**İTÜ**

**lisansüstü DERS KATALOG FORMU**

**(graduate Course Catalogue ForM)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Dersin Adı** | | | | | **Course Name** | | | |
| Nötron Transport Teorisi | | | | | Neutron Transport Theory | | | |
| **Kodu**  **(Code)** | **Yarıyılı**  **(Semester)** | | **Kredisi**  **(Local Credits)** | **AKTS Kredisi**  **(ECTS Credits)** | | | **Ders Türü**  **(Course Type)** | |
| EBT608E | Bahar  Sprint | | 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)** | | Seçimli  (Elective) | | | | **Dersin Dili**  **(Course Language)** | | Ingilizce, Türkçe  (English, Turkish) |
| **Dersin İçeriği**  **(Course Description)**  *30-60 kelime arası* | | Transport denklemi: nötron etkileşmeleri, nötron akışı, ikincil parçacıklarla transport, zamandan bağımsız transport denklemi, ek transport denklemi. Enerji ve zaman ayrıklaştırması: çok gruplu denklemler, dış kaynak problemleri, yetkinlik hesapları, zamana bağlı problemler. Tek boyutta ayrık ordinatlar yöntemi: açısal yaklaşımlar, uzaysal farklama ve çözüm, eğrisel koordinatlar, hızlandırma yöntemleri. Çok boyutta ayrık ordinatlar: çok boyutta karelemeler, kartezyen koordinatlarda farklama denklemleri, çok boyutta eğrisel sistemler, üçgensel ızgara farklama denklemleri, ışın etkileri. Monte Carlo yöntemi: olasılık dağılım fonksiyonları, anolog Monte Carlo örneklemesi, hata öngörüleri, analog olmayan Monte Carlo, yetkinlik hesapları. | | | | | | |
| The transport Equation: neutron interactions, neutron streaming, transport with secondary particles, the time independent transport equation, the adjoint transport equation. Energy and time discretization: the multigroup equations, fixed source problems, criticality calculations, time dependent problems. Discrete ordinates methods in one spatial dimension: angular approximations, spatial differencing and solution, curvilinear coordinates, acceleration. Multidimensional discrete ordinates methods: discrete ordinates quadrature sets , difference equations in Cartesian coordinates, difference equations in curvilinear coordinates, triangular mesh difference equations, ray effects. The Monte Carlo method: probability distribution functions, analog Monte Carlo sampling, error estimates, nonanalog Monte Carlo, criticality calculations. | | | | | | |
| **Dersin Amacı**  **(Course Objectives)**  *Maddeler halinde 2-5 adet* | | 1. Transport yetkinlik hesapları ve hızlandırılmaları konusunda altyapı oluşturmak. 2. Zaman bağlı transport denkleminin çözüm yöntemlerini öğretmek 3. Ayrık ordinatlar metodunun uygulama ve analizini özümsetme. 4. Çok boyutlu ayrık ordinatlar uygulamaları konusunda bir altyapı oluşturmak 5. Monte Carlo yöntemi konusunda temel kavramları öğretmek | | | | | | |
| 1. To provide a background in transport criticality calculations and acceleration. 2. To teach the methods of solution for the time dependent transport equation. 3. To teach the fundamentals of the discrete ordinates applications and analysis. 4. To establish a background in multidimensional discrete ordinates applications 5. To teach the fundamental concepts of Monte Carlo simulation. | | | | | | |
| **Dersin Öğrenme**  **Çıktıları**  **(Course Learning Outcomes)**  *Maddeler halinde 4-9 adet* | | Bu dersi başarıyla tamamlayan yüksek lisans öğrencileri aşağıdaki konularda bilgi, beceri ve yetkinlik kazanırlar.   1. Nötron transport teorisinin temel kavramlarını anlama ve kullanabilme becerisinin kazanılması. 2. Zamana bağlı transport yazılımlarının kullanılması, geliştirilmesi ve uygulanması konularında uzmanlık kazanımı. 3. Ayrık ordinatlar yöntemi konusunda uzmanlık kazanılması. 4. Monte Carlo simülasyonu konusunda altyapı sağlanması. | | | | | | |
| M Sc. students who successfully pass this course gain knowledge, skills and proficiency in the following subjects.   1. The ability to understand and use the fundamental concepts of neutron transport theory. 2. The ability to understand, to develop and use time dependent neutron transport codes. 3. The mastery of the discrete ordinates methods. 4. To gain a background in Monte Carlo simulation. | | | | | | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Ders Kitabı**  **(Textbook)** | E. E.. Lewis,  *Fundamental of Nuclear Reactor Physics*, Academic Press, 2008, | | |
| **Diğer Kaynaklar**  **(Other References)**  *Maddeler halinde en çok 5 adet* | 1. W. F. Stacey, T.**,** *Nuclear Reactor Physics,* John Wiley & Sons, 2001. 2. J. J. Duderstadt, L.J. Hamilton**,** *Nuclear Reactor Analysis,* John Wiley & Sons, 1976. 3. A.F. Henry,*Nuclear Reactor Analysis*, The MIT Press,1975. | | |
| **Ödevler ve Projeler**  **(Homework & Projects)** | 8 adet ödev ve 1 adet proje verilecektir | | |
| 8 homeworks and a term project | | |
| **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)** | **8** | **% 15**  (15%) |
| **Projeler**  **(Projects)** | **1** | **(%15)** (15%) |
| **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** | Transport denkleminde temel nicelikler | 1 |
| **2** | Zamandan bağımsız transport denklemi türetimi | 1 |
| **3** | Ek transport denklemi | 1 |
| **4** | Dış kaynak problemleri ve yetkinlik hesapları | 1 |
| **5** | Zamana bağlı problemler. | 2 |
| **6** | Tek boyutta ayrık ordinatlar yöntemi | 3 |
| **7** | Küresel geometride ordinatlar yöntemi | 3 |
| **8** | İç ve dış iterasyon hızlandırma yöntemleri | 3 |
| **9** | Çok boyutta ayrık ordinatlar karelemeleri | 3 |
| **10** | Çok boyutlu kartezyen koordinatlarda ayrık ordinatlar | 3 |
| **11** | Silindirik koordinatlarda ayrık ordinatlar | 3 |
| **12** | Üçgensel ızgara ile ayrık ordinatlar ve ışın etkileri | 3 |
| **13** | Anolog Monte Carlo | 4 |
| **14** | Varyans azaltma teknikleri ve analog olmayan Monte Carlo | 4 |

**COURSE PLAN**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Weeks** | **Topics** | **Course Outcomes** |
| **1** | Fundamental quantities in transport equation | 1 |
| **2** | Derivation of time independent neutron transport equation | 1 |
| **3** | Adjoint transport equation | 1 |
| **4** | Fixed source and criticality problems | 1 |
| **5** | Time dependent problems | 2 |
| **6** | Discrete ordinates method in one spatial dimension | 3 |
| **7** | Discrete ordinates method in spherical geometry | 3 |
| **8** | Acceleration methods for inner and outer iterations | 3 |
| **9** | Quadrature sets for multidimensional discrete ordinates | 3 |
| **10** | Discrete ordinates in multidimensional Cartesian geometries | 3 |
| **11** | Cylindrical geometry applications of the discrete ordinates methods | 3 |
| **12** | Triangular meshes for discrete ordinates and ray effects | 3 |
| **13** | The analog Monte Carlo methods | 4 |
| **14** | Variance reduction techniques and nonanalog Monte Carlo | 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)** 07.03.2011 | İmza (Signature) |