**İTÜ**

**lisansüstü DERS KATALOG FORMU**

**(graduate Course Catalogue ForM)**

|  |  |
| --- | --- |
| **Dersin Adı**  | **Course Name** |
| Nükleer Reaktör Dinamiği ve Kontrolu. | Nuclear Reactor Dynamics and Control. |
| **Kodu****(Code)** | **Yarıyılı****(Semester)** | **Kredisi****(Local Credits)** | **AKTS Kredisi****(ECTS Credits)** | **Ders Türü****(Course Type)** |
| EBT 604E | BaharSpring | 3.0 | 7.5 | DoktoraPh.D. |
| **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(English) |
| **Dersin İçeriği****(Course Description)***30-60 kelime arası* | Nokta reaktör kinetik denklemleri, analitik çözümleri ve bazı yaklaşımlar; perturbasyon yöntemleri; adjoint akı; küçük reaktivite girişleri için reakör frekans transfer fonksiyonu, stabilite ve kontrol, Matlab-Simulink uygulamaları, ters nokta kinetik denklemleri, uzay-zaman bağımlı kinetik. Nuclear reactor thermal-hydraulics modeling from the point of view of reactor dynamics and safety. |
| Point reactor kinetic equations and their analytical solutions, approximations; perturbation methods, adjoint flux; reactor frequency transfer function for small reactivity insertions, stability and control, Matlab-Simulink applications, inverse point kinetics, space-time kinetics. |
| **Dersin Amacı****(Course Objectives)***Maddeler halinde 2-5 adet* | 1. Reaktör nokta kinetik denklemlerinin tanıtmak ve çözmek,2. Temel prensiplere dayalı nokta kinetik parametreleri hesaplamak,3. Nokta kinetik denklemleri reaktör kontrolu bağlamında uygulamak,4. Nükleer reaktörlerde uzay-zaman kinetiğini uygulamak. |
| 1. To introduce the point reactor kinetics model and its solutions.2. To develop the point kinetics parameters starting from basic principles.3. To apply point kinetics model in the context of control theory. 4. To introduce the space-time kinetics of nuclear reactor cores. |
| **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. Reaktör dinamiğinin nokta kinetik denklem yardımıyla nasıl tasvir edildiğini, 2. Nokta kinetik denklemin ve parametrelerinin teorik temellerini,3. Reaktörde uygulanacak kontrolun temel prensiplerini öğrenmiş olurlar ve4. Reaktör kinetiği konusundaki güncel literatürü anlayarak takip edebilir duruma gelirler. |
| Ph.D. students who successfully pass this course gain knowledge, skills and proficiency in the following subjects; 1. Gain knowledge in the dynamic behavior of a nuclear reactor based on point kinetics model;2. Understand the theoretical basis of point kinetics model and its parameters, its applications and limitations;3. Understand some of the control principles as applied to reactor core4. Able to read the current literature and carry out independent research on nuclear reactor core dynamics. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Ders Kitabı****(Textbook)** | D. Rozon, *Introduction to Nuclear Reactor Kinetics*, Polytech. Int. Press,1998 |
| **Diğer Kaynaklar****(Other References)***Maddeler halinde en çok 5 adet* | 1. K. Ott, R.J. Neuhold, *Introductory Nuclear Reactor Dynamics*, ANS, 1985.
2. W.M. Stacey, *Nuclear Reactor Physics*, Wiley, 2007
3. *Current literature*
 |
| **Ödevler ve Projeler****(Homework & Projects)** | Güncel literatürden okuma ödevleri;Nokta reaktör kinetiği ve reaktör kontrolu konusunda MATLAB ve Simulink ile bazı demonstrasyonların hazırlanması. |
| Reading assignments from the current literature are given to bring the course material up to date.Students are asked to demonstrate their own MATLAB and Simulink based point kinetics and control applications. |
| **Laboratuar Uygulamaları****(Laboratory Work)** | **-** |
| **-** |
| **Bilgisayar Kullanımı****(Computer Use)** | Paket program uygulamaları |
| Applications of some program packages. |
| **Diğer Uygulamalar****(Other Activities)** | **-** |
| **-** |
| **Başarı Değerlendirme****Sistemi** **(Assessment Criteria)** | **Faaliyetler****(Activities)** | **Adedi****(Quantity)** | **Değerlendirmedeki Katkısı, %****(Effects on Grading, %)** |
| **Yıl İçi Sınavları****(Midterm Exams)** | **-** |  |
| **Kısa Sınavlar****(Quizzes)** |  |  |
| **Ödevler****(Homework)** | **3** | **% 30**(30 %) |
| **Projeler****(Projects)** | **3** | **% 30**(30%) |
| **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** | Gecikmiş nötron öncüleri, nokta kinetik denklemlerin klasik emprik girdilerle türetimi. | 1 |
| **2** | Perturbasyon analizi, adjoint akı. | 2 |
| **3** | Nokta kinetik denklemlerin temel türetimi. | 2 |
| **4** | Nokta kinetikdenklemin parametreleri. | 2 |
| **5** | Nokta kinetik denklemlerin analitik çözümleri, bazı yaklaşımlar ve limitasyonları. | 2 |
| **6** | Nümerik çözüm yöntemleri. | 2 |
| **7** | Kritik ve kaynakla sürülen sistemler için frekans transfer fonksiyonları. | 3 |
| **8** | Kontrol uygulamaları ve stabilite problemleri. | 3 |
| **9** | Reaktivite ölçümleri, darbe modunda çalışma, reaktivite sıcaklık katsayıları. | 3 |
| **10** | Reaktör termal-hidroliğinin reaktivite ve stabilite etkileri. | 3 |
| **11** | Reaktör kinetiğinde stokastik yöntemler. | 3 |
| **12** | Uzay-zaman kinetiği yaklaşımları.  | 4 |
| **13** | Güncel literatürden seçmeler I, | 4 |
| **14** | Güncel literatürden seçmeler II. | 4 |

**COURSE PLAN**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Weeks** | **Topics** | **Course Outcomes** |
| **1** | Delayed neutron precursors, heuristic development of point kinetics equations. | 1 |
| **2** | Perturbation analysis, adjoint flux. | 2 |
| **3** | Development of point kinetics equations from basic principles. | 2 |
| **4** | Point kinetics parameters. | 2 |
| **5** | Analytical solutions of point kinetics equations, approximations, limitations. | 2 |
| **6** | Numerical solutions of point kinetics equations. | 2 |
| **7** | Frequency transfer functions of a critical and source driven subcritical reactor . | 3 |
| **8** | Some control applications and stability problems. | 3 |
| **9** | Reactivity measurements, pulsing mode operation, temperature coefficients of reactivity, | 3 |
| **10** | Reactor thermal-hydraulic models from the point of reactor stability, | 3 |
| **11** | Stochastic methods in nuclear reactor kinetics, | 3 |
| **12** | Approaches for space-time kinetics  | 4 |
| **13** | Selected reading from the current literatureI, | 4 |
| **14** | Selected reading from the current literature II. | 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)**28.02.2011 | İmza (Signature) |