)** | | Seçmeli  (Elective) | | | | **Dersin Dili**  **(Course Language)** | | İngilizce  (English) |
| **Dersin İçeriği**  **(Course Description)**  *30-60 kelime arası* | | Çok-fazlı akışa ilişkin temel kavramlar, tanımlar. Habbecikli kaynama dinamiği. Havuz tipi kaynama. Zorlanmış taşınımlı akışta kaynama. Akışkandan-akışkana modelleme. İki-fazlı akış kalıpları, modelleri, korunum denklemleri. Aşırı soğutulmuş sıvılarda ve doymuş sıvı-buhar karışımında kaynama ile ısı transferi. Zorlanmış taşınımlı akışta kritik ısı akısı. Kinematik dalgalar ve kanal kararsızlığı. İki-fazlı akışlar için deneysel çalışmalar, tarama tabloları. Yoğuşma. | | | | | | |
| Basic concepts, definitions and applications of multi-phase flows. Introduction to bubble dynamics. Pool boiling. Forced convective boiling. Fluid-to-fluid modeling. Two-phase flow patterns, models and conservation equations. Subcooled and saturated boiling heat transfer, critical heat flux, post-CHF heat transfer in forced convective flow. Kinematic waves and channel instabilities. Experimental studies and look-up tables for two-phase flows. Condensation. | | | | | | |
| **Dersin Amacı**  **(Course Objectives)**  *Maddeler halinde 2-5 adet* | | 1. Çok-fazlı akışkan akışı problemlerini tanıtmak,  2. Çok-fazlı akışkan akışlarının ve çok-fazlı akışta kaynamanın fiziksel mekanizmalarını, temel kavramlarını, modellerini, analiz yöntemlerini öğretmek.  3. Çok-fazlı akışlı sistemlerin analizlerine yönelik araştırma konularını tanıtmak. | | | | | | |
| 1. To introduce the graduate students multi-phase flow problems,  2. To teach the fundamental concepts and principles of multi-phase-flows; flow regimes, models, analysis methods and boiling heat transfer in multi-phase-flows.  3. To introduce the graduate students research subjects related to multi-phase flows and boiling heat transfer. | | | | | | |
| **Dersin Öğrenme**  **Çıktıları**  **(Course Learning Outcomes)**  *Maddeler halinde 4-9 adet* | | Bu dersi başarıyla tamamlayan doktora öğrencileri:  1. Akışkanlar mekaniğine ve çok-fazlı akışlara ilişkin uygulamaları, temel kavramları, tanımları,  2. Habbecikli kaynama dinamiği temel bilgilerini, havuz tipi kaynamanın ve zorlanmış taşınımlı akışta kaynamanın nasıl gerçekleştiğini, kaynama ve akış rejimlerinin neler olduğunu,  3. Akışkandan-akışkana modellemenin nasıl yapıldığını,  4. İki-fazlı akışın bir-boyutlu hacimsel analizini, iki-fazlı akış kalıplarını,  5. Homojen akış, ayrılmış akış, sürüklenmeli akış iki-fazlı akış modellerini,  6. İki-fazlı akış korunum denklemlerinin ayrıntılı türetimini,  7. Aşırı soğutulmuş akışkanda ve doymuş sıvı-buhar karışımında habbecikli kaynamayla ısı transferini, kritik ısı akısı ve sonrasındaki ısı transferini,  8. Kinematik dalgaları ve kanal kararsızlığını,  9. Gözenekli ortam formülasyonu ve altkanal analizi ile iki-fazlı akış modellemelerini,  10. İki-fazlı akış için tarama tablolarının nasıl oluşturulduğunu ve yoğuşma ile ilgili temel kavramları öğrenmiş ve bu konularda bilgi ve beceri kazanmış olacaklardır. | | | | | | |
| Ph.D. students who successfully pass this course gain knowledge, skills and proficiency on the following subjects:  1. Basic concepts, definitions and applications of multi-phase flows.  2. Introduction to bubble dynamics, Pool boiling, Forced convective boiling.  3. Fluid-to-fluid modeling.  4. One-dimensional volumetric description of two-phase flows, Two-phase flow patterns.  5. Simple models for two-phase flows: homogeneous, separated flow, drift flux models.  6. Rigorous derivation of two-phase conservation equations.  7. Subcooled and saturated boiling heat transfer, Critical heat flux, post-CHF heat transfer  8. Kinematic waves and channel instabilities.  9. Porous media formulations, subchannel analysis.  10. Look-up tables for two-phase flows, Condensation. | | | | | | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Ders Kitabı**  **(Textbook)** |  | | |
| **Diğer Kaynaklar**  **(Other References)**  *Maddeler halinde en çok 5 adet* | 1. R.T. Lahey, F.J. Moody, *The Thermal Hydraulics of a Boiling Water Reactor*, 2nd Edition, ANS, 1993, 2. J.G. Collier, J.R. Thome, *Convective Boiling and Condensation*, 3rd Ed., Oxford University Press, US, 1994*,* 3. R.B. Bird, W.E. Stewart, E.N. Lightfoot, *Transport Phenomena*, 2nd Edition John Wiley & Sons, 2002*,* 4. G.B. Wallis, *One-Dimensional Two-Phase Flow*, Mc Graw-Hill, New York, 1969. 5. G. Hetsroni, *Handbook of Multiphase Systems*, Hemisphere Publishing Corp., USA, 1982. 6. N.E., Todreas, M.S., Kazimi, *Nuclear Systems II*, Hemisphere Publishing Corp., USA, 1990. | | |
| **Ödevler ve Projeler**  **(Homework & Projects)** | Öğrencilerin dersi daha iyi öğrenmelerine yardım etmesi amacıyla 7-8 tane ödev verilecektir. | | |
| To help students for learning and comprehending the course better, 7 or 8 homework will 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** | **% 40**  (40%) |
| **Kısa Sınavlar**  **(Quizzes)** |  |  |
| **Ödevler**  **(Homework)** | **7-10** | **% 20**  (20%) |
| **Projeler**  **(Projects)** |  |  |
| **Dönem Ödevi/Projesi**  **(Term Paper/Project)** |  |  |
| **Laboratuar Uygulaması**  **(Laboratory Work)** |  |  |
| **Diğer Uygulamalar**  **(Other Activities)** |  | Derse en az %70 devam etmek gereklidir. |
| **Final Sınavı**  **(Final Exam)** | **1** | **% 40**  (40%) |

**\***Yukarıda Belirtilen Sayılar Minimum Olup Yerine Getirilmesi Zorunludur.

**Ders Planı**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Hafta** | **Konular** | **Dersin**  **Çıktıları** |
| **1** | Çok-fazlı akış problemlerinin takdimi, temel kavramlar, tanımlar | 1 |
| **2** | Akışkanlar mekaniğinin temel prensipleri | 1 |
| **3** | Habbecikli kaynama dinamiği, Havuz tipi kaynama, Zorlanmış taşınımlı akışta kaynama | 2 |
| **4** | Akışkandan-akışkana modelleme | 3 |
| **5** | İki-fazlı akışların bir-boyutlu hacimsel analizi, İki-fazlı akış kalıpları | 4 |
| **6** | Temel iki-fazlı akış modelleri: Homojen akış, ayrılmış akış, sürüklenmeli akış modelleri | 5 |
| **7** | İki-fazlı akış korunum denklemlerinin ayrıntılı türetimi | 6 |
| **8** | Aşırı soğutulmuş akışkanlarda kaynamayla ısı transferi | 7 |
| **9** | Aşırı soğutulmuş akışkanların kaynamasında boşluk oranı ve basınç düşümü | 7 |
| **10** | Doymuş sıvı-buhar karışımında kaynamayla ısı transferi | 7 |
| **11** | Zorlanmış taşınımlı akışta kritik ısı akısı | 7 |
| **12** | Kinematik dalgalar ve kanal kararsızlığı | 8 |
| **13** | İleri iki-fazlı akış modellemeleri: Gözenekli ortam formülasyonu, Altkanal analizi | 9 |
| **14** | İki-fazlı akış için deneysel çalışmalar ve tarama tabloları, Yoğuşma | 10 |

**COURSE PLAN**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Weeks** | **Topics** | **Course Outcomes** |
| **1** | Introduction to Multi-Phase Flow Problems, Basic Concepts, Definitions | 1 |
| **2** | Basic Principles of Fluid Mechanics | 1 |
| **3** | Introduction to Bubble Dynamics, Pool Boiling and Forced Convective Boiling | 2 |
| **4** | Fluid-to-Fluid Modeling | 3 |
| **5** | One-Dimensional Volumetric Description of Two-Phase Flows, Two-Phase Flow Patterns | 4 |
| **6** | Simple Models for Two-Phase Flows: Homogeneous, Separated, Drift Flux Models | 5 |
| **7** | Rigorous Derivation of Two-Phase Flow Conservation Equations | 6 |
| **8** | Subcooled Boiling Heat Transfer | 7 |
| **9** | Void Fraction and Pressure Drop in Subcooled Boiling | 7 |
| **10** | Saturated Boiling Heat Transfer | 7 |
| **11** | Critical Heat Flux in Forced Convective Flow | 7 |
| **12** | Kinematic Waves and Channel Instabilities | 8 |
| **13** | Advanced Two-Phase Flow Modeling: Porous Media Formulations, Subchannel Analysis | 9 |
| **14** | Experimental Studies and Look-Up Tables for Two-Phase Flows, Condensation | 10 |

## Dersin “Enerji Bilim ve Teknoloji Yüksek Lisans-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, 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.** | Alanındaki yeni bilgileri sistematik bir yaklaşımla değerlendirip kullanarak, alanına yenilik getiren, yeni 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.** | Alanına yenilik getiren, yeni bir düşünce, yöntem, tasarım ve/veya uygulama geliştiren ya da bilinen bir düşünce, yöntem, tasarım ve/veya uygulamayı farklı bir alana uygulayan özgün bir çalışmayı bağımsız olarak gerçekleştirerek, alanındaki ilerlemeye katkıda bulunup, en az birer adet bilimsel makaleyi ulusal ve uluslararası hakemli dergilerde yayınlayarak alanındaki 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 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 en az Avrupa Dil Portföyü C1 Genel Düzeyi’nde kullanarak ileri düzeyde yazılı, sözlü ve görsel iletişim kurup tartışarak, uluslararası platformlarda, uzman kişiler ile alanındaki konuların tartışılmasında özgün görüşlerini savunabilme ve yetkinliğini gösteren etkili bir iletişim kurabilme *(İletişim ve Sosyal Yetkinlik).* |  | + |  |
| **vii.** | 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 MSc-Ph.D. Program”

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Program Outcomes** | **Level of Contribution** | | |
| **1** | **2** | **3** |
| **i.** | By means of developing and intensifying the current and high level knowledge in the area 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 one’s 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 area with a systematical approach, developing a new idea method, design and/or application which brings about innovation in the area; 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 related area (*skill*). |  |  | **+** |
| **iii.** | By means of contributing to the progress in the area by independently carrying out a study which uses a new idea, method, design and/or application which brings about innovation in that 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 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 –at least European Language Portfolio C1 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 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 one’s 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)** **20.06.2017** | İmza (Signature) |